

# RELAZIONE TRA STATO CORPOREO DELLA SCROFA E SUE PERFORMANCE: UNO STUDIO PRELIMINARE

## *RELATIONSHIP BETWEEN BODY CONDITION OF SOW AND ITS PERFORMANCE: A PRELIMINARY STUDY*

AVANZINI C<sup>1</sup>., CORINO C.<sup>2</sup>, ROSSI R.<sup>2</sup>, SUPERCHI P.<sup>3</sup>, SABBIONI A.<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> *Libero professionista – Cremona – Italy;* <sup>2</sup> *Università degli Studi di Milano – Milano – Italy;*  
<sup>3</sup> *Università degli Studi di Parma – Parma- Italy*

**Parole chiave:** spessore del grasso dorsale, spessore del muscolo dorsale

**Keywords:** back fat, back lean

### RIASSUNTO

Per questo studio è stato misurato con ecografo lo spessore del grasso e del muscolo di 214 scrofe provenienti da 4 diversi allevamenti del bacino padano, selezionati sulla base di gestioni manageriali similari.

Tali misurazioni sono state fatte sulle medesime scrofe in due momenti cruciali: al parto e allo svezzamento, per valutare la differenza dello stato corporeo della scrofa tra l'inizio e la fine della lattazione.

Quindi sono stati raccolti tutti i dati produttivi delle singole scrofe nel ciclo in cui sono state rilevate le misurazioni ecografiche e in quello successivo; tutto ciò per evidenziare eventuali correlazioni tra lo spessore di grasso e muscolo dorsali e le performance delle scrofe.

E' stato preso in esame il rapporto muscolo dorsale/grasso dorsale (MSD/GRD), mai considerato in bibliografia. Il rapporto MSD/GRD al parto è inversamente proporzionale al numero di suinetti nati totali e nati vivi; quindi se lo spessore di muscolo è molto elevato rispetto al grasso, la scrofa partorirà meno nati totali e vivi. Altamente significativo risulta essere anche il rapporto tra MSD/GRD allo svezzamento e il numero di suinetti svezzati nonché quelli nati nel ciclo successivo. Quindi minore è il rapporto MSD/GRD, ossia maggiore è lo spessore del grasso rispetto al muscolo dorsali, più numerosi saranno i suinetti svezzati e quelli partoriti nel successivo ciclo.

Concludendo, l'ipertrofia muscolare comporta risultati produttivi negativi.

### ABSTRACT

For this study we selected 214 sows from 4 commercial herds in Po valley. For each sow, we measured back fat and back lean (Agroscan Novoko AC 037L, 3.5 MHz) on site P2 at farrowing and at weaning.

Performances data for each sow has been registered.

We consider the ratio between back lean and back fat, never evaluated in literature before.

This ratio at farrowing is inversely proportional to number of born alive and total born piglets.

Therefore if body muscle is high in comparison with body fat, sows will farrow less piglets.

The ratio at weaning is proportional to number of weaned piglets and to number of total born piglets in the next farrow. Therefore if body fat is high in comparison with body muscle, sows will wean more piglets and farrow more piglets in the next parity.

In conclusion the muscular hypertrophy is a cause of negative performances.

### INTRODUZIONE

Nei mammiferi, la gestazione è un evento non essenziale nella vita della femmina e subordinato al raggiungimento di un equilibrio metabolico mentre la sopravvivenza della

prole, vale a dire la lattazione è un evento prioritario. E' importante quindi che la scrofa, all'entrata in gravidanza, per evitare la perdita della stessa, sia in buone condizioni corporee. E' ormai noto infatti che la condizione corporea delle scrofe condizioni il tasso di portata al parto e la sopravvivenza embrionale (Close e Mullan, 1996; Vanderhaeghe et al., 2013). Ma dopo il parto è inevitabile che per sostenere la produzione di latte le scrofe ad elevata prolificità vadano incontro ad uno spiccato processo catabolico. Al termine della lattazione, gli effetti negativi di una eccessiva mobilitazione delle riserve corporee si possono avere, sia sulla ripresa dell'attività ciclica, sia successivamente, sullo sviluppo fetale (Whittemore, 1996).

Alla luce di ciò è chiaro come diventi di centrale importanza il controllo e la corretta gestione delle riserve adipose e muscolari, per preservare una buona condizione corporea della scrofa al fine di favorirne la produttività.

## **MATERIALI E METODI**

Lo studio, iniziato nella primavera del 2014 e terminato nell'estate del 2015, ha interessato 214 scrofe provenienti da 4 allevamenti situati nella Pianura Padana. Gli allevamenti sono stati scelti sulla base delle finalità produttive (allevamento a ciclo chiuso), del management aziendale (rispetto delle norme sul benessere animale e sulla biosicurezza, gestione in bande, condizioni igieniche) e della diversa base genetica. L'ordine di parto (medio  $\pm$  d.s.) delle scrofe all'inizio dell'indagine è stato di  $3,98 \pm 2,23$  (all. 1),  $2,76 \pm 2,05$  (all. 2),  $4,19 \pm 2,31$  (all. 3) e  $2,81 \pm 2,43$  (all.4). Le scrofe di 5° parto e oltre sono state considerate come unico gruppo. Nell'individuazione degli allevamenti in cui effettuare l'indagine non si è tenuto conto del n. di scrofe /allevamento che è risultato piuttosto variabile, oscillando da un massimo di 2000 (all.1) soggetti ad un minimo di 370 (all.2).

Le genetiche allevate sono tutte iperprolifiche, l'83% delle scrofe prese in analisi sono LWxL, il 4% LW, il 4% LWxLWxL e il 9% L.

Le scrofe, poste in gabbie singole, sono state fecondate artificialmente con il seme di verri acquistato dai centri genetici.

Nel rispetto del Dlgs 122/11 che stabilisce le norme minime per la protezione dei suini (G.U. Serie Generale n. 178 del 2 agosto 2011), le riproduttrici sono rimaste per i primi 28 d di gestazione nelle gabbie da fecondazione e dopo l'avvenuta diagnosi di gravidanza, sono state spostate in box multipli fino a una settimana prima del parto. A questo punto, dopo un accurato lavaggio sono state trasferite in sala parto. Il management alimentare ha previsto, durante l'intero ciclo riproduttivo, l'utilizzo della broda somministrata in due pasti durante la giornata, mediante impianti automatizzati.

Durante la fase di gestazione, in tutti gli allevamenti venivano somministrati 3 kg/d di farina, mentre in lattazione veniva seguita una curva crescente nei primi 12 giorni, per poi assestarsi sui 6-6.5 kg/d nelle successive settimane.

In tutti i casi i mangimi sono stati formulati sulla base dei fabbisogni medi delle scrofe in relazione alla fase del ciclo come riportato da NRC (1998).

Le scrofe avevano sempre a disposizione acqua ad libitum.

Essendo in presenza di soggetti geneticamente iperprolifici, in tutti gli allevamenti è stata effettuata l'assistenza al parto. Entro le prime 4-6 ore dal parto sono state fatte le adozioni dei suinetti in base alla numerosità e peso delle nidiate e all'ordine di parto della scrofa. Il numero medio di suinetti da allattare per scrofa è stato pari a 11.

Il periodo di lattazione è durato mediamente  $25 (\pm 5)$  giorni.

I rilievi effettuati su ciascuna scrofa hanno riguardato la raccolta dei dati produttivi e riproduttivi; tra i primi il n. di suinetti nati, nati vivi, morti e svezzati, tra i secondi l'intervallo svezzamento-concepimento ed il numero di suinetti nati al parto successivo. Inoltre sono state effettuate le misurazioni a livello del punto P2 (65 mm lateralmente

la linea mediana del dorso, a livello dell'ultima costa) dello spessore del grasso dorsale e del *M. Longissimus dorsi*. Tali misurazioni sono state condotte sempre dallo stesso operatore, con la scrofa in stazione quadrupedale, al parto e allo svezzamento, utilizzando AGROSCAN NOVEKO AC 037L ultrasound scanner, Echo Control Medical (ECM), Angoulême (France), munito di sonda lineare da 3,5 MHz e come mezzo di contatto olio di semi alimentare, che permette di ottenere un'ottima qualità dell'immagine senza bisogno di tosare l'animale.

I dati sono stati sottoposti ad analisi della varianza utilizzando la procedura GLM (SAS 9.4, SAS Inst. Inc., Cary, NC 2012), prevedendo come fattori fissi di base l'allevamento, la base genetica e l'ordine di parto della scrofa nonché la stagione in cui sono stati condotti i rilievi. Nella valutazione dello spessore del muscolo e del grasso allo svezzamento, il numero di suinetti svezzati per scrofa è stato utilizzato come covariata.

Prima di procedere all'analisi dei parametri produttivi e riproduttivi il campione è stato suddiviso in classi relativamente allo spessore del grasso dorsale (GRD), allo spessore del muscolo dorsale (MSD) e al rapporto MSD/GRD denunciati dalle scrofe al parto e allo svezzamento. La suddivisione in 4 classi è avvenuta considerando, per ogni rilievo, la media generale e la relativa deviazione standard (classe 1: < alla media - 1 volta la d.s.; classe 2: media-1 d.s.; classe 3: media + 1 d.s.; classe 4: > alla media + 1 d.s.). A seconda dei parametri da analizzare tali classi sono state introdotte come fattori fissi. I dati riportati in tabella sono presentati come media dei minimi quadrati ed errore standard della media. Inoltre è stato calcolato l'indice di correlazione di Pearson tra l'adiposità e muscolosità delle scrofe al parto ed allo svezzamento ed i parametri produttivi e riproduttivi rilevati. Differenze con  $P < 0.05$  sono state considerate statisticamente significative mentre con  $P < 0.10$  sono state ritenute indicative di una associazione.

## **RISULTATI E DISCUSSIONE**

Nonostante l'indagine sia stata effettuata in allevamenti per certi versi simili dal punto di vista manageriale le differenze gestionali comunque esistenti hanno fatto sì che il fattore "allevamento" abbia influenzato significativamente ( $P < 0.05$ ) la condizione nutrizionale e l'efficienza produttiva e riproduttiva delle scrofe (dati non riportati nelle tabelle).

Come si evince dalla tabella 1, i ceppi genetici non influiscono sulle riserve adipose e proteiche delle scrofe, probabilmente perché la variabilità genetica al giorno d'oggi negli allevamenti intensivi è limitata.

I valori più bassi di grasso e muscolo al parto, si ritrovano nelle secondipare, così come lo spessore più basso di grasso dorsale allo svezzamento; in quest'ultima fase invece lo spessore di muscolo dorsale è molto simile in tutti gli ordini di parto.

Dal 3° parto lo spessore di grasso dorsale è sempre elevato, così come indicato da Young, 2004.

In accordo con Knox e Zas, 2001, i risultati ottenuti indicano che il grasso non è influenzato dalla stagione. Il muscolo sembra invece essere basso nei mesi autunnali e invernali, quando le ore di luce sono poche. Sappiamo infatti che il fotoperiodo è in grado di influenzare molti elementi fisiologici tramite la secrezione della melatonina. Questo ormone regola, tra l'altro, l'Insuline-like Growth Factor (IGF-I), che interviene nel metabolismo proteico. E' avallata quindi l'ipotesi di diversi Autori (Weiler et al., 1996; Martelli G. et al., 2014) secondo cui l'aumento della secrezione di melatonina al diminuire delle ore di luce e il conseguente calo dell'IGF-I è responsabile della minore sintesi muscolare.

Secondo i dati riportati in tabella 2 e tabella 3, non ci sono correlazioni statisticamente significative tra le classi di adiposità e muscolosità e i suinetti nati totali, nati vivi e svezzati; tali correlazioni non sono emerse nemmeno con l'ISCU (intervallo svezzamento-

primo calore utile), così come indicavano nel 2000 Guedes et al. E' stato considerato anche il rapporto muscolo dorsale/grasso dorsale (MSD/GRD), mai preso in esame precedentemente dalla letteratura scientifica, perché buone performance produttive e riproduttive sottostanno al benessere fisico generale della scrofa, e non a specifici valori assoluti di grasso o muscolo dorsali. I risultati sono presentati nei seguenti grafici e nella tabella 4.

Le scrofe secondipare mostrano un rapporto MSD/GRD elevato, ciò denota un basso tenore di grasso, tipico di animali ancora immaturi, che in seguito ad una prima gravidanza e successiva lattazione in tenera età, senza aver ancora completato lo sviluppo fisico, hanno innescato un processo di catabolismo delle già scarse riserve adipose che si è irrimediabilmente protratto anche nella seconda gravidanza.

Il rapporto MSD/GRD si capovolge dopo il 3° parto, ossia quando la scrofa raggiunge la piena maturità fisica.

Tale rapporto risulta essere basso, sia al parto, che allo svezzamento, in autunno e in inverno, stagioni con poche ore di luce; mentre è sempre alto in estate, ciò avvalva di nuovo la tesi secondo cui il metabolismo muscolare è influenzato dal fotoperiodo, ma probabilmente testimonia anche il fatto che il grasso in estate è basso perché le scrofe perdendo appetito a causa del caldo, dimagriscono.

La tabella 4 mostra un importante risultato statisticamente significativo: il rapporto MSD/GRD al parto è inversamente proporzionale al numero di suinetti nati totali ( $P=0,035$ ) e al numero di suinetti nati vivi ( $P=0,047$ ), quindi se lo spessore di muscolo è molto elevato rispetto al grasso, la scrofa partorirà meno nati totali e vivi.

C'è una correlazione inversamente proporzionale, ma non una significatività anche con il numero di suinetti svezzati.

Altamente significativo risulta essere anche il rapporto MSD/GRD allo svezzamento e il numero di suinetti svezzati ( $P=0,005$ ) nonché quelli nati nel ciclo successivo ( $P=0,040$ ). Minore è il rapporto MSD/GRD, ossia maggiore è lo spessore di grasso rispetto al muscolo più numerosi saranno i suinetti svezzati e quelli partoriti nel successivo servizio.

Infatti anche il valore di grasso dorsale allo svezzamento risulta essere significativamente correlato in positivo al numero di suinetti svezzati, mentre il valore dello spessore di muscolo allo svezzamento è inversamente correlato (senza significatività) al numero di svezzati.

Inoltre c'è una associazione positiva tra lo spessore di grasso al parto e il numero di suinetti nati totali e svezzati.

## **CONCLUSIONI**

Alla luce di tali risultati concludo sostenendo che, come ha scritto nel 2005 Foxcroft, probabilmente il fattore di rischio “chiave” per quanto riguarda la scarsa efficienza della scrofa, è il muscolo, che in caso di ipertrofia comporta risultati produttivi negativi.

Ciò è un problema emergente, poiché le attuali genetiche sono ipermuscolose (Solignac, 2010). Infatti si può affermare che esiste una nuova sindrome, “sindrome della scrofa ipermuscolosa” (Solignac e Martineau, 2010 a; Foxcroft, 2005) come conseguenza indiretta della selezione genetica per la deposizione di muscolo e l'iperprolificità. In quanto sindrome, causa conseguenze a diversi livelli, come sul parto, sulla prolificità e sulla efficienza lattifera della scrofa.

La misurazione ecografica dello spessore del grasso e del muscolo dorsali, può aiutare ad avere un'indicazione dello stato del parco scrofe, con lo scopo di calibrare le formulazioni del mangime, in modo da controllare la sintesi di tessuto muscolare.

Diventa fondamentale però considerare il rapporto MSD/GRD e non il valore assoluto di muscolo o grasso; infatti è lo stato generale della scrofa ad influire sulla sua attività.

**Tabella 1** Fattori che influenzano il deposito lipidico e muscolare a livello dorsale (media  $\pm$  ES)  
**Table 1** Factors affecting the level of backfat and backlean

	Parto		Svezzamento		$\Delta$ parto-svezzamento	
	MSD	GRD	MSD	GRD	MSD	GRD
Ceppo genetico						
L	54.22 $\pm$ 1.65	19.46 $\pm$ 1.08	46.61 $\pm$ 1.57	16.39 $\pm$ 0.99	7.59 $\pm$ 1.70	3.07 $\pm$ 1.01
LW	55.76 $\pm$ 2.07	18.24 $\pm$ 1.37	49.15 $\pm$ 1.98	14.54 $\pm$ 1.25	6.59 $\pm$ 2.13	3.71 $\pm$ 1.28
LWL	52.42 $\pm$ 0.61	19.23 $\pm$ 0.41	46.42 $\pm$ 0.59	15.49 $\pm$ 0.37	5.99 $\pm$ 0.63	3.74 $\pm$ 0.38
LWLWL	52.91 $\pm$ 2.23	18.21 $\pm$ 1.47	46.67 $\pm$ 2.13	14.91 $\pm$ 1.34	6.23 $\pm$ 2.29	3.31 $\pm$ 1.37
Ordine parto						
1	55.19 $\pm$ 1.39c	17.81 $\pm$ 0.92ab	45.79 $\pm$ 1.34	14.73 $\pm$ 0.85ab	9.36 $\pm$ 1.44c	3.11 $\pm$ 0.87
2	51.78 $\pm$ 1.13a	16.91 $\pm$ 0.74a	46.47 $\pm$ 1.07	13.84 $\pm$ 0.68a	5.31 $\pm$ 1.16ab	3.07 $\pm$ 0.69
3	52.07 $\pm$ 1.47ab	20.44 $\pm$ 0.97c	47.05 $\pm$ 1.41	15.79 $\pm$ 0.89bc	4.99 $\pm$ 1.52a	4.66 $\pm$ 0.91
4	54.74 $\pm$ 1.46abc	19.44 $\pm$ 0.97bc	48.24 $\pm$ 1.40	16.21 $\pm$ 0.88bc	6.48 $\pm$ 1.51bc	3.24 $\pm$ 0.90
>5	55.35 $\pm$ 1.08c	19.31 $\pm$ 0.71bc	48.49 $\pm$ 1.03	16.09 $\pm$ 0.65bc	6.85 $\pm$ 1.16bc	3.23 $\pm$ 0.66
Stagione						
Primavera	55.03 $\pm$ 1.11b	19.10 $\pm$ 0.73	47.98 $\pm$ 1.05b	15.70 $\pm$ 0.67	7.07 $\pm$ 1.14	3.40 $\pm$ 0.68
Estate	53.07 $\pm$ 1.46ab	17.92 $\pm$ 0.97	47.49 $\pm$ 1.40b	14.14 $\pm$ 0.88	5.56 $\pm$ 1.51	3.79 $\pm$ 0.90
Autunno	57.49 $\pm$ 2.23bc	19.09 $\pm$ 1.47	49.15 $\pm$ 2.13b	15.89 $\pm$ 1.34	8.32 $\pm$ 2.30	3.21 $\pm$ 1.37
Inverno	50.11 $\pm$ 1.35a	18.45 $\pm$ 0.89	42.96 $\pm$ 1.28a	15.69 $\pm$ 0.81	7.15 $\pm$ 1.38	3.20 $\pm$ 0.83

MSD: spessore del muscolo *M. Longissimus dorsi* (punto P2); GRD: spessore del grasso dorsale (punto P2)

MSD: back lean (on site P2); GRD: back fat (on site P2)

a,b diversi per  $P < 0.05$  a,b different for  $P < 0.05$

**Tabella 2** Performance produttive delle scrofe suddivise in classi di adiposità (GRD) e muscolosità (MSD) al parto.

**Table 2** Performances of sows classified according to level of back fat and back lean at farrowing

	Nati totali	Nati vivi	Svezzati
GRD al parto			
- < 15 mm	11.20 ± 1.07	9.92 ± 1.00	9.73 ± 0.81
- 15 - 19 mm	11.63 ± 0.80	10.88 ± 0.75	9.75 ± 0.60
- 19.1 - 23 mm	11.17 ± 0.93	10.48 ± 0.87	10.92 ± 0.70
- > 23 mm	12.08 ± 1.10	11.56 ± 1.04	10.02 ± 0.83
MSD al parto			
- < 47 mm	12.16 ± 1.01	11.79 ± 0.95	10.47 ± 0.76
- 47.1 - 52.7 mm	11.31 ± 0.74	10.61 ± 0.70	9.95 ± 0.56
- 52.8 - 58.4 mm	11.53 ± 0.79	10.53 ± 0.74	10.43 ± 0.59
- > 58.4 mm	10.87 ± 0.89	9.93 ± 0.84	9.57 ± 0.67
MSD/GRD al parto			
- < 2.2	10.94 ± 1.25	10.34 ± 1.16	10.35 ± 0.94
- 2.2 - 2.9	11.17 ± 0.75	10.64 ± 0.68	9.58 ± 0.57
- 3.0 - 3.6	12.58 ± 0.79	11.68 ± 0.78	10.16 ± 0.60
- > 3.6.	11.10 ± 1.42	10.50 ± 1.35	10.31 ± 1.07

MSD: spessore del muscolo *M. Longissimus dorsi* (punto P2); GRD; spessore del grasso dorsale (punto P2)

MSD: back lean (on site P2); GRD: back fat (on site P2)

**Tabella 3** Performance riproduttive delle scrofe suddivise in classi di adiposità (GRD) e muscolosità (MSD) allo svezzamento.

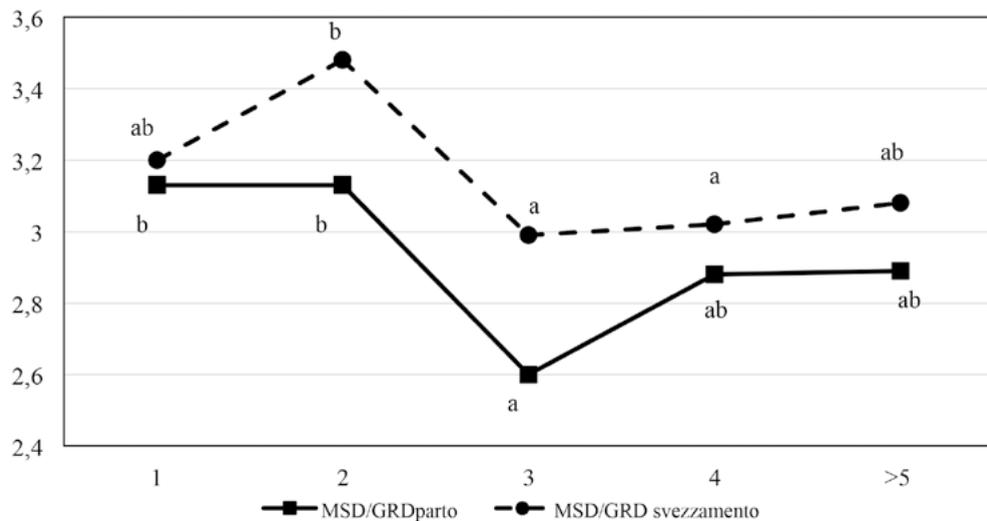
**Table 3** Performaces of sows classified according to level of back fat and back lean at weaning.

	Int. svezz – concepimento	Nati totali al parto successivo
GRD allo svezzamento		
- < 11.9 mm	4.46 ± 5.97	13.27 ± 1.35
- 11.9 – 15.4 mm	6.10 ± 4.38	12.40 ± 0.99
- 15.5 – 18.9 mm	10.72 ± 4.50	11.12 ± 1.02
- > 18.9 mm	7.72 ± 5.65	12.29 ± 1.28
MSD allo svezzamento		
< 41.3 mm	10.44 ± 4.86	12.31 ± 1.10
41.3 – 46.9 mm	9.31 ± 3.79	11.83 ± 0.86
47.0 – 52.5 mm	5.68 ± 4.26	12.59 ± 0.93
> 52.5 mm	5.63 ± 5.05	12.34 ± 1.14
MSD/GRD allo svezzamento		
< 2.3	4.00 ± 6.89	12.31 ± 1.56
2.3 – 3.2	11.34 ± 3.82	13.42 ± 0.86
3.3 – 4.1	6.31 ± 4.16	13.03 ± 0.94
> 4.1	7.55 ± 7.19	10.31 ± 1.63

MSD: spessore del muscolo M. Longissimus dorsi (punto P2); GRD; spessore del grasso dorsale (punto P2)

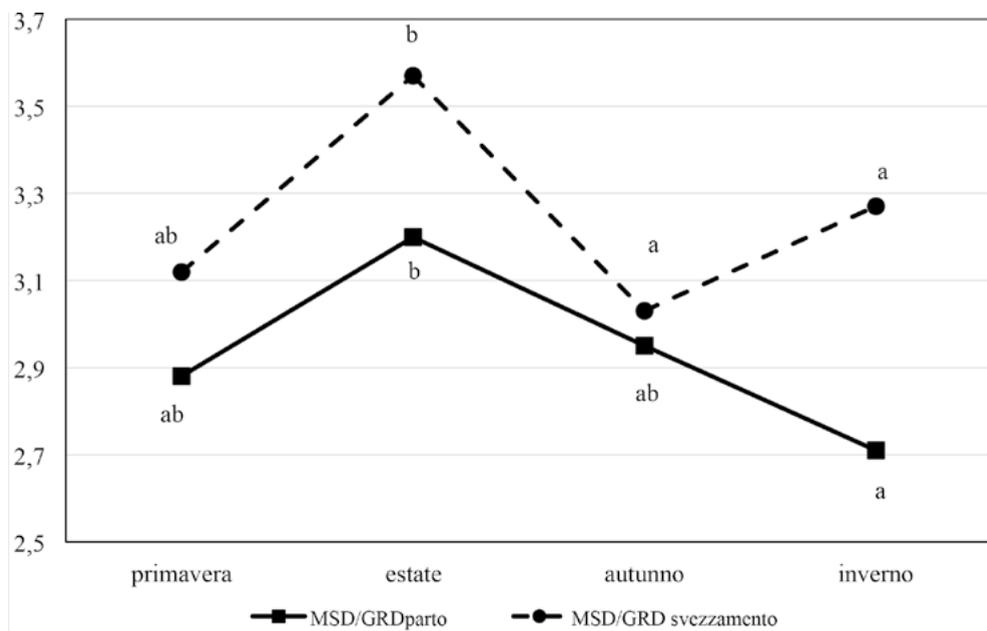
*MSD: back lean (on site P2); GRD: back fat (on site P2)*

**Grafico 1** Rapporto MSD/GRD al parto ed allo svezzamento in relazione all'ordine di parto  
**Figure 1** Evolution of backfat/backlean ratio at farrowing and at weaning according to parity



**Grafico 2** Rapporto MSD/GRD al parto ed allo svezzamento in relazione alla stagione del ciclo produttivo  
**Figure 2** Evolution of backlean/backfat ratio at farrowing and at weaning according to season

*Figure 2 Evolution of backlean/backfat ratio at farrowing and at weaning according to season*



a,b diversi per  $P < 0.05$   
 a,b different for  $P < 0.05$

**Tabella 4** Correlazioni tra adiposità e muscolosità ed i parametri produttivi e riproduttivi  
**Table 4** Correlation between back fat and back lean and performances

	Nati totali	Nati morti	Nati vivi	n. svezzati	Intervallo svezz.-concep.	Nati totali parto successivo
GRD parto	0.122 0.08	0.069 0.333	0.101 0.156	0.136 0.054	-0.075 0.331	0.135 0.081
MSD parto	0.006 0.933	0.063 0.373	-0.023 0.744	0.013 0.805	-0.066 0.394	0.038 0.629
MSD/GRD parto	-0.150 0.035	-0.047 0.505	<b>-0.141</b> 0.047	<b>-0.132</b> 0.064	0.043 0.579	-0.103 0.185
GRD svezz.				<b>0.169</b> 0.017	-0.042 0.590	0.104 0.181
MSD svezz.				-0.116 0.101	-0.034 0.665	-0.089 0.257
MSD/GRD svezz.				<b>-0.196</b> 0.005	0.034 0.662	<b>-0.159</b> 0.040

MSD: spessore del muscolo M. *Longissimus dorsi* (punto P2); GRD; spessore del grasso dorsale (punto P2)

MSD: backlean (on site P2); GRD: backfat (on site P2)

#### BIBLIOGRAFIA:

1. Boccuzzi R. Effetti del fotoperiodo artificiale sul benessere e sulle prestazioni produttive del suino pesane italiano. PhD thesis 2010. Università degli Studi di Bologna, Scienze della nutrizione e degli alimenti
2. Brisbane JR and Chesnais JP. Relationship between backfat and sow longevity in Canadian Yorkshire and Landrace pigs. 1996 In Proc. NSIF Ann. Mtg. Vol. 21
3. Close WH, Mullan BP. Nutrition and feeding of breeding stock. World Animal Science, Pig Production (ed. MR Taverner & AC Dunkin). Ch.8 pp. 169-202. Elsevier Science Ltd, Amsterdam, Netherlands
4. Clowes EJ, Aherne FX, Foxcroft GR, Baracos VE. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. J. Anim. Sci.2003. 81: 753-764
5. Clowes EJ, Aherne FX, Schaefer AL, Foxcroft GR, Baracos VE. Parturition body size and body protein loss during lactation influence performance during lactation and ovarian function at weaning in first parity sows. J. Anim. Sci. 2003. 81. 1517-1528

6. Decreto Legislativo n. 122/2011. Attuazione della direttiva 2008/120/CE che stabilisce le norme minime per la protezione dei suini. G.U. Serie Generale n. 178 del 2 agosto 2011
7. Esbenshade KL, Britt JH, Armstrong JD, Toelle VD, Stanislaw M. Body condition of sows across parities and relationship to reproductive performance. *J. Anim. Sci.* 1986. 62: 1187-1193
8. Ferronato G. Influenza della condizione corporea della scrofa sul peso e la variabilità ponderale dei suinetti alla nascita. Tesi di laurea 2013. Università degli Studi di Parma, dipartimento di Scienze medico veterinarie
9. Foxcroft G, Beltranena E, Patterson J, Williams N. Recognizing the characteristics of our new dam lines. Allen D. Lemans Swine Conference 2005; 130-138
10. Gaughan JB, Cameron RD, Dryden GM, Young BA. Effect of body composition at selection on reproductive development in large white gilts. *J Anim Sci* 1997, 75:1764-1772
11. Guedes R., Nogueira R. Relationship among body condition at parturition, decrease of backfat thickness and weight during the lactation and the interval from weaning to oestrus of sows. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.* vol.37 n.1 São Paulo 2000
12. Hoffmann CL, Bilkei G. Effect of body condition of postweaning “flushed” sows and weaning – to mating interval on sow reproductive performance. *Vet Rec.* 2003. 152: 261-263
13. Houde AA, Méthot S, Murphy BD, Bordignon V, Palin MF. Relationships between backfat thickness and reproductive efficiency of sows: A two-year trial involving two commercial herds fixing backfat thickness at breeding. *Can. J. Anim. Sci.* 2010. 90: 429-436
14. Jindal R, Cosgrove JR, Aherne FX, Foxcroft GR. Effect of nutrition on embryo mortality in gilts: association with progesterone. *J Anim. Sci.* 1996. 74: 620-624
15. Jindal R, Cosgrove JR, Foxcroft GR. Progesterone mediates nutritionally induced effects on embryonic survival in gilts. *J. Anim. Sci.* 1997. 75: 1063-1070
16. Knox RV and Rodrigues ZS SL. Factors influencing estrus and ovulation in weaned sows as determined by transrectal ultrasound. *J. anim. Sci.* 2001. 79: 2957-2963
17. Lewis CRG, Bunter KL. Body development in sows, feed intake and maternal capacity. In Part 1: Performance, pre-breeding and lactation feed intake traits of primiparous sows animal, doi. 10.11017/S1751731111001121.
18. Martelli G, Nannoni E, Grandi M, Bonaldo A, Zaghini G, Vitali M, Biagi G, Sardi L. Growth parameters, behavior, and meat and ham quality of heavy pigs subjected to photoperiods of different duration. *J. Anim. Sci.* 2014. 7906
19. Martineau GP, Badouard B. Managing highly prolific sows. London Swine Conference – Tools of the Trade 1-2 April 2009; 3-19
20. Martineau GP, Le Treut Y, Guillou D, et al. Postpartum dysgalactia syndrome: A simple change in homeorhesis? *J Swine Health Prod.* 2013;21(2):85-93
21. Martineau GP. Body building syndromes in sows. *Proc AASP.* Denver, Colorado. 1990; 345–348
22. Martineau GP. Postpartum dysgalactia syndrome and mastitis in sows. In: Aiello E, ed. *Merck Veterinary Manual.* 8th ed. Whitehouse Station, New Jersey: Merck and Co, Inc. 1998:1020–1024
23. NRC. 1998. *Nutrient Requirements of Swine.* 10th ed. Natl. Acad. Press, Washington, D.C.
24. Olivero C, Heinonen M, Valros A, Peltoniemi O. Environmental and Sow-related factors affecting the duration of farrowing. *Anim. Reprod. Sci.* 2010. 119 (1-2): 85-91
25. Oliviero C, Kokkonen T, Heinonen M, Sankari S, Peltoniemi O. Feeding sows with different amount of fibre during late pregnancy, farrowing and early lactation: Impact on

- the intestinal function, the energy balance and the litter. *Res Vet Sci.* 2009;86:314–319
26. Palomo Yague A. Aspetti nutrizionali e gestione dell'alimentazione nelle scrofe in lattazione. *Atti SIPAS* 2014; 57-65
  27. Patterson JL, Ball RO, Willis HJ, Aherne FX, Foxcroft GR. The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts. *J Anim Sci* 2002. 80:1299-1310
  28. SAS Inc., 2012. SAS® User's guide: statistics (version 9.4). SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA
  29. Solignac T, Keita A, Pagot E, Martineau GP The over-muscled sow syndrome: a new emerging syndrome in a hyperprolific sow herds: Preliminary observations on farrowing duration. *Proc IPVS.* Vancouver, Canada. 2010:124
  30. Solignac T, Martineau GP. The over-muscled sow syndrome: a new emerging syndrome in a hyperprolific sow herds: clinical consequences, preliminary observations. *Proc IPVS.* Vancouver, Canada. 2010:1174. Poster 868
  31. Solignac T, Martineau GP. The over-muscled sow syndrome: a new emerging syndrome in a hyperprolific sow herds. Effect of back fat and back lean on prolificacy. *Proc IPVS.* Vancouver, Canada. 2010:1175. Poster 869
  32. Tonon F., Rossetto G., Mazzoni C., Stelletta C. Relazioni tra lo spessore del lardo dorsale ed alcuni indici riproduttivi di scrofe. *Atti SIPAS* 2009; 513-519
  33. Toplis P, Ginesi MFJ, Wrathhall AE. The influence of high food levels in early pregnancy on embryo survival in multiparous sows. *Anim. Prod.* 1983. 37: 45-48
  34. Vanderhaeghe C, Dewulf J, De Kruif A, Maes D. Non-infectious factors associated with stillbirth in pigs: a review. *Animal Reprod. Sci.* 2013. 139: 76-88
  35. Vinsky MD, Novak S, Dixon WT, Dyck MK, Foxcroft GR. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. *Reprod Fertil. Dev.* 2006. 18: 347-355
  36. Weiler U, Claus R, Dehnhard M, Hofacker S. Influence of the photoperiod and light reverse program on metabolically active hormones and food intake in domestic pigs compared with wild boar. *Can. J. Anim. Sci.* 1996. 76: 531-539
  37. Whittemore CT. Nutrition reproduction interactions in the primiparous sow. A review. *Livestock Prod. Sci.* 1996. 46: 65-83
  38. Wientjes JGM. Piglet birth weight and litter uniformity: Importance of pre-mating nutritional and metabolic conditions. PhD thesis, 2013, Wageningen Univ., Wageningen, the Netherlands, 240. p.
  39. Young MG, Tokach MD, Aherne FX, Main RG, Dritz SS, Goodband RD, Nelssen JL. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 2004. 82:3058-3070
  40. Young MG, Tokach MD, Goodband R, Nelssen JL, Dritz SS. The relationship between body condition score and backfat in gestating sows. *Swine Day*, Manhattan, KS, November 15, 2001