

## Prove sperimentali di mungitura di cavalle di razza Murgese finalizzate alla definizione di soluzioni impiantistiche

F. Bellomo, B. Bianchi & F.P. D'Emilio

### Riassunto

Nel presente lavoro sono riportati i risultati di una ricerca scientifica sulla mungitura di cavalle di razza Murgese. Il programma sperimentale sviluppato è stato finalizzato al confronto fra la mungitura manuale e quella meccanica con due frequenze di pulsazione (120 e 140 cicli/min), nonché alla definizione di criteri dimensionali, soluzioni meccaniche e operative, per la progettazione e/o l'adeguamento di impianti preposti alla mungitura di equini, con particolare riferimento alla razza Murgese. L'indagine è stata condotta su 4 fattrici pluripare, dopo un opportuno periodo di adattamento. Lo studio, della durata di 45 giorni, ha previsto due mungiture al giorno. La ricerca ha evidenziato una notevole convenienza, sia dal punto di vista produttivo che tecnico-operativo, a mungere questa specie con impianti meccanici, piuttosto che manualmente. Inoltre, la mungitura effettuata a 140 cicli/min è risultata, tra quelle esaminate, la condizione migliore, poiché ha consentito di ottenere le massime produzioni di latte, i minori consumi energetici specifici, nonché maggiori capacità operative e produttività della manodopera. Il livello di adattamento alla mungitura meccanica degli animali studiati e le relative produzioni raggiunte, possono essere ritenuti soddisfacenti; tuttavia, col presente studio si definiscono alcune soluzioni meccaniche e operative per la progettazione di impianti specifici e per l'adattamento in sicurezza di quelli esistenti

### Parole chiave

Cavalle - Impianti - Mungitura.

### Introduzione

L'interesse verso la possibilità di allevare il cavallo per produrre latte sta aumentando in Europa Occidentale, in particolare in Germania, Francia e Austria; in queste nazioni, l'attenzione maggiore è rivolta all'impiego del latte per la produzione di alimenti per diete infantili e geriatriche, nonché per ottenere frazioni proteiche da impiegare nell'industria cosmetica (14).

Le difficoltà che caratterizzano la mungitura delle cavalle sono, prevalentemente, dovute all'assenza di razze selezionate e ad una conformazione della mammella, tale che soltanto una piccola parte del latte totale è contenuto nella porzione cisternale (6; 8; 13); infatti alcuni autori, mungendo fattrici di 500-600 kg fino a 5-6 volte al giorno ad intervalli regolari, hanno ottenuto produzioni medie giornaliere che variano da 8,0 kg a 18,0 kg (4, 10, 12, 16).

La lattazione, ordinariamente, dura 5-7 mesi, ma sono documentati casi in cui si prolunga per 10-11 mesi (5). Dal punto di vista meccanico, nelle prove sperimentali finora effettuate, sono stati adottati i seguenti parametri impiantistici:

- livelli di vuoto variabili da 37 (9) a 53 kPa (2);
- rapporti di pulsazione dell'ordine del 50% (10);
- frequenze di pulsazione variabili da 60 (10) a 180 cicli/min (3)
- prendicapezzoli in ottone placcato (14), guaine in silicone (10), diametri interni dell'ordine di 19,0 mm (10).

Tuttavia, gli studi finora effettuati sulle cavalle sono essenzialmente di carattere zootecnico e veterinario e non risultano pubblicati risultati scientifici esaurienti, relativamente al confronto fra i suddetti parametri di mungitura meccanica. Alcuni autori indicano nella frequenza di pulsazione uno dei fattori principali che influenzano la produzione di latte di cavalla con impianti meccanici, specificando che con 120 cicli/min si realizza una più completa estrazione di latte alveolare e produzioni superiori rispetto a quelle che si ottengono con frequenze inferiori (10); d'altra parte, detti risultati risalgono a sperimentazioni non recenti e riferite a razze equine non presenti sul territorio nazionale (10).

A tal proposito, il Dipartimento PRO.GE.S.A. dell'Università di Bari, in collaborazione con aziende del settore, ha sviluppato un programma di ricerca, finalizzato a definire i criteri per un corretto studio progettuale da seguire nella realizzazione di macchine, impianti e strutture per la mungitura di animali appartenenti a razze equine allevate sul territorio pugliese. Le finalità della ricerca sono quelle di consentire la fattibilità di questa fase produttiva, in relazione:

- alle dimensioni aziendali, eventualmente adattando impianti e strutture progettati per altre specie;
- all'impiego ed alla sicurezza della manodopera;
- alle esigenze igienico-sanitarie degli animali e del latte prodotto.

Nella presente nota vengono riportati i risultati di prove sperimentali di mungitura, manuale e meccanica di cavalle di razza Murgesa, con lo scopo di definire alcuni parametri meccanico-impiantistici, nonché soluzioni tecnico-operative, che consentano una completa estrazione di latte, l'adattamento di impianti di mungitura meccanica progettati per altri animali alle caratteristiche anatomo-fisiologiche della mammella, la

progettazione di impianti specifici e lo svolgimento della mungitura in azienda in condizioni di sicurezza.

## Materiali e metodi

La ricerca è stata condotta in una azienda ubicata in agro di Gioia del Colle (Bari), su 4 fattrici di razza Murgesa clinicamente sane, con massa del vivo compresa tra 500 e 600 kg, che si trovavano tra la terza e la decima settimana di lattazione; nell'anno precedente, gli stessi soggetti, munti manualmente nello stesso lasso di tempo, avevano prodotto un quantitativo di latte di 8,0-10,0 kg/24 h. Le cavalle erano libere di pascolare tutto il giorno, con i rispettivi redi su terreni incolti, alimentandosi della sola flora spontanea ed accedendo liberamente all'acqua di abbeverata.

Le metodologie di mungitura studiate sono state:

- mungitura manuale;
- mungitura meccanica a 120 cicli/min;
- mungitura meccanica a 140 cicli/min.

La sperimentazione ha avuto una durata complessiva di 45 giorni, dopo un periodo di adattamento di circa 20 giorni; in questo periodo, per tre giorni alla settimana, i soggetti venivano munti ciascun giorno con una delle tre metodologie studiate, effettuando n. 2 mungiture al giorno a distanza di 3 h l'una dall'altra. Quest'ultimo valore è stato fissato in base a risultati di precedenti ricerche che indicano un intervallo ottimale fra due mungiture successive non superiore a 3,5 h, in relazione alle esigenze fisiologiche delle fattrici ed alla necessità di simulare la reale frequenza di suzione del redo (9).

Le cavalle ed i rispettivi puledri, due ore prima dei rilievi, venivano prelevati dal pascolo, separati e condotti in un modulo di allevamento coperto costituito da due file parallele di box divise da una corsia di alimentazione larga 3,0 m (Figura 1). I puledri stabulavano nella corsia di

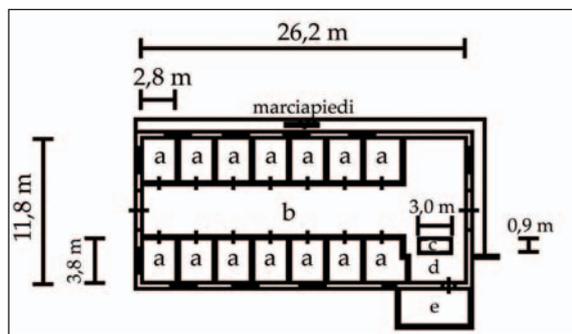


Figura 1  
Pianta schematica del modulo di allevamento: a) box di attesa, b) corsia di alimentazione, c) box di mungitura in tubolari metallici, d) postazione di mungitura, e) locale di alloggiamento delle macchine

alimentazione, mentre le fattrici venivano sistemate in box singolarmente.

Ciascun box (2,8 m x 3,0 m) era attrezzato con lettiera di paglia, mangiatoia ed abbeveratoio. Alle madri venivano distribuiti circa 300 g di concentrato, come routine di mungitura (10).

Nella corsia di alimentazione è stata allestita una postazione di mungitura (Figura 1) in cui erano ubicati: un box in tubolari metallici (0,9 m x 3,0 m) (Figura 2a), un pannello elettrico di controllo e regolazione (Figura 2b), il gruppo prendicapezzoli col relativo contenitore di raccolta del latte di ciascuna mungitura e una bilancia tecnica, con precisione  $\pm 0.001$  g. Il pannello elettrico era ubicato nella postazione, per impostare e controllare, in tempo reale, i parametri di mungitura meccanica previsti in ciascuna prova sperimentale, mentre la pompa del vuoto e gli altri componenti dell'impianto erano alloggiati in un ambiente chiuso e adiacente alla postazione (Figura 1), in maniera tale da evitare agli animali traumi acustici durante l'attesa e la mungitura.

Il progetto e l'ubicazione del box di mungitura (Figura 1) sono stati studiati, con lo scopo di ottenere un facile accesso e posizionamento della fattrice, di limitarne i movimenti durante la mungitura, nonché di consentire una agevole movimentazione del gruppo di mungitura e

Tabella I  
Caratteristiche principali dell'impianto di mungitura oggetto delle prove sperimentali

<b>Tipo di impianto</b>	Fisso a secchio
<b>Vuoto di lavoro</b>	42,0 kPa
<b>Rapporto di pulsazione</b>	50%
<b>Pompa del vuoto</b>	Q = 1150,0 dm <sup>3</sup> /min n = 1370,0 giri/min Motore: P = 1,5 kW Cilindrata: 350,0 dm <sup>3</sup>
<b>Conduttura del vuoto</b>	Materiale: acciaio zincato Diametro int. = 25,4 mm
<b>Pulsatori</b>	Modello: LP 20 elettronico
<b>Guaine</b>	Materiale: gomma alimentare
<b>Tubi corti del latte</b>	Materiale: gomma alimentare Diametro int. = 8,0 mm; Lunghezza = 300,0 mm
<b>Tubi lunghi del latte</b>	Materiale: gomma alimentare Diametro int. = 16,0 mm Lunghezza media = 1400,0 mm
<b>Regolatore del vuoto</b>	Tipo: servoassistito

favorire l'avvicinamento del redo, senza che questi riuscisse a raggiungere la mammella e ad estrarre latte (Figura 2a).

Nella mungitura meccanica, è stato utilizzato un impianto per ovi-caprini opportunamente modificato, le cui principali caratteristiche tecniche sono riportate in Tabella I. In particolare, le caratteristiche geometriche del prendicapezzoli sono state definite mediante lo studio delle dimensioni medie dell'apparato mammario delle cavalle in fase di lattazione (Tabella II, Figure 2c e 2d). Durante le prove sperimentali, sono stati instaurati un vuoto di lavoro di 42 kPa ed un rapporto di pulsazione pari al 50% (Tabella I).

La mungitura è stata eseguita, senza l'ausilio di alcun farmaco, alle ore 10,00 ed alle ore 13,00.

I parametri rilevati sono stati:

- tempo di attesa per la prima calata di latte (s);
- massa di latte a fine mungitura (g);
- tempo di mungitura (s);
- massa di latte ottenuta con la sgocciolatura (g);
- tempo di sgocciolatura (s);
- produttività della manodopera (h-op/kglatte);



Figura 2  
Immagini della mungitura sperimentale delle cavalle: a) fase di massaggio prima della mungitura (si nota la fattrice ben posizionata nel box mentre si avvicina il puledro), b) particolare del pannello elettrico di controllo e regolazione, c) particolare della mammella di uno dei soggetti studiati, d) gruppo prendicapezcoli in mungitura

- capacità effettiva di lavoro (capi/h);
- frequenza di caduta del gruppo prendicapezcoli (n. distacchi/mungitura);
- consumo energetico (Wh).

La produttività della manodopera costituisce un parametro indicativo del tempo effettivo necessario ad una unità operativa, per produrre l'unità di massa di latte. La capacità di lavoro, invece, è stata calcolata tenendo conto delle pause e del funzionamento passivo delle macchine e degli operatori; pertanto, nelle prove di mungitura meccanica tale parametro tiene conto delle prestazioni globali dell'impianto e della manodopera, mentre, nella mungitura manuale, è riferito alla sola manodopera.

Infine, il consumo energetico è stato determinato valutando l'energia elettrica attiva effettivamente impiegata, mediante apposito contatore collegato esclusivamente all'impianto.

Le operazioni di mungitura sono state effettuate, previo lavaggio e massaggio della mammella, sempre dagli stessi operatori: n.1 preposto al posizionamento dell'animale, n.1 impegnato nella

mungitura vera e propria (manuale o meccanica); prima di ciascuna estrazione, su ciascun soggetto munto, venivano effettuati: massaggio della mammella, pulizia del capezzolo e dello sfintere con fazzolettini imbevuti con clorexidina.

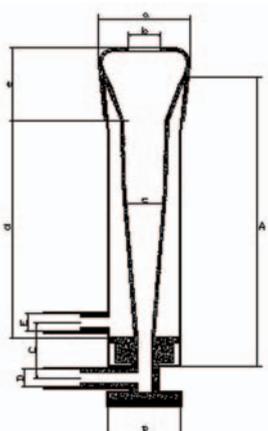
## Risultati

Nelle tabelle III, IV e V sono riportati i risultati relativi alle prove sperimentali effettuate, relativamente a ciascun soggetto munto; detti valori sono stati calcolati come media aritmetica di n. 6 osservazioni che risultano molto simili fra loro, con un rapporto fra deviazione standard e media compreso 0,073 e il 0,096.

Dall'esame dei tempi di calata del latte, si nota che con la metodologia manuale (Tabella III), il tempo di attesa fino all'istaurarsi del flusso dalla mammella, nella prima mungitura è superiore di almeno il 5% rispetto alla seconda. Nelle altre due metodologie esaminate, i tempi di calata del latte relativi alla prima mungitura sono sempre inferiori rispetto a quelli della mungitura successiva; ad esempio, nel soggetto 4 il valore medio di questo parametro, nella seconda mungitura, supera quello della prima del 27-29%, per entrambe le frequenze esaminate (Tabelle IV e V). Rispetto al tempo totale medio di svolgimento dell'intera operazione (Figura 3), quello medio di calata (Tabelle III, IV

Tabella II

Principali misure dei capezzoli degli animali da mungere e rappresentazione schematica del prototipo di portaguaina e di guaina progettato specificamente per la mungitura delle cavalle

Caratteristiche capezzoli*		Caratteristiche porta-guaina	Caratteristiche guaina
Lunghezza = 40,0 mm		A = 140,0 mm	a = 49,0 mm
Diametro (attacco con la mammella) = 31,8 mm		B = 36,0 mm	b = 18,0 mm
Circonferenza (attacco con la mammella) = 100,0 mm		C = 34,0 mm	c = 20,0 mm
Distanza dal piano di calpestio = 800,0 mm		D = 8,0 mm	d = 110,0 mm
		E = 5,0 mm	e = 30,0 mm
		Massa Totale = 362,5 g	

\* Valori medi ottenuti mediante n. 10 misure effettuate sui n. 15 soggetti in lattazione di rawwa Murghese

e V) costituisce un'aliquota pari all'2,8-26,7 %, a seconda del soggetto preso in esame, e i valori minori, non superiori a 10,0 s, corrispondono alla mungitura a 140 cicli/min.

Nel passaggio alla mungitura successiva, i tempi medi di mungitura meccanica a 120 cicli/min variano da 51,5-77,5 s a 60,8-94,8 s, con un incremento in ciascun soggetto di almeno 9,3 s (Tabella IV); nella mungitura a 140 cicli/min, gli stessi valori medi risultano molto simili tra loro e aumentano da 39,3-46,3 s, alle ore 10,00, a 49,0-56,8 s, alle ore 13,00, con un incremento per ciascun soggetto di almeno 6,0 s (Tabella V). Nella mungitura manuale, invece, i tempi relativi ad alcuni soggetti hanno un andamento decrescente rispetto alle estrazioni precedenti (Tabella III) ed il tempo totale medio di mungitura subisce un aumento trascurabile (Figura 3).

I tempi di sgocciolatura nella mungitura manuale sono sempre nulli (Tabella 3), così come le produzioni di latte relative a questa fase. Gli stessi tempi di sgocciolatura nella mungitura meccanica di alcuni soggetti (nn. 3-4 nelle Tabelle IV e V),

sono diversi da zero e variano da 4,2 s a 8,8 s, tendendo a diminuire con l'aumento della frequenza di mungitura; in questi ultimi casi, la massa di latte ottenuta in fase di sgocciolatura non è molto elevata: non più dell'1% del latte totale per il soggetto n. 4 e non più del 2,5 % per il soggetto n. 3 (Tabelle IV e V).

Nella seconda mungitura, la produzione di ciascuno dei soggetti studiati tende ad aumentare: del 20 - 103% con la metodologia manuale (Tabella III), del 23 - 29 % con la metodologia meccanica a 120 cicli/min (Tabella IV), del 14-22 % con la metodologia meccanica a 140 cicli/min (Tabella V).

I tempi di svolgimento dell'intera operazione si riducono di oltre il 65 %, nel passaggio dalla mungitura manuale a quella meccanica a frequenza maggiore. Infatti si passa da un valore totale medio di circa 183,0 s, che senza sostanziali variazioni caratterizza la mungitura manuale in entrambi gli orari, ad un valore medio per la mungitura a 140 cicli/min che, alle ore 10,00 è di 50,8 s, alle ore 13,00 è di 61,0 s (Figura 3). La mungitura a

120 cicli/min risulta sempre molto più breve di quella manuale (Figura 3) ma, rispetto alla mungitura a 140 cicli/min, la sua durata media è superiore del 50-53 %, sia per i rilievi effettuati alle ore 10,00 che per quelli delle 13,00 (Figura 3). Con entrambe le frequenze, si ottengono produzioni totali medie superiori alle produzioni latte che caratterizzano la mungitura manuale (Figura 4). In particolare, per ogni soggetto, la produzione di latte varia da 333,5 g a 1.156,0 g per la mungitura manuale (Tabella III) e da 923,17 g a 1.778,67 g per la mungitura meccanica (Tabelle 4 e 5); di questi ultimi valori, i più elevati corrispondono alla mungitura effettuata a 140 cicli/min la cui produzione totale media risulta superiore, del 35 % nelle prove delle ore 10,00 e del 27 % in quelle

delle 13,00, rispetto alla produzione media della mungitura a 120 cicli/min (Figura 4).

La produzione di latte di tutte la cavalle munte, nella mungitura a frequenza maggiore tende ad assumere valori sempre superiori a 1.000,0 g/mungitura, contrariamente alle altre metodologie studiate, con le quali non si ottengono sempre valori di questo ordine.

Quando la frequenza di mungitura aumenta, si verifica anche un incremento del flusso di latte, il cui valore medio per ciascun soggetto varia nell'intervallo 11,98-22,11 g/s a 120 cicli/min (Tabella IV), mentre a 140 cicli/min varia nell'intervallo 22,15-37,03 g/s (Tabella V).

La capacità di lavoro passa da un valore medio di 0,9 capi/h in mungitura manuale, a 2,0 capi/h

Tabella III

Risultati delle prove di mungitura manuale relativi a ciascun soggetto studiato (valori medi di n. 7 misure effettuate su ciascun soggetto e per ciascun orario)

Parametri rilevati	Soggetto	Mungitura ore 10,00	-	Mungitura ore 13,00	-
Tempo attesa calata latte (s)	1	16,2	1,47	12,7	1,21
	2	49,0	4,69	41,8	3,71
	3	6,3	0,52	5,3	0,52
	4	6,5	0,55	6,2	0,41
Produzione latte (g)	1	559,00	23,00	1136,33	112,90
	2	333,50	31,85	444,00	31,81
	3	828,17	81,39	993,00	87,54
	4	833,33	51,86	1156,00	85,43
Tempo di mungitura (s)	1	191,7	18,62	185,8	18,28
	2	247,5	23,61	240,8	23,54
	3	96,7	9,29	119,7	11,52
	4	118,3	8,16	120,8	10,68
Latte di sgocciolatura (g)	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,0	0,0
Tempo di sgocciolatura (s)	1	0,0	0,0	0,0	0,0
	2	0,0	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0	0,0
	4	0,0	0,0	0,0	0,0
Flusso medio di latte (g/s)	1	2,94	0,29	6,13	0,47
	2	1,35	0,09	1,85	0,18
	3	8,59	0,69	8,33	0,66
	4	7,07	0,70	9,61	0,89

per la mungitura a 120 cicli/min e 2,8 capi/h per quella a 140 cicli/min; analogamente, con la mungitura meccanica migliora sensibilmente la produttività della manodopera, che passa da 0,056 h-op/kglatte, per la mungitura manuale, a 0,019 h-op/kglatte nella mungitura a frequenza più bassa e a 0,010 h-op/kglatte nella mungitura a frequenza maggiore (Tabella VI).

Con il funzionamento dell'impianto a 140 cicli/min, si rileva un consumo energetico medio di 9,7 Wh, che si riduce ulteriormente in rapporto alla massa di latte estratto: 6,8 Wh/kglatte. Alla frequenza di 120 cicli/min, invece, corrisponde un maggiore

impiego di energia, anche a causa di produzioni inferiori: 14,3 Wh e 13,0 Wh/kglatte (Tabella VI). Infine, va preso atto che, in tutte le osservazioni effettuate, non si sono verificati distacchi del gruppo prendicapezzoli durante la mungitura meccanica (Tabelle IV e V).

## Discussione

L'aumento della produzione nella seconda mungitura potrebbe essere dovuto a diverse motivazioni fisiologiche, la cui valutazione esula dalla presente ricerca e richiederebbe uno studio specifico; tuttavia, dal punto di vista operativo,

Tabella IV

Risultati delle prove di mungitura a 120 cicli/min relativi a ciascun soggetto studiato (valori medi di n. 7 misure effettuate su ciascun soggetto e per ciascun orario)

Parametri rilevati	Soggetto	Mungitura ore 10,00	–	Mungitura ore 13,00	–
Tempo attesa calata latte (s)	1	6,3	0,52	7,7	0,52
	2	6,3	0,52	7,7	0,52
	3	11,5	1,05	13,8	1,17
	4	12,8	1,17	16,5	1,38
Produzione latte (g)	1	1.089,50	92,31	1.337,50	97,64
	2	923,17	41,34	1.141,50	109,45
	3	1.013,83	71,41	1.285,83	121,26
	4	830,50	76,83	1.068,33	89,69
Tempo di mungitura (s)	1	51,5	4,42	60,8	5,56
	2	77,5	7,58	94,8	7,96
	3	68,0	6,32	85,2	7,33
	4	59,2	4,79	71,8	6,11
Latte di sgocciolatura (g)	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	25,17	2,32	29,67	2,94
	4	6,33	0,52	7,00	0,63
Tempo di sgocciolatura (s)	1	0,0	0,00	0,0	0,00
	2	0,0	0,00	0,0	0,00
	3	7,0	0,63	8,8	0,75
	4	6,2	0,41	6,5	0,55
Flusso medio di latte (g/s)	1	21,24	1,98	22,11	2,20
	2	11,98	0,91	12,06	1,03
	3	15,35	1,18	15,45	0,52
	4	14,19	1,30	15,03	1,44
Frequenza caduta gruppo prendicapezzoli (n. cadute/mungitura)	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabella V

Risultati delle prove di mungitura a 140 cicli/min, relativi a ciascun soggetto studiato (valori medi di n. 7 misure effettuate su ciascun soggetto e per ciascun orario)

Parametri rilevati	Soggetto	Mungitura ore 10,00	–	Mungitura ore 13,00	–
Tempo attesa calata latte (s)	1	6,5	0,55	8,2	0,75
	2	4,2	0,41	4,8	0,41
	3	4,8	0,41	5,7	0,52
	4	4,2	0,41	5,3	0,52
Produzione latte (g)	1	1.452,67	119,09	1.775,00	151,28
	2	1.023,17	69,76	1.178,67	93,51
	3	1.550,00	121,45	1.764,50	173,90
	4	1.218,00	118,30	1.439,83	128,22
Tempo di mungitura (s)	1	39,3	3,20	51,3	4,55
	2	46,3	4,13	52,3	4,59
	3	45,8	4,17	56,8	3,13
	4	40,8	1,72	49,0	2,19
Latte di sgocciolatura (g)	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	15,00	1,10	18,00	1,67
	4	6,33	0,52	8,67	0,82
Tempo di sgocciolatura (s)	1	0,0	0,00	0,0	0,00
	2	0,0	0,00	0,0	0,00
	3	5,2	0,41	4,2	0,41
	4	6,2	0,41	6,5	0,55
Flusso medio di latte (g/s)	1	37,03	2,97	34,68	2,88
	2	22,15	1,36	22,60	1,94
	3	34,22	1,89	31,38	2,73
	4	30,01	2,86	29,60	2,85
Frequenza caduta gruppo prendicapezzoli (n. cadute/mungitura)	1	0,00	0,00	0,00	0,00
	2	0,00	0,00	0,00	0,00
	3	0,00	0,00	0,00	0,00
	4	0,00	0,00	0,00	0,00

in accordo con quanto indicato in letteratura (7, 15) si riscontra che anche per le cavalle della razza studiata (Murgesse), le massime produzioni possono essere ottenute con un programma di mungitura caratterizzato da almeno due estrazioni quotidiane. Tale programma, deve anche prevedere l'assenza del puledro nel tempo compreso fra ciascuna mungitura, nonché l'avvicinamento dello stesso alla cavalla solo durante la fase di estrazione del latte. I risultati delle prove sperimentali evidenziano una notevole convenienza a svolgere la mungitura meccanica delle cavalle studiate; questa infatti,

rispetto alla mungitura manuale, consente di abbreviare notevolmente tutte le fasi, migliorando la produzione totale e la capacità operativa (Tabelle III, IV, V e VI, Figure 3 e 4).

Il primo limite della metodologia manuale consiste nella maggiore durata, che è dovuta a tempi eccedenti molto elevati; questi derivano, fondamentalmente, dalle difficoltà che il personale incontra nella gestione della fattrice e del redo, durante la mungitura. Infatti, rispetto all'impiego dei prendicapezzoli, entrambi i soggetti percepiscono la fase dell'estrazione del latte con più immediatezza.

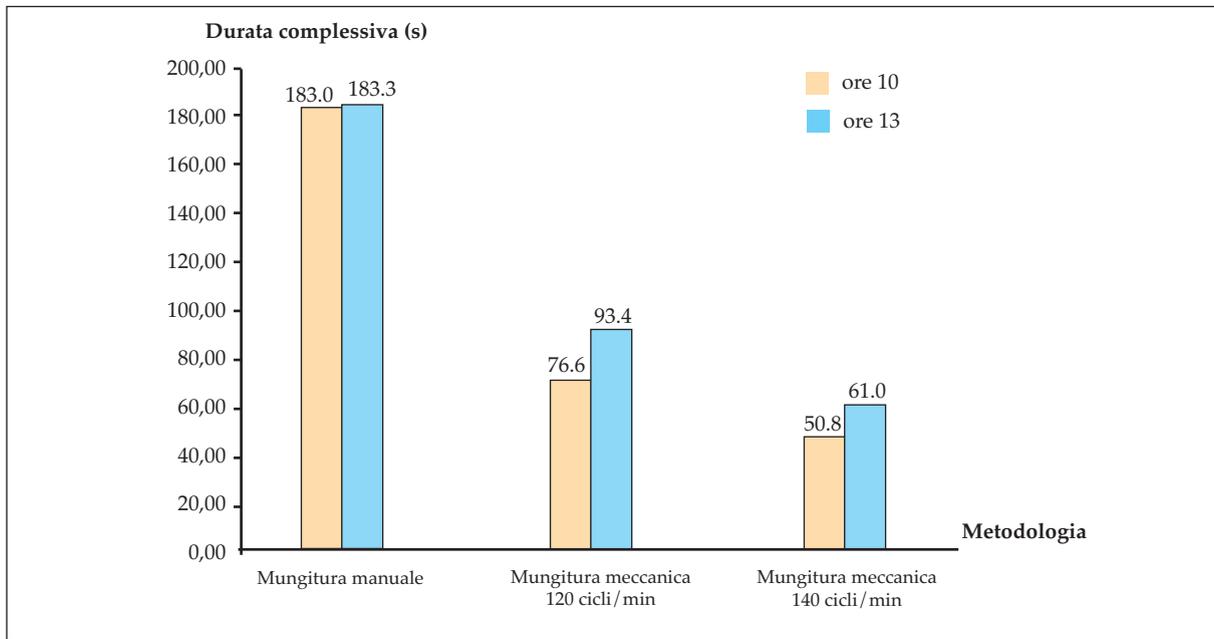


Figura 3 Valori medi totali (su n. 28 valori per ciascun orario) dei tempi, comprensivi dell'aliquota di calata e di sgocciolamento

Ciò comporta agitazione sia da parte del puledro, che cerca di raggiungere la mammella dalla quale vede uscire il latte, sia da parte della fattrice che tende ad interrompere la cessione di latte. Per quanto innanzi, i tempi medi relativi alla prima ed alla seconda mungitura manuale sono confrontabili (Figura 3), indipendentemente dalla produzione ottenuta (Figura 4) e questa tende ad aumentare nella estrazione successiva. Al contrario, nella mungitura meccanica le produzioni relative alle due estrazioni quotidiane studiate risultano più uniformi, specie a 140 cicli/min; inoltre, la

durata tende ad aumentare se aumenta anche la massa di latte estratto. Di conseguenza, aumenta sensibilmente la capacità operativa, che risulta massima con la frequenza più elevata (Tabella VI). Con la mungitura a 140 cicli/min, i tempi di estrazione del latte relativi a ciascun soggetto (Tabella V) non sono solo i più brevi ma, a parità di produzione, risultano anche confrontabili fra loro e ciò sta ad indicare che, aumentando la frequenza, i tempi eccedenti si riducono sensibilmente ed i valori ottenuti sperimentalmente possono essere considerati rappresentativi della

Tabella VI Prestazioni operative e consumi di energia elettrica (valori medi di n. 56 valori oppure calcolati dai rispettivi valori medi)

Valutazioni meccanico'operative	Mungitura meccanica 120 cicli/min	-	Mungitura meccanica 140 cicli/min	-	Mungitura manuale
Capacità di lavoro (capi/h)	2,0	/	2,8	/	0,9
Produttività manodopera (h-op/kglatte)	0,019	/	0,010	/	0,056
Consumo energetico (Wh)	14,3	0,21	9,7	0,13	/
Consumo energetico specifico (Wh/kglatte)	13,0	/	6,8	/	/

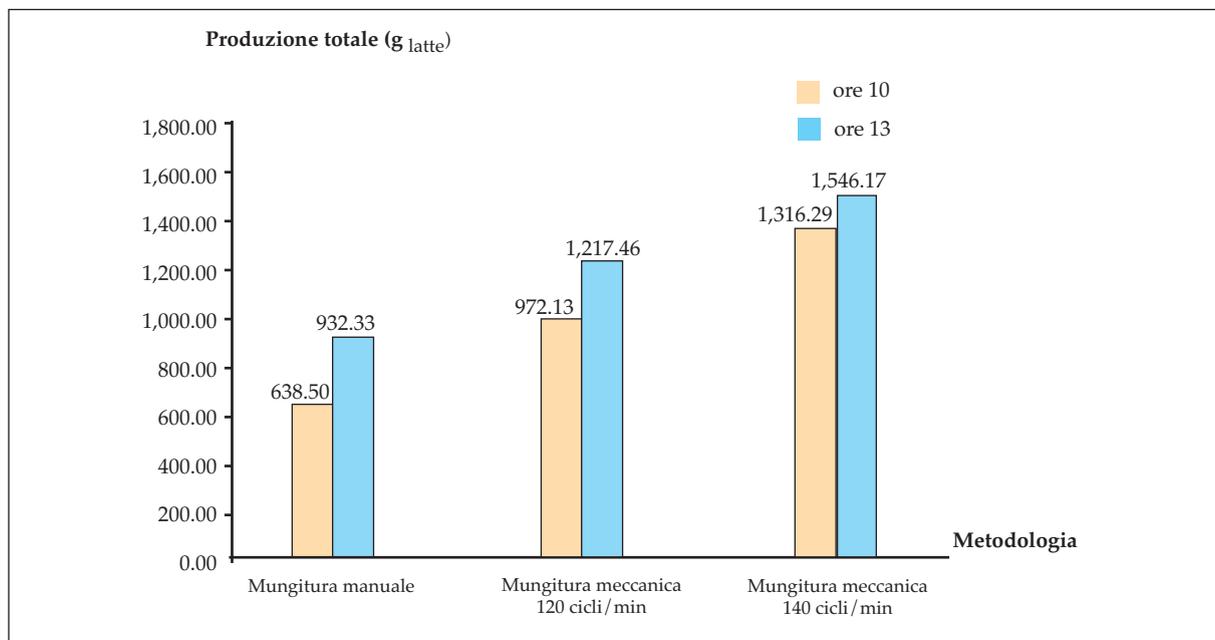


Figura 4 Valori medi totali (su n. 28 valori per ciascun orario) delle produzioni, comprensivi dell'aliquota di calata e di sgocciolamento

effettiva durata dell'operazione (Figura 3).

Dall'elaborazione dei risultati è possibile definire criteri impiantistici e dimensionali per la progettazione di impianti di mungitura meccanica per equini, con particolare riferimento alla razza Murghese.

Per lo svolgimento dell'intera operazione, con l'impiego di due unità operative, bisogna far riferimento ad un tempo massimo dell'ordine di 90,0 s del quale la maggiore aliquota, non superiore a 78,0 s, è quella dovuta alla fase di estrazione. L'attesa dell'instaurarsi del flusso diminuisce con la frequenza e non supera i 16,0 s. Infine, lo studio delle produzioni e dei tempi relativi alla sgocciolatura evidenzia che, per questa razza, la mungitura potrebbe essere fermata non appena il flusso di latte si interrompe, senza prevedere ulteriori attese; si può altresì effettuare un ripasso dell'ordine dei 10,0 s, per recuperare una aliquota di latte che, nelle prove effettuate, mediamente è risultata piuttosto ridotta.

Ai suddetti tempi di mungitura si devono

aggiungere quelli dovuti alla sistemazione ed alla fuoriuscita degli animali nella postazione, che sono dell'ordine di 120,0 s e portano a considerare un tempo complessivo di 210,0 s per ogni soggetto. Nella frequenza di 140 cicli/min si può individuare una condizione operativa ottimale fra quelle studiate, considerando che con essa si ottengono le massime produzioni, il minimo consumo energetico, nonché la capacità operativa e la produttività della manodopera più elevate. Questo dato risulta abbastanza in linea con i risultati di ricerche analoghe svolte da altri autori su cavalle di altre razze, che riportano migliori prestazioni degli impianti in corrispondenza di frequenze elevate (10).

I valori ottenuti della capacità di lavoro e della produttività della manodopera (Tabella VI) sono da considerarsi piuttosto bassi, in quanto influenzati negativamente da cause inerenti all'impreparazione del personale nella particolare mungitura, nonché da inevitabili limiti impiantistici e costruttivi. Con una progettazione specifica, la formazione adeguata

del personale e l'addestramento degli animali, le operazioni di mungitura vera e propria e di movimentazione potrebbero essere svolte da una sola unità operativa, migliorando sensibilmente i suddetti parametri che, nel presente studio, si riferiscono all'impiego di due addetti.

Il dimensionamento del circuito del latte deve essere effettuato considerando un flusso massimo a valle del prendicapezzoli, di 40,0 g/s. La produzione di ciascun soggetto studiato è risultata piuttosto limitata, anche se sostanzialmente in linea con i dati riportati in letteratura (10); i massimi quantitativi di latte non hanno superato i 1.800,0 g/mungitura, nelle migliori condizioni operative. D'altra parte, va considerato che le cavalle in lattazione devono essere munte più volte nell'arco della giornata e che le mungiture successive possono essere anche piuttosto ravvicinate; pertanto, il dimensionamento dei serbatoi refrigerati di stoccaggio del latte in allevamento, va effettuato in relazione al numero massimo di estrazioni previste nel programma di mungitura aziendale. L'impiego di potenza elettrica da considerare, è di 0,5 kW per capo, da integrare opportunamente con le aliquote che derivano dal dimensionamento dei serbatoi refrigerati del latte (1, 11).

I criteri dimensionali definiti per la realizzazione delle guaine e dei portaguaina utilizzati per la sperimentazione (Tabella II), sono risultati idonei ad ottenere un buon adattamento del gruppo prendicapezzoli alla morfologia della mammella, in quanto non si sono verificati distacchi, anche nelle fasi operative e nei soggetti in cui il flusso di latte era ridotto. Con particolare riferimento alla razza Murgese, si possono definire:

- una altezza totale della guaina di 140,0 mm, dei quali 30,0 mm di imboccatura;
- un diametro interno all'imboccatura di 18,0 mm;
- un diametro interno del corpo guaina di 20,0

mm, misurato a 75,0 mm dall'imboccatura;

- una massa totale del gruppo prendicapezzoli di 725,0 g.

La struttura in cui deve essere alloggiato il soggetto da mungere può essere realizzata in tubolari metallici, prevedendo, in corrispondenza dei raccordi, opportune soluzioni che consentano all'animale di entrare ed uscire senza subire traumi che potrebbero compromettere le successive mungiture. Per la razza Murgese la misura trasversale non deve superare 0,9 m e quella longitudinale 3,0 m; gli elementi verticali possono arrivare ad una altezza di 2,5 m, lungo la quale vanno inseriti almeno due rinforzi longitudinali che, però, non devono intralciare la movimentazione del gruppo di mungitura, tenendo conto che i capezzoli della cavalla si trovano a circa 0,8 m dal piano di calpestio (Tabella II).

Con i criteri innanzi esposti gli animali della razza studiata, opportunamente addestrati, possono essere agevolmente posizionati e munti, senza effettuare movimenti che causino il distacco del gruppo di mungitura oppure rischi per gli operatori. A tal proposito, va precisato che la fase di addestramento degli animali può essere più o meno lunga, a seconda della razza e dei soggetti da mungere; in quest'ottica, non va trascurata una soluzione che preveda un impianto a secchio o a lattodotto, per la mungitura degli animali alla posta.

In questi ultimi due casi, però, i soggetti da mungere, avendo molta più libertà di movimento, non sarebbero posizionati in maniera ottimale e, di conseguenza, la capacità operativa potrebbe risultare inferiore ai risultati che si evincono dal presente studio; inoltre, sarebbero necessari un investimento economico ed un impiego di manodopera più elevati.

Per quanto ogni impianto di mungitura richieda una progettazione specifica, in relazione alla

tipologia ed alle dimensioni economico-produttive dell'allevamento, i criteri dimensionali e le soluzioni impiantistiche innanzi esposte possono ritenersi validi, sia per interventi di adattamento che per la progettazione di impianti per la mungitura di equini, con particolare riferimento alla razza Murgese. Il passo logico successivo al presente studio sarà caratterizzato dalla verifica dei risultati ottenuti dal punto di vista impiantistico, con valutazioni di tipo sanitario.

## Ringraziamenti

Si ringrazia il Sig. Marzano G., Funzionario Tecnico della Sezione Meccanica del Dip. PRO.GE.SA. della Facoltà di Agraria di Bari, per aver collaborato alla elaborazione dei dati sperimentali.

*Il contributo scientifico al presente lavoro va distribuito in maniera paritetica fra gli autori.*

## Bibliografia

1. Amirante P, Bianchi B. & D'Agostino S. 2001. Prove meccaniche durante la mungitura bovine con vari tipi di lattometro. *In: Proc. P.O.M. – Mis. 2 – Prog. B15 “Informatizzazione dei servizi veterinari e di assistenza tecnica alle aziende zootecniche”, Relazione della Unità Operativa PRO.GE.SA. Dept. – University of Bari, Pignola (PZ), December 6 2001, pp. 1-21.*
2. Anikin I. 1957. Mechanical milking of mares. *Elektromekhanicheskoe doenie kobyli. Konevodstvo, 27(11), 24, 2 fig. (Ru).*
3. Cherepanova V. 1963. Mechanical milking of mares. *Konevodstvo i Konnyi Sport, 33(6) 7-8.*
4. D'Emilio F.P. 2003. La mungitura meccanica degli equini. *Caseus 1 54.*
5. Doreau M. & S. Boulot 1989. Recent knowledge on mare milk production: a review. *Livest Prod Sci, 22 213-218.*
6. Doreau M. 1991. Mare milk. *INRA Prod Anim, 4 297-302.*
7. Drogoul C. & C. Montenot 1990. Document d'information CE, Direction Générale VI, n. FRA1201348, "Diversification des productions agricoles par la valorisation du lait et du colostrum des juments de races lourdes dans le but de sauvegarder ces races de chevaux".
8. Dusemblin Kh. 1966. Milk-ejection reflex in mares milked with the modified milking machine "Temp". *Tr Inst Fiziol, 10 148-152.*
9. Le Du J. 1986. Mechanical Milking of mares. *In: 37th Annual Meeting of The European Association for Animal Production. Budapest, Hungary, September 1-4 1986.*
10. Morshennikov A. & N. Mukminov 1977. Ufinskii horse breeding enterprise. *Konevodstvo i Konnyi Sport, 4 18-21 (Ru).*
11. Pazzona A. 1994. Mungitura meccanica e refrigerazione del latte alla stalla. Istituto Nazionale di Economia Agraria, *Quaderni di Zootecnia, 15 10-22.*
12. Radomanskii V. M. 1968. Variable-phase milking machine for mares. *Nauchno tekhn. Byull. Elektrif. Sel'sk. Khoz, 1 38-43 (2 ref. Ru).*
13. Salimei E. 1999. Latte di equide: dalla storia, una proposta dietetica e terapeutica. *In Proc. 1th Congress "Nuove acquisizioni in materia di alimentazione, allevamento e allenamento del cavallo sportivo". Campobasso, 26 march 1999, pp. 20-30.*
14. Storch R. 1969. Mechanical milking of mares. *Milchwissenschaft, 24(3), 145-146.*
15. Tumanova E. 1965. Machine milking of mares. *Konevodstvo i Konnyi Sport, 35(9), 28-29.*
16. Tumanova E. 1966. Certain problems of the morphological physiology of the udder of the mare. *Zap. Iening. sel'-khoz. Inst, 102 130-134 (Ru).*