

INDAGINI SULLA CORRELAZIONE TRA LO SCHIACCIAMENTO DEI SUINETTI IN SALA PARTO E LE LESIONI PODALI NELLE SCROFE

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN THE POST-FARROW CRUSHING OF PIGLETS AND FOOT LESIONS OF SOWS

ZOLIN C.¹, COSTA A.², DE FAVERI E.³, SALA V.¹

¹ *Dipartimento di Scienze Veterinarie e Sanità Pubblica – Università di Milano;*
² *Dipartimento di Scienze Veterinarie per la Salute, la Produzione Animale e la Sicurezza
Alimentare – Università di Milano;* ³ *Scuola di Specializzazione in Sanità Animale,
Allevamento e Produzioni Zootecniche – Università di Milano*

Parole chiave: scrofa, lesioni podali, suinetto, schiacciamento.

Key words: sow, podal lesions, piglet, crushing.

Riassunto

La mortalità di ciclo è una delle principali cause di mancato reddito negli allevamenti suinicoli. Le soluzioni al problema sono già state individuate nelle fasi post-svezzamento, con misure sanitarie, gestionali e con una maggior cura delle strutture. Poco è stato fatto nel periodo neonatale (nei primi 3-7 giorni di vita), dove la mortalità assume un peso rilevante sulle perdite totali (fino all'11%). Una delle possibili cause è lo schiacciamento da parte della scrofa durante i primi giorni di vita, evento che potrebbe verosimilmente essere favorito dalla presenza di lesioni dei piedi delle scrofe stesse. L'obiettivo di questo lavoro sperimentale è stato individuare i fattori di rischio e le principali cause del problema, ponendo particolare attenzione alle patologie podali delle scrofe, per verificare se e quanto queste possano incidere sulla perdita di suinetti. In effetti, le lesioni podali possono incidere sia sulle perdite in sala parto (in modo particolare nei primi giorni di vita ma anche nel periodo successivo), sia sulla numerosità degli svezzati; non sono certamente l'unico elemento condizionante, ma il loro ruolo è statisticamente verificabile. L'applicazione di un sistema di punteggio delle lesioni podali ha infine dimostrato che le lesioni anteriori sono più rilevanti di quelle posteriori e ciò potrebbe motivare altre indagini sul meccanismo di coricamento e levata delle scrofe come una delle cause dello schiacciamento.

Summary

The cycle mortality is a major cause of productive losses in the pig farming. The solutions to the problem have already been identified in the post-weaning stages, with sanitation, management and increased care of the facilities. Little has been done in the neonatal period (in the first 3-7 days of life), where mortality assumes a significant weight on the total losses (11%). One possible cause is the crushing of piglets during the first days of life, an event that is likely to be favored by the presence of lesions of the feet of the sows. The objective of this experimental study was to identify the risk factors and the main causes of the problem, paying particular attention to diseases podal sows, to see if and how these may affect the loss of piglets in farrowing room. In fact, the foot lesions can affect both neonatal losses (especially in the first days of life but also in the next period), both the number of weaned pigs. They are not the only influencing factor, but their role is statistically verifiable. The application of a scoring system of foot lesions has finally shown that the front legs lesions are more relevant than the rear ones and this could motivate other investigations on the mechanism of lying and raising of sows as one of the causes of crushing.

INTRODUZIONE

Le perdite produttive ed economiche in suinicoltura sono correlate al tasso di mortalità e al ritardo di crescita; quest'ultimo è principalmente ascrivibile agli errori gestionali, spesso amplificati da strutture inadeguate al potenziale genetico dei suini, ma un ruolo decisivo va attribuito anche alle patologie condizionate della fase di finissaggio.

Considerando nel suo insieme la mortalità di ciclo, quella dei suinetti nel periodo che va dalla nascita allo svezzamento è ancora preponderante, ma la fase più critica è quella neonatale, corrispondente alla prima settimana di vita.

Analogamente a quanto accade nelle altre specie, anche quella suina è caratterizzata da una propria mortalità peri-parto, dovuta a determinanti specifiche, intimamente legate alla fisiologia e all'etologia di specie, modulate e amplificate dalla gestione aziendale. Secondo i dati presenti in letteratura, la mortalità peri-parto nella specie suina si attesterebbe tra l'11,5 e il 18,6 %, con una variabilità che è funzione del Paese in cui è valutata (Koketsu *et al.*, 2006). Tali valori vanno certamente considerati con attenzione, poiché la redditività aziendale è strettamente connessa al numero di suinetti svezzati per anno (Dial *et al.*, 1992; Stein *et al.*, 1990).

Il numero medio di nati per scrofa si aggira attorno a 12 con punte fino a 20, ma le perdite prima dello svezzamento possono variare tra il 5 e il 25% (Andersen *et al.*, 2004); nei primissimi giorni dopo il parto, lo schiacciamento e la morte per mancanza di alimento rappresentano insieme il 50-80% di tutti i decessi (Fraser, 1990; Jarvis *et al.*, 2005).

Lo schiacciamento dei suinetti è in buona sostanza il risultato di un'interazione non corretta tra il suinetto, il comportamento della madre e l'ambiente in cui essi convivono (Marchant *et al.*, 2001; Sala, 2005); alla nascita, infatti, i piccoli arrivano a all'incirca 1 kg, ma condividono una piccola area con la madre che ne pesa circa 200-250. Se si considera tale differenza, non c'è da stupirsi che uno dei principali fattori di mortalità nel periodo parto-svezzamento sia proprio lo schiacciamento da parte della madre stessa (Fraser, 1990; Sala e Fantinati, 2012). Perché questa dinamica avvenga, il suinetto si dovrà trovare vicino alla madre mentre questa compie dei movimenti tali da intrappolarlo tra il proprio corpo e il pavimento o una parete e/o struttura della gabbia di parto; in queste condizioni, è impossibile che il lattinzolo sopravviva a lungo sotto un peso enormemente superiore al suo. Talvolta, invece, le grida del piccolo sono in grado di far spostare o rialzare prontamente la madre e, se il tempo di schiacciamento non è stato eccessivo e la posizione non pericolosa, il suinetto non riporterà danni permanenti.

La posizione e il tempo di permanenza sotto il corpo della madre, dunque, sono elementi molto importanti, tanto che molti suinetti muoiono in pochi minuti soprattutto per soffocamento, mentre solo pochi per le fratture e le lesioni riportate (Weary *et al.*, 1996a; Wechsler e Hegglin, 1997). Guardando il problema dal punto di vista meccanico, va ricordato che esistono vari movimenti attraverso cui la scrofa arriva a schiacciare i suinetti, ma sono poche le indicazioni bibliografiche al riguardo (Weary *et al.*, 1996a).

Numerosi studi confermano la correlazione tra l'età delle scrofe, il livello di carriera e la vitalità neonatale dei suinetti, ma anche il tempo intercorrente tra l'inizio e la fine del parto è un fattore critico; i parti languidi, infatti, si associano non solo a un aumento dei nati morti, ma anche a una ridotta vitalità che innalza pericolosamente il rischio schiacciamento (Fantinati, 2011).

Un altro elemento da considerare è certamente quello riguardante la durata della lattazione: i maggiori rischi di mortalità sono associati alle figliate che rimangono sotto scrofa più a lungo, perché ciò comporta un maggiore tempo di contatto, incrementando le possibili occasioni di schiacciamento.

Altri fattori, per lo più sottovalutati o addirittura non considerati, sono le patologie podali; con questa definizione s'intende un complesso di lesioni che solo nei casi più gravi esitano in zoppia, anche perché le scrofe sono animali particolarmente resistenti al dolore. La lesione più comune è l'ipercheratosi del cuscinetto plantare, spesso correlata a traumatismi da pavimentazione; le fratture della suola e/o del tallone sono invece dovute a dimensioni scorrette delle fessure del grigliato, in cui gli unghielli possono rimanere intrappolati. Le separazioni lungo la linea bianca sono anch'esse riportabili all'eccessiva pressione dovuta al peso della scrofa su pavimentazioni traumatizzanti, mentre le fratture (orizzontali o verticali) della parete dell'unghia sono frequenti in situazioni di crescita eccessiva associata ad ipoc consumo. Infine, l'eccessiva lunghezza degli unghielli principali o degli unghielli accessori (speroni) è riportabile all'immobilità protratta della scrofa.

In tutte le lesioni, non sono da sottovalutare le infezioni secondarie, soprattutto se coinvolgono le strutture articolari, aggravando ulteriormente il quadro; i batteri che vi partecipano sono diversi e spesso associati in modo imprevedibile e ciò complica non poco la diagnosi.

Anche i fattori condizionanti sono variabili e di natura ambientale, manageriale, genetica e alimentare; sono particolarmente importanti le pavimentazioni e anche la permanenza continua su superfici bagnate e imbrattate di feci o urine, può ridurre progressivamente la consistenza delle strutture podali, con conseguente rammollimento dello strato corneo, che diventa più vulnerabile.

Resta invece in discussione il ruolo della genetica, già dimostrato per l'ostecondrosi; per una parola definitiva sarebbe necessario considerare le caratteristiche morfologiche dei fenotipi interessati. Infine, alle lesioni possono contribuire anche fattori nutrizionali di diversa natura. Per poter identificare quali tipologie di lesione hanno un'effettiva associazione con la zoppia, è stato messo a punto un sistema che consente di assegnare un punteggio a ciascun piede secondo una scala a tre valori corrispondenti alla gravità della lesione (1 = lieve, 2 = moderata, 3 = grave; Deen *et al.*, 2008a,b).

La gravità e l'importanza del problema sono testimoniate dal fatto che una delle principali cause di eliminazione delle scrofe riproduttrici, a volte anche prima della loro carriera riproduttiva, è rappresentata proprio dai problemi locomotori, definiti spesso genericamente "zoppie" (Anil *et al.*, 2007).

Pertanto, trattamento e prevenzione delle patologie podali costituiscono interventi indispensabili per il mantenimento di uno standard produttivo elevato nella scrofaia limitando al contempo le perdite economiche. E' dunque necessario valutare attentamente le lesioni e quantificarne l'effettiva rilevanza applicando i sistemi di punteggio sopra descritti per avere indicazioni oggettive del problema.

Molto si è fatto per controllare e ridurre la mortalità nel periodo del post-svezzamento, con misure sanitarie, gestionali e con una maggior cura delle strutture, sia nella fase di svezzamento, sia nel magronaggio e nell'ingrasso. Resta invece ancora un ampio margine d'intervento sulla mortalità neonatale (nei primi 3-7 giorni di vita), che assume un peso piuttosto rilevante sulle perdite totali (11%).

L'obiettivo di questo studio sperimentale è dunque individuare i fattori di rischio e le principali cause del problema, ponendo particolare attenzione alle patologie podali delle scrofe e alla loro correlazione con lo schiacciamento, per verificare se e quanto queste possano incidere sulla perdita di suinetti in sala parto.

Considerando gli attuali margini economici del settore suinicolo, una valutazione mirata delle cause di schiacciamento potrebbe consentire un miglioramento della produttività delle sale parto e quindi, attraverso una migliore qualità degli svezzati, di tutto il ciclo di allevamento.

MATERIALI E METODI

L'indagine è stata condotta selezionando due aziende suinicole a ciclo chiuso aventi rispettivamente 600 e 450 scrofe di genetica italiana. La gestione riproduttiva delle scrofaie prevede i primi 40 giorni di gestazione in gabbia singola e poi le scrofe sono trasferite in gruppo. I parti sono naturali e la lattazione dura circa 4 settimane. Le scrofe ricevono due volte al giorno alimento semi-liquido.

Per quanto riguarda le strutture di gestazione, i pavimenti sono realizzati in grigliato nella prima fase, mentre nella seconda fase è presente una pavimentazione mista.

In entrambi gli allevamenti sono stati eseguiti tre rilievi successivi su differenti tornate di parto, a una distanza di due mesi l'uno dall'altro, per un totale di 200 scrofe. Nella formazione dei gruppi di valutazione, è stato mantenuto equivalente il numero di primipare e pluripare. Sono state valutate le condizioni dei piedi di ciascuna scrofa, considerando anteriori e posteriori, differenziando il tipo di lesione e assegnando un punteggio a ciascuna; allo scopo, è stata predisposta una tabella che consente di classificare ciascun problema in base alla tipologia e alla gravità.

Per facilitare l'indagine statistica, le lesioni sono state poi suddivise in anteriori e posteriori; è stata poi considerata la lesione prevalente negli arti anteriori piuttosto che nei posteriori e quella predominante in ciascuna azienda.

I suinetti di ciascuna figliata sono stati monitorati dal parto fino allo svezzamento, registrando diversi parametri: nati vivi, mummificati e nati morti, schiacciati, vivi dopo tre giorni, numero complessivo di morti prima dello svezzamento e suini svezzati.

È stata infine analizzata su base statistica la correlazione tra le lesioni podali delle scrofe (totali, anteriori e posteriori) e il numero di suinetti schiacciati, vivi dopo tre giorni e svezzati, utilizzando il software sas 9.3 (SAS Inc., 2013).

RISULTATI E CONSIDERAZIONI

I risultati complessivi delle lesioni podali nelle due aziende sono riportati in Tabella 1.

Tabella 1. Lesioni podali nelle due aziende.

Table 1. Podal lesions in the two farms.

	Allev. A	Allev. B
Punteggio negativo	40	55
Primipare	25	28
Pluripare	15	27
	Allev. A	Allev. B
Punteggio positivo	160	145
Primipare	54	42
Pluripare	106	103

Emerge subito chiaramente come, tra le scrofe senza lesioni, siano in netta prevalenza le primipare, specialmente nell'azienda A. Le scrofe maggiormente affette da lesioni sono viceversa le pluripare, in entrambe le situazioni.

Il numero di nati vivi per ciascuna figliata è stato simile in entrambi gli allevamenti, sia tra le scrofe con lesioni, sia tra quelle senza; anche i numeri che si riferiscono ai feti mummificati e ai suinetti nati morti, come pure quelli che sopravvivono fino al terzo giorno sono sovrapponibili tra le scrofe senza patologie podali. Questo rappresenta un dato positivo, perché attesta che le due realtà sono omogenee, avvantaggiando l'analisi statistica nel momento dell'assemblaggio dei dati.

Le lesioni podali rilevate sono state quindi classificate mediante il sistema sviluppato da *Zinpro* e i punteggi ottenuti nei due gruppi si attestavano tra 1 e 5 per i piedi anteriori e tra 1 e 10 per i posteriori.

La presenza di più di una lesione su uno stesso piede non ha permesso per il momento di rintracciare la correlazione tra un tipo specifico di problema e il danno al suinetto.

Indagando quale fosse la tipologia di lesione predominante, è emerso che l'ipercheratosi del cuscinetto plantare, spesso associata a erosione, è quella più diffusa, sia a carico degli anteriori che dei posteriori, seguita dall'eccessiva crescita degli unghia.

Questo quadro potrebbe essere spiegato dalle recenti modifiche nella gestione delle scrofe durante il periodo della gestazione. Dal 2013, infatti, negli allevamenti europei è stata ridotta la permanenza delle scrofe in gabbia singola aumentando invece quella in box di gruppo (Dir. 2008/120/CE; D.Lgs. 7 luglio 2011, n. 122); ciò ha comportato una riduzione dell'ipercheratosi in seguito ad una maggiore usura della suola durante il movimento, ma anche ad un peggioramento delle lesioni da eccessiva crescita eventualmente presenti.

Un'altra lesione frequentemente rilevata è l'eccessiva lunghezza degli unghia accessori, specialmente a carico dei posteriori, dove gli unghia accessori crescono di più. Le fratture orizzontali e verticali della parete e le separazioni a livello della linea bianca sono più frequenti negli arti posteriori, in particolare nelle scrofe pluripare.

È importante ricordare la correlazione diretta tra queste lesioni e lo stato della pavimentazione, specie se in grigliato. In nessuna di queste aziende, invece, sono stati rinvenuti casi di flemmoni al cercine coronario.

Nella seconda parte di questo lavoro sono state analizzate le lesioni podali e i punteggi in relazione ai differenti parametri misurati, con lo scopo di identificare la significatività statistica delle correlazioni.

Quest'operazione è stata condotta in modo particolare sugli indicatori della produttività della scrofa in sala parto; obiettivo finale di questa ricerca, infatti, è la dimostrazione dell'impatto economico delle lesioni podali, in modo specifico in termini di nati vivi e suinetti svezzati. Fornire un quadro più chiaro di questa problematica e delle sue implicazioni pratiche potrà dunque contribuire ad accrescere la sensibilità degli allevatori rispetto alle patologie podali e al benessere e produttività della scrofa.

La raccolta dei dati in sala parto ha permesso di evidenziare che le pluripare hanno un numero più alto di nati vivi, di suinetti vivi a tre giorni dal parto e di svezzati. La mortalità totale è stata leggermente più alta tra le figliate delle pluripare, ma l'elevato numero di nati consente di avere comunque più svezzati.

Un livello elevato di efficienza in sala parto è correlato statisticamente con il numero di suinetti nati vivi, con una ridotta natimortalità e con un aumento del numero di suinetti vivi al terzo giorno ($P < 0.001$ per tutti i valori).

Figura 1. Relazioni tra punteggi podali e suinetti nati vivi
(0-5 = punteggio; 0-16 = suinetti).

Figure 1. Correlation between podal scores and piglets born alive
(0-5 = score. 0-16 = piglets)

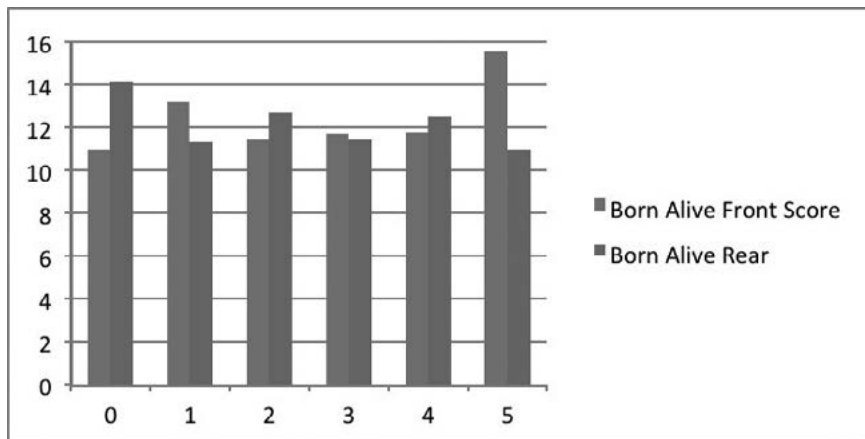


Figura 2. Relazione tra punteggi podali e suinetti vivi al terzo giorno
(0-5 = punteggio; 0-14 = suinetti).

Figure 2. Correlation between podal scores and piglets alive on the third day
(0-5 = score. 0-14 = piglets)

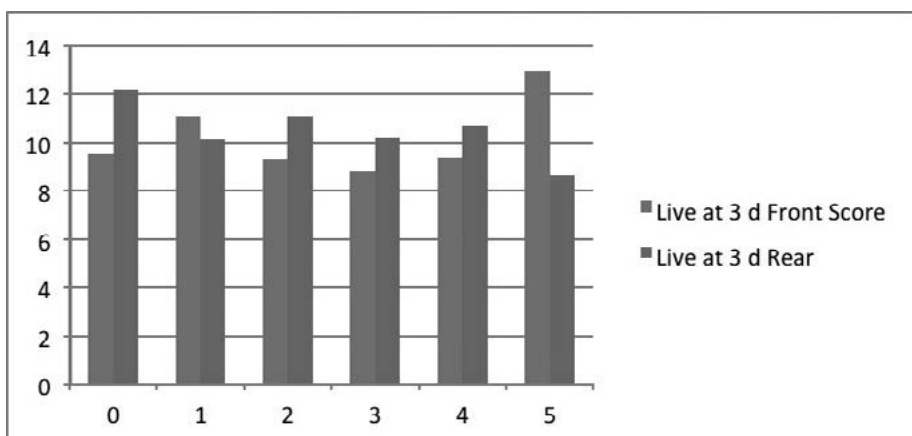


Figura 3. Relazione tra punteggi podali e numero totale di suinetti morti
(0-5 = punteggio; 0-3=suinetti).

Figure 3. Correlation between podal scores and total number of dead piglets
(0-5 = score. 0-3 = piglets)

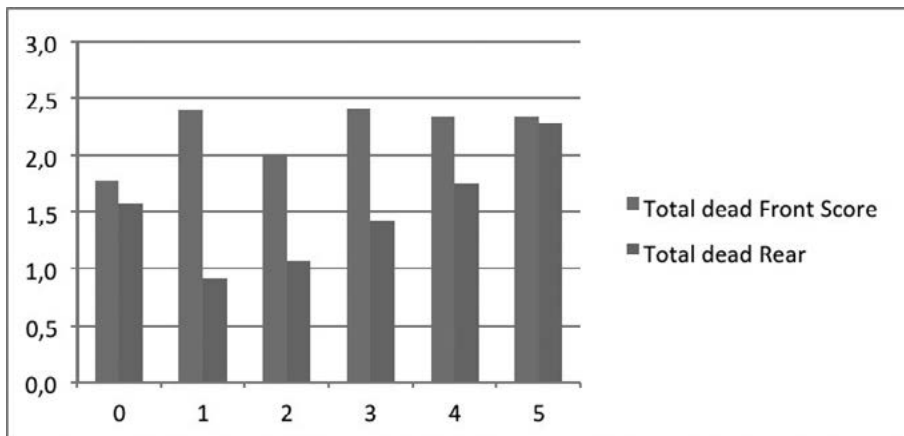
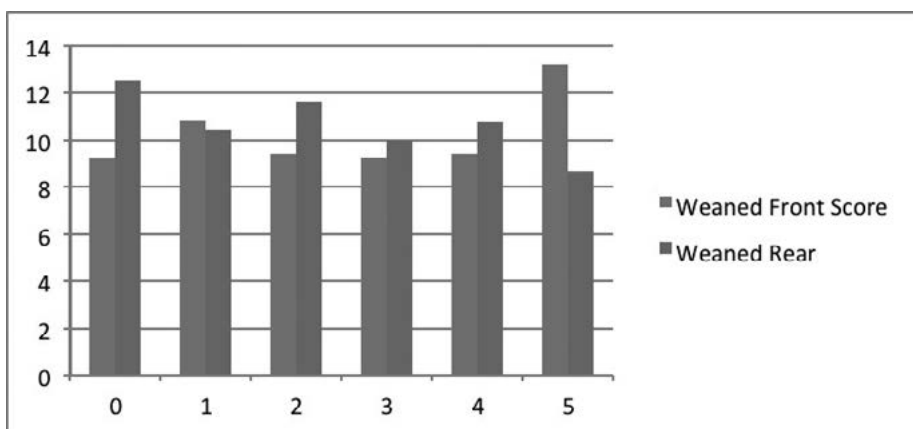


Figura 4. Relazione tra punteggi podali e suinetti svezzati
(0-5 = punteggio; 0-14 = suinetti).

Figure 4. Correlation between podal scores and weaned piglets
(0-5 = score. 0-14 = piglets)



Confrontando le due aziende, il valore medio dei suinetti schiacciati è maggiore nell'allevamento A (1.84) rispetto all'allevamento B (1.50). Sia nelle primipare, sia nelle pluripare, si trovano infatti lesioni podali numerose e più gravi; le differenze tra le due realtà sono statisticamente significative ($P < 0.001$).

La correlazione tra lo schiacciamento e le lesioni podali è maggiore per gli arti anteriori rispetto ai posteriori; ad esempio, considerando i due valori più elevati (grado 5) troviamo 2.15 suinetti schiacciati per gli anteriori e 1.81 per i posteriori. Anche in questo caso, la differenza è statisticamente significativa ($P < 0.001$).

Inoltre si è visto come differenti combinazioni di punteggi podali anteriori e posteriori abbiano significatività statistica se comparate allo schiacciamento.

Figura 5. Relazione tra punteggi podali e suinetti schiacciati
(0-5 = punteggio; 0-3 = suinetti).

Figure 5. Correlation between podal scores and crushed piglets
(0-5 = score. 0-3 = piglets)

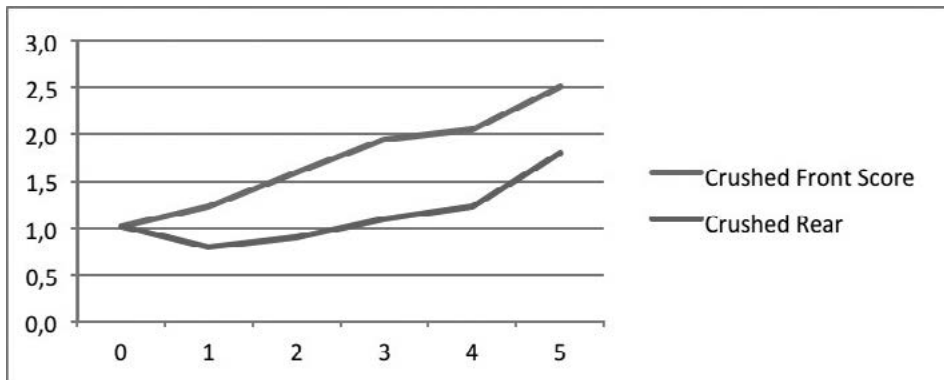


Tabella 2. Combinazione di punteggi podali anteriori e posteriori e livelli di significatività.

Table 2. Combination of front and rear scores with significance levels.

Front	Rear	Crushed	Standard	Pr > t
0	1	0,167	0,245	0,497
0	2	0,220	0,064	0,0006
0	0	0,308	0,062	<.0001
0	4	0,511	0,089	<.0001
0	3	0,688	0,347	0,0482
0	5	0,926	0,190	<.0001
1	1	0,229	0,200	0,2528
1	2	0,413	0,269	0,1254
1	4	0,921	0,230	<.0001
1	3	1,021	0,347	0,0035
2	2	0,760	0,228	0,001
2	3	0,770	0,177	<.0001
2	4	1,058	0,127	<.0001
2	5	2,064	0,349	<.0001
3	2	0,669	0,228	0,0037
3	4	2,000	0,425	<.0001
3	5	2,936	0,602	<.0001
4	4	1,064	0,602	0,0779
4	5	2,064	0,602	0,0007
5	5	2,564	0,302	<.0001

Le lesioni podali anteriori sono correlate in modo statisticamente significativo con i suinetti nati vivi, schiacciati e svezzati ($P < 0.001$ per tutti i parametri). Quelle che coinvolgono i posteriori, invece, sono correlate statisticamente con il numero di suinetti nati vivi, schiacciati, vivi al terzo giorno, morti pre-svezzamento e totali, svezzati ($P < 0.001$ per tutti i parametri).

Tabella 3. Livelli di significatività dei diversi parametri misurati.

Table 3. Levels of significance of the various measured parameters.

	Born Alive	Stillb + Mumm	Crushed	Live 3 d	D b w	D Tot	Weaned
Farrow	<0.001	<0.001	NS	<0.001	<0.001	<0.01	NS
Front Score	<0.001	NS	<0.001	<0.05	NS	NS	<0.001
Rear Score	<0.001	<0.01	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

Notes. Dbw = Dead before weaning – D Tot = Total Dead

CONCLUSIONI

L'indagine sperimentale di cui riportiamo i risultati è stata complessa ed impegnativa. In particolare, richiedono ulteriore impegno individuazione e correlazione di altri parametri produttivi con le lesioni podali.

Mentre il legame diretto con lo schiacciamento è facile da comprendere, è più complesso capire in che misura le lesioni podali, compromettendo il benessere della scrofa, possano causare modificazioni nella vitalità dei suinetti e condizionarne la sopravvivenza durante il periodo di lattazione (Sala, 2005).

In ogni caso, crediamo di aver dimostrato come le lesioni podali possano incidere sia sulle perdite in sala parto (in modo particolare nei primi giorni di vita ma anche nel periodo successivo), sia sulla numerosità degli svezzati; non sono certamente l'unico elemento condizionante, ma il loro ruolo è statisticamente verificabile.

Un altro elemento di novità è l'applicazione del sistema di punteggio anche agli arti anteriori, ottenendo risultati non attesi; infatti, in relazione ad alcuni aspetti del danno produttivo, le lesioni anteriori si sono dimostrate più rilevanti di quelle posteriori e ciò potrebbe motivare altre indagini sul meccanismo di coricamento e levata delle scrofe come una delle cause dello schiacciamento (Bonde *et al*, 2004).

Al di là della difficoltà di collegare la tipologia della lesione a una specifica perdita produttiva, poiché spesso sono presenti lesioni diverse su ciascun piede o anche su uno stesso piede della scrofa, riteniamo che qualora vi fosse un interesse specifico per una determinata lesione quest'obiettivo possa essere raggiunto.

Tra le possibili soluzioni, una strada percorribile per ridurre l'incidenza del problema sarebbe intervenire sull'alimentazione, somministrando integrazioni di oligoelementi (zinco e rame) in forma colloidale, che rafforzino lo strato corneo. Sarebbe inoltre importante individuare un metodo per controllare il benessere delle scrofe in gestazione; infatti, eventuali condizioni inidonee delle strutture e/o degli ambienti possono produrre stress a livelli elevati o addirittura generare sofferenza a seguito di traumi o ferite, delle scrofe o dei suinetti, con mortalità nei casi più gravi.

Infine, crediamo che questi primi risultati possano rappresentare un importante punto di partenza per l'organizzazione della prevenzione e del controllo delle perdite in sala parto; a questo fine sarà indispensabile tenere conto dei costi produttivi delle criticità, delle possibili azioni correttive e dei benefici, non soltanto economici, conseguenti alla loro applicazione.

Su queste basi è fondamentale rivalutare qualità e prevalenza dei fattori di rischio, fino ad individuare alcuni punti critici di controllo nelle diverse fasi pre-parto, parto e post-parto, in una prospettiva di piano HACCP; i dati generati secondo questo schema permetterebbero di

valutare le prestazioni dell'azienda, ma anche di confrontarle con quelle di realtà analoghe. In ultima analisi e per finire, l'individuazione sistematica e analitica dei fattori predisponenti e delle soluzioni idonee a diminuirne il danno rappresenta l'unico modo di migliorare qualità ed esito della gestione aziendale (Sala e Fantinati, 2012) soprattutto per salvaguardare la redditività di una produzione di grande importanza e tradizione nel nostro Paese.

BIBLIOGRAFIA

- Andersen I.L., Berg S., Bøe K.E. (2005). Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*) purely accidental or a poor mother? *Applied Animal Behaviour Science*, 93: 229-243.
- Anil S.S., Anil L. & Deen J. (2007). Factors associated with claw lesions in gestating sows. *Swine Health and Production*, 15: 78-83.
- Bonde M., Rousing T., Badsberg H., Sørensen J. (2004). Associations between lying-down behavior problems and body condition, limb disorders and skin lesions of lactating sows housed in farrowing crates in commercial sow herds. *Livestock Production Science*, 87: 179-187.
- Deen J., Schuttert M., van Amstel S., Ossent P., van Barneveld R. and Zinpro Corporation (2008a). Feet First lesion scoring guide, produced by the *Feet First Project*.
- Deen J. and Winders M. (2008b). Development of a claw lesion scoring guide for swine. *Proceedings of the 20th IPVS Congress*, Durban, South Africa. Page 579.
- Dial G.D., Marsh W.E., Polson D.D., Vaillacourt J.P. Reproductive failure: differential diagnosis, In *Diseases of Swine, 7th ed.* (Leman, Al., Straw, B.E., Mengeling, W.L., D'Allaire, S., and Taylor, D.J.eds.), Iowa State University Press, Ames, pp. 88-137.
- Fantinati P. (2011). Dossier salute della scrofa: costipazione un problema controllabile. Supplemento all'Allevatore Magazine, 5.
- Fraser D., Kramer D.L., Pajor E.A., Weary D.M. (1995). Conflict and cooperation sociobiological principles and the behavior of pigs. *Applied Animal Behavior Science*, 44: 139-157.
- Fraser D. (1990). Behavioral perspectives on piglet survival. *Reprod. Fert., Suppl. N. 40*: 355-370.
- Jarvis S., D'Eath R.B., Fujita K. (2005). Consistency of piglet crushing by sows. *Animal Welfare*, 14: 43-51.
- Koketsu Y., Takenobu S., Nakamura R. (2006). Preweaning Mortality Risk and Recorded Causes of Death Associated with Production Factors in Swine Breeding Herds in Japan. *J. Vet. Med. Sci.*, 68 (8): 821-826.
- Marchant J.N., Broom, D.M. Corning S. (2001). The influence of sow behavior on piglet mortality due to crushing in an open farrowing system. *Animal Science*, 72: 19-28.
- Sala V. (2005). Pre-parto, ambiente di parto e qualità dei suinetti. *Summa Animali da Reddito*, 22 (7): 53-58.
- Sala V., Fantinati P. (2012). Implicazioni manageriali e strutturali nello schiacciamento dei suinetti. *Summa Animali da reddito*, 29 (6): 30-34.
- Stein T.E., Duffy S.J., Wickstrom S. (1990), "Differences in production values between high and low productivity swine breeding herds", *Animal Science* 68: pp. 3972-3979.
- Weary D.M., Pajor E.A., Fraser D., Honkanen A. (1996), "Sow body movements that crush piglets: a comparison between two types of farrowing accommodation", *Applied Animal Behaviour Science*, N. 49, pp. 149 – 158.
- Wechsler B., Hegglin D. (1997), "Individual differences in the behaviour of sows at the nest-site and the crushing of piglets", *Applied Animal Behaviour Science*, N. 1, pp. 39-49.