

INCREMENTO DEL PESO ALLO SVEZZAMENTO IN SUINETTI ALIMENTATI CON LATTE ARTIFICIALE A SUPPORTO DEL LATTE MATERNO DURANTE LA LATTAZIONE

INCREASED WEIGHT AT WEANING IN PIGLETS FED WITH ARTIFICIAL MILK TO SUPPORT BREAST MILK DURING LACTATION

VELOCI M.³, ROMANO G.^{1,3}, RICCI A.², SCOLLO A.^{1,3}, MAZZONI C.^{1,3}

¹Swivet Research, Via Ernesto Che Guevara 55, 42123 Reggio Emilia

²Dipartimento di Scienze Veterinarie, Università di Torino, 10095 Grugliasco Torino

³Crinvet snc Via Ernesto Che Guevara 55, 42123 Reggio Emilia

Parole chiave: latte supplementare, peso allo svezzamento, incremento medio giornaliero
Key words: supplementary milk, weaning weight, average daily gain

RIASSUNTO

Uno dei maggiori obiettivi che si pone l'allevatore dei siti uno è quello di ottenere il miglior ritorno economico possibile dalle vendite dei suinetti, per fare questo deve produrre di numero e di peso elevati. A tale scopo, l'industria suinicola ha ideato vari metodi per aiutare i suinetti nella loro crescita in lattazione, tra cui la somministrazione di latte supplementare artificiale in aggiunta al latte materno. Lo scopo di questo studio è stato di mettere a confronto un gruppo controllo (scrofe n=1.181; suinetti svezzati n=12.356), alimentato solo con latte materno, e un gruppo trattato (scrofe n=2.573; suinetti svezzati n=15.300), a cui è stato aggiunto anche un supplemento di latte artificiale erogato in appositi cups, in merito al peso allo svezzamento, all'incremento medio giornaliero, alla mortalità pre-svezzamento e al consumo di mangime secco sotto scrofa. Mentre gli ultimi due parametri non hanno manifestato alcuna differenza significativa tra i due gruppi ($P>0,05$), i primi due si sono dimostrati significativamente più alti ($P<0,001$) nel gruppo trattato, che dunque ha svezzato lo stesso numero di suinetti del gruppo controllo ma di un peso superiore. Ciò si è tradotto in un maggior ritorno economico per l'allevatore, che a fronte di un investimento iniziale ha ottenuto un guadagno superiore. Sarebbero interessanti ulteriori studi su come la stagionalità possa influenzare il consumo di latte supplementare o su come l'alimentazione esclusiva con questo sostituto del latte materno possa condurre a comportamenti anomali nei suinetti.

ABSTRACT

One of the major objectives of the modern pig farmer is to obtain a good economic return with the sales of weaning piglets and, in order to do so, he must sell a good number and a good weight. For this reason, the pig industry has devised various methods to assist piglets in their growth in lactation, including the administration of supplemental milk in addition to breast milk. The purpose of this study was to compare a control group (sows n=1.181; weaned piglets n=12.356), fed only with breast milk, and a treated group (sows n=2.573; weaned piglets n=15.300), to which has also been added a supplement milk dispensed in special cups, with regard to weaning weight, average daily increase, pre-weaning mortality and consumption of dry feed under sow. While the last two parameters showed no significant difference between the two groups ($P>0,05$), the first two proved significantly higher ($P<0,001$) in the treated group, which therefore weaned the same number of pigs of the control group but of a higher weight. This has resulted in a higher economic return for the farmer,

who finally obtained a higher gain compared to an initial investment. Further studies on how seasonality can influence the consumption of additional milk or how the exclusive feeding with this milk substitute can lead to abnormal behavior in piglets would be interesting.

INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'allevamento intensivo suinicolo il periodo che intercorre tra la nascita e lo svezzamento, rappresenta una fase molto critica per il suinetto (Novotni-Danko et al., 2015). In questo periodo, infatti, è fondamentale che il suinetto riceva una corretta alimentazione, poiché il giusto apporto energetico e nutritivo consente la produzione di regolatori paracrini ed endocrini, adibiti alla modulazione del corretto sviluppo intestinale (Trahair e Sangild, 1997; Lallès et al., 2007; Guilloteau et al., 2010; Jacobi e Odle, 2012; Stupecka et al., 2012). Se l'alimentazione fornita risulterà adeguata, il suinetto sarà in grado di raggiungere un buon peso allo svezzamento, che si ripercuoterà positivamente anche nelle successive fasi di magronaggio-ingrasso. Raggiungere un buon peso allo svezzamento è diventato ormai un obiettivo fondamentale, soprattutto oggi dove elevata è la propensione degli allevatori a svezzare suinetti sempre più precocemente (Novotni-Dankó et al., 2015). Inoltre, anche svezzare un numero elevato di suinetti è diventato di fondamentale importanza, poiché un maggior numero di suinetti venduti si traduce inevitabilmente in un più alto ritorno economico, a maggior ragione se il peso dei suinetti è elevato.

Da qualche anno a questa parte, infatti, sono state sempre più selezionate linee genetiche iperprolifiche, che hanno consentito di dare alla luce un gran numero di suinetti, passando da 11 a 16 suinetti nati vivi per scrofa (Sandøe et al., 2012). Questo notevole aumento delle dimensioni della nidata ha condotto indirettamente ad una maggiore variabilità di peso all'interno della stessa e ad un aumento della percentuale di soggetti nati con basso peso (<1.0 kg). È importante sottolineare che, con un peso alla nascita inferiore a 1 kg, più dell'11% dei suinetti nasce morto e più del 17% non sopravvive alle prime 24 ore di vita; in questi casi diventa quindi determinante il tempestivo intervento degli operatori aziendali. Il loro obiettivo principale diventa aumentare la sopravvivenza dei suinetti sottopeso e incrementare nel più breve tempo possibile il loro peso (Novotni-Dankó et al., 2015). Tuttavia, il principale fattore che limita la crescita dei suinetti prima dello svezzamento è la quantità di latte che ingeriscono durante la lattazione e, nonostante la produzione di latte da parte della scrofa aumenti in seguito ad una maggiore richiesta da parte dei suinetti (Algers e Jensen, 1985), ogni scrofa possiede un massimo individuale di produzione. È proprio a causa di questa variabilità nella quantità di latte prodotto dalla scrofa che, al momento dello svezzamento, il peso dei suinetti può variare, anche considerevolmente, tra una covata e l'altra. Il problema principale risiede nel fatto che, negli ultimi decenni, la capacità massima di produzione individuale di ciascuna scrofa non è cresciuta in maniera proporzionale al numero di suinetti nati vivi e, di conseguenza, la quantità effettiva di latte assunta per suinetto è diminuita (King, 2000). Una minor assunzione di latte e colostro determina però effetti negativi sui suinetti, come un aumento della mortalità in lattazione (Vasdal et al., 2011) e una diminuzione dell'incremento medio giornaliero pre-svezzamento (Auldist et al., 1998). Per far fronte a questa situazione, gli allevatori hanno sviluppato diverse strategie, tra cui l'utilizzo di scrofe da balia o l'impiego di sistemi di allattamento artificiali, i quali forniscono latte supplementare a quello materno, solitamente erogandolo all'interno di piccoli contenitori chiamati cups. Secondo Ha et al. (2011), fornire la giusta formulazione di latte supplementare può aumentare l'apporto di nutrienti ai suinetti, con conseguente aumento del loro peso. Inoltre, diversi autori (Wolter et al., 2002; Park et al., 2014) sostengono nei loro studi che fornire come supplemento alimentare un sostituto del latte liquido nel periodo sotto scrofa aumenta il peso allo svezzamento dei suinetti che ne fanno uso.

Lo scopo di questo studio è stato valutare se la somministrazione aggiuntiva di latte supplementare a quello materno ha portato dei benefici ai suinetti in termini di peso allo svezzamento, incremento medio giornaliero, mortalità pre-svezzamento e consumo di mangime secco sotto scrofa.

MATERIALI E METODI

Questo studio è stato condotto in un allevamento intensivo sito nella provincia di Pavia (Italia), che alloggia circa 3.500 scrofe di genetica Topigs, per un totale di 7.300 parti all'anno. Il management aziendale segue le procedure operative standard (SOPs) per quanto riguarda le vaccinazioni, l'accasamento, la pulizia, la gestione dei rifiuti e le misure di biosicurezza. L'allevamento è costituito dal solo sito 1 e svezza suinetti di circa 27-30 giorni di età, i quali vengono trasferiti in diversi siti 2 presenti in provincia di Brescia e Bergamo. Le code vengono mantenute integre e la castrazione viene effettuata con l'utilizzo di anestesia e analgesia. Le scrofe in lattazione ricevono un'alimentazione di tipo liquido, tranne nel giorno del parto in cui vengono alimentate a secco. Nelle sale parto la temperatura viene mantenuta attorno ai 23°C ed è presente un sistema di ventilazione a pressione negativa, oltre che un sistema di raffrescamento, tipo cooler, attivo dalla fine di maggio fino alla fine di settembre. Le sale parto sono costituite sia da gabbie parto di tipo convenzionale, quindi chiuse, sia da gabbie parto di tipo apribile, quest'ultime costruite al fine di garantire un maggiore benessere alle scrofe in lattazione. Da un punto di vista sanitario, il sito uno in oggetto è classificato di tipo convenzionale quindi positivo per *PRRSv* e *Mycoplasma hyopneumoniae*.

Lo studio è stato condotto tra fine dicembre 2018 e fine dicembre 2019 e ha visto coinvolti un totale di 3.754 scrofe, sia pluripare che primipare, e 27.656 suinetti svezzati. Sono stati formati due gruppi di studio: un gruppo controllo (scrofe n=1.181; suinetti svezzati n=12.356), in cui i suinetti avevano a disposizione solo il latte materno, e un gruppo trattamento (scrofe n=2.573; suinetti svezzati n=15.300), in cui ai suinetti è stato messo a disposizione del latte supplementare oltre al latte materno. Le gabbie utilizzate per la prova sono state indifferentemente quelle convenzionali e quelle aperte, ciascuna delle quali era fornita di un cups, all'interno del quale poteva essere erogato il latte supplementare a freddo, dopo essere stato ricostituito alla diluizione di 20 kg di latte in polvere in 150 litri di acqua all'interno di un apposito impianto. I cups sono stati aperti a partire dal 2° giorno di vita solo nelle gabbie appartenenti al gruppo trattato, mentre entrambi i gruppi hanno ricevuto un mangime a secco a partire dal 7° giorno di età, come di consuetudine per l'allevamento ospitante.

Per ciascuna scrofa è stato annotato il numero di nati vivi, il numero di svezzati e la mortalità avvenuta nel corso dell'intera lattazione, raggruppando in essa tutte le possibili cause di morte (es.: schiacciamento, sottopeso, scarto, diarrea, meningite). Ogni covata per gruppo è stata pesata individualmente alla nascita, mentre allo svezzamento sono state pesate più covate insieme in corrispondenza del carico per il trasferimento al sito 2, mantenendo comunque separati il gruppo controllo dal gruppo trattato. In un secondo momento è stato calcolato anche l'incremento medio giornaliero e il consumo di mangime secco sotto scrofa per suinetto. Nella tabella 1 sono riportati i dati principali riguardanti la prova.

	N° scrofe	Nati vivi/scrofa	Svezzati/scrofa
Gruppo controllo	1.181	12	11
Gruppo trattato	2.573	11,9	10,8

Tabella 1. Numero di scrofe, nati vivi per scrofa e svezzati per scrofa coinvolti nello studio.
Table 1. Number of sows, born alive per sow and weaned per sow involved in the study.
Analisi statistica

I dati sono stati analizzati utilizzando il Kruskal-Wallis test, che rappresenta un metodo non parametrico per verificare l'uguaglianza delle mediane di diversi gruppi. Per l'analisi statistica sono stati presi in considerazione i dati relativi al peso medio alla nascita, al peso medio allo svezzamento, all'incremento medio giornaliero, alla mortalità e al consumo di mangime sotto scrofa per suinetto. La significatività (P) è stata posta a 0,05.

RISULTATI

Dall'analisi statistica effettuata, il peso medio alla nascita dei due gruppi non ha evidenziato alcuna differenza statisticamente significativa (1,28 kg vs 1,32 kg, rispettivamente per gruppo controllo e trattato; $P=0,7$), il che garantisce l'omogeneità di partenza dei due gruppi di studio. Non è stata rilevata alcuna differenza significativa neanche per quanto riguarda la mortalità pre-svezzamento (10% vs 9%, rispettivamente per gruppo controllo e trattato; $P=0,33$) e il consumo di mangime secco sotto scrofa per suinetto (0,24 kg vs 0,21 kg, rispettivamente per gruppo controllo e trattato; $P=0,1$). Per quanto riguarda invece il peso medio allo svezzamento e l'incremento medio giornaliero, l'analisi statistica ha evidenziato per entrambi una differenza fortemente significativa ($P<0,001$) a favore del gruppo trattato, come illustrato più nello specifico nel grafico 1.

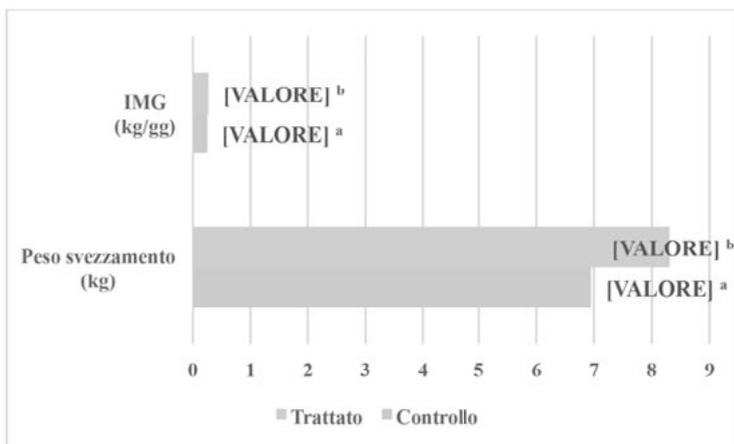


Grafico 1. Incremento medio giornaliero (IMG) e peso medio allo svezzamento nei due gruppi di studio. a, b: $P\leq 0,05$.

Graphic 1. Average daily gain (IMG) and average weaning weight in the two study groups. a, b: $P\leq 0,05$.

DISCUSSIONE

Un allevatore in grado di raggiungere un elevato standard di efficienza produttiva all'interno del proprio allevamento deve parte del suo successo alla buona gestione della sala parto, dove il latte assunto dai suinetti gioca un ruolo significativo. La quantità, come altresì la qualità di latte fornito ai suinetti influenza la salute di quest'ultimi, oltre a determinarne il potenziale di crescita nelle successive fasi di svezzamento, magronaggio e ingrasso (Khonmee et al., 2018). Il latte, infatti, rappresenta la primaria fonte di energia per il suinetto, fondamentale per la sua crescita e sopravvivenza. La quantità di latte fornita ai suinetti dipende chiaramente dalla capacità lattifera propria di ogni singola scrofa, ma viene anche influenzata dal numero di animali allattati, dalla loro dimensione, dal loro vigore di suzione e dal periodo di lattazione. Uno dei problemi che devono affrontare gli allevatori in questi ultimi anni

è il fatto che le scrofe non riescono a produrre una quantità di latte sufficiente a coprire il fabbisogno ottimale della propria prole. Questa inefficienza si riscontra approssimativamente a partire dall'8°-10° giorno di età e la situazione continua a peggiorare con il progredire della lattazione; inoltre questa problematica è stata esacerbata con la recente introduzione delle linee genetiche iperprolifiche (Kyriazakis et al., 2006; Farmer, 2013). Attualmente, una scrofa produce circa 8-10 kg di latte al giorno, mentre un suinetto ne ingerisce fino a 1-1,3 kg al giorno (Kirchgeßne et al., 2008), quindi la quantità di latte fornita dalla madre non sarà sufficiente a fornire un adeguato nutrimento a tutti i componenti della nidiata (Baumann et al., 2012). Inoltre, se il numero di capezzoli funzionanti è minore rispetto al numero dei suinetti, non sarà sufficiente per assicurare una giusta fonte di alimentazione a tutta la nidiata e i suinetti rischieranno di morire di inedia, o comunque un variabile ritardo nella crescita, a causa della competizione con i fratelli e dell'inadeguato allattamento (Andersen et al., 2011). Per ovviare a queste problematiche e riuscire ad allattare un eventuale eccedenza di suinetti, gli allevatori potrebbero adottare diverse strategie, quali il cross-fostering o allattamento parziale (Kirkden et al., 2014; Edwards e Baxter, 2015), l'utilizzo di balie (Pustal et al., 2015) o la somministrazione di latte supplementare (Knoop, 2009; Miller et al., 2012; Baxter et al., 2013).

Il presente studio ha voluto approfondire quest'ultima strategia e si è posto l'obiettivo di confrontare covate alimentate soltanto con il latte materno e covate alimentate con anche l'aggiunta di un supplemento di latte artificiale, analizzando, per ciascuno dei due gruppi, il peso allo svezzamento, l'incremento medio giornaliero, la mortalità pre-svezzamento e il consumo di mangime secco sotto scrofa. I risultati ottenuti confermano quanto già evidenziato da Azain et al. (1996) e Miller et al. (2012), i quali dimostrarono che questo tipo di supplemento al latte materno porta ad un aumento significativo del peso allo svezzamento, oltre che ad un aumento del peso complessivo della covata. Questo effetto positivo sul peso allo svezzamento deriva probabilmente da una aumentata disponibilità di nutrienti forniti dal latte artificiale, che, essendo ad alto contenuto nutritivo, fornisce un supplemento di nutrienti di fondamentale importanza, soprattutto nella parte finale della lattazione quando la produzione di latte materno non riesce a soddisfare adeguatamente i fabbisogni di crescita della covata (Azain et al., 1996). L'analisi dei dati riguardanti l'incremento medio giornaliero ha evidenziato anch'essa una forte differenza statisticamente significativa a favore del gruppo trattato, sebbene ciò sembrerebbe differire con quanto affermato da Pustal et al. (2015). Questa discrepanza bibliografica risiede probabilmente nel fatto che all'interno dello studio di Pustal et al. (2015) il numero di suinetti presenti nei due gruppi sperimentali non era equivalente, bensì il gruppo con il supplemento di latte aveva un suinetto in più per covata rispetto al gruppo controllo. Ciò si traduce in un aumento delle dimensioni della covata, con conseguente diminuzione dell'incremento medio giornaliero del singolo suinetto, che però non si ripercuote sul peso medio allo svezzamento grazie alla compensazione fornita dal supplemento di latte artificiale (Auld et al. 2000).

Per quanto riguarda la mortalità pre-svezzamento, Dewey et al. (1995) hanno riportato nel loro studio un aumento dei casi di mortalità per diarrea in seguito all'uso di latte supplementare, la cui causa principale sembrerebbe risiedere nella conseguente riduzione di assunzione del latte materno, ma nel presente studio non è stato riscontrato questo tipo di problematica. I risultati ottenuti hanno infatti evidenziato che la mortalità in lattazione non ha differito nel gruppo trattato rispetto al gruppo controllo, il che ha conseguentemente portato ad un numero di suinetti svezzati omogeneo tra i due gruppi (vedi tabella 1), con in più il vantaggio del peso maggiore nel gruppo trattato.

Neanche il consumo di mangime secco sotto scrofa per suinetto ha evidenziato differenze significative tra i due gruppi, contrariamente a quanto registrato da Pustal et al. (2015), il

quale ha invece evidenziato un aumento di ingestione di mangime secco nei suinetti del gruppo alimentato con un supplemento di latte artificiale. Quest'ultimo studio si trova in forte disaccordo con quanto osservato da Baumann (2011), secondo cui i suinetti alimentati con il supplemento di latte artificiale riportano un minor consumo di mangime secco rispetto al gruppo controllo. Poiché un buon consumo di mangime secco nel periodo sotto scrofa predispose il suinetto ad una buona crescita anche nel successivo periodo (Weber et al., 2011), sarebbe interessante effettuare ulteriori studi per valutare nello specifico la relazione tra il consumo di mangime secco sotto scrofa in suinetti alimentati con supplemento di latte artificiale e l'effetto che questo determina sulla futura capacità di crescita degli animali.

Diversi autori (Azain et al., 1996; Miller et al., 2012; Novotni-Dankó et al., 2015), inoltre, hanno evidenziato differenze significative relative al peso individuale dei suinetti allo svezzamento, confrontando nidiate cresciute con supplemento di latte e nidiate cresciute senza. È quindi plausibile pensare che il latte supplementare rappresenti un importante strumento per quei suinetti che, in assenza di tale aiuto, rimarrebbero scarti all'interno del gruppo o, probabilmente, andrebbero incontro a inedia e morte nei primi giorni di vita, rappresentando una perdita economica per l'allevatore. Studi precedenti (King et al., 1997; Wolter et al., 2002; Gondret et al., 2005; Vaclavkova et al., 2012) hanno infatti rilevato una correlazione fortemente positiva tra il peso allo svezzamento e la crescita dei suinetti post-svezzamento, suggerendo l'esistenza di considerevoli vantaggi economici nel portare allo svezzamento suinetti con un peso maggiore. In ogni caso è stato valutato l'impatto economico di questa attività sulla redditività aziendale partendo dal costo di ammortamento dell'impianto: 65,00€/gabbia parto ammortizzata in 7 anni, pertanto 9,29€/gabbia parto/anno (65€/7anni). Quindi tenuto conto del numero degli svezzati/scrofa/anno che, nella fattispecie sono stati 25,5, porta ad un costo/ammortamento/suinetto per anno di 0,36€ (9,29/25,5). Il costo del latte in polvere si è attestato attorno ai 285,00€/qle e tenuto conto che, il consumo per suinetto misurato in azienda è stato di 1,550 kg/capo/ciclo, il costo finale del latte è stato di 4,41€/suinetto/ciclo. Il totale delle spese è stato di 4,77€/suinetto svezzato derivante dalla somma del costo di ammortamento/suinetto della struttura e dal costo del latte consumato/suinetto (0,36€+4,41€). Il calcolo del ricavo economico è stato realizzato applicando la scala mobile dedicata, sviluppata nel seguente modo: ricavato il prezzo al kg dei 7 kg in base al CUN (Commissioni Uniche Nazionali) 2019 (49,75€/7kg) pari a 7,10€ ed il prezzo al kg dei 15 kg in base al CUN 2019 (64,14€/15kg) pari a 4,28€, è stato ricavato il valore della differenza fra i due, pari a 2,82€ (7,10€-4,28€). Abbiamo poi diviso il differenziale ottenuto per i kg di differenza fra i due pesi (15kg-7kg=8kg) pari a 0,35€ (2,82€/8kg). Questo valore è stato poi moltiplicato per i kg ottenuti a seguito della somministrazione del latte 0,35€x1,36kg (8,31kg-6,95kg)=0,46€. Sottraendo questo valore al prezzo del kg unitario dei 7 kg (7,10€-0,46€) otteniamo un dato di 6,64€ che moltiplicato per i kg ottenuto, 1,36 kg, ci permette di ottenere il ricavo relativo ai kg in più realizzati pari a 9,03€ (1,36kgx6,64€) ed un guadagno effettivo finale di 4,26€ (9,03€-4,77€). Con un conseguente ritorno sull'investimento di: 0,89:1 (ROI=Utile derivato/Capitale investito= (9,03€-4,77€)/4,77€=0,89€² quindi per ogni euro investito abbiamo un ritorno di 0,89€). Tale ritorno economico rappresenta un ottimo risultato a livello aziendale che potrà migliorare ulteriormente se il sistema contribuirà ad incrementare gli svezzati/scrofa/anno come nella fattispecie è possibile attendersi.

In questo studio, purtroppo, non è stato possibile analizzare altri aspetti molto interessanti, come l'effetto della stagionalità sul maggiore o minore consumo di latte artificiale o i risvolti comportamentali sui suinetti alimentati esclusivamente con un supplemento di latte, e meriterebbero di essere approfonditi in futuri studi. Diversi autori (Azain et al., 1996; Renaudeau e Noblet, 2001; Baumann, 2011; Knecht et al., 2015) hanno infatti riportato che i suinetti aumentano la loro assunzione di latte supplementare durante la stagione calda,

quando le scrofe diminuiscono la produzione di latte, al fine di rimediare alla perdita di peso che avrebbero in assenza di un supplemento artificiale. Facendo invece riferimento ad un altro contesto, alcune fonti¹ affermano che per un suinetto il fatto di crescere senza la presenza della madre, quindi con il solo allattamento artificiale, possa creare dei problemi di tipo comportamentale, quali il “*belly nosing*”, ovvero l’azione di stimolare e massaggiare ripetutamente con il grugno soprattutto l’addome dei conspecifici allevati nello stesso box, poiché corrisponde proprio al movimento che i suinetti compiono naturalmente durante la suzione dalle mammelle della madre. Sarebbe quindi molto interessante studiare più nello specifico anche questi due aspetti legati all’assunzione di latte supplementare, seppur non strettamente correlati tra loro.

CONCLUSIONI

Questo studio ci ha permesso di evincere come l’utilizzo di un supplemento di latte artificiale nella dieta di suinetti sotto scrofa possa rappresentare un valido strumento in grado di aiutare la scrofa ad alimentare al meglio la propria prole, garantendogli nel contempo una maggiore disponibilità di nutrienti. Tutto ciò favorisce una crescita migliore e più uniforme della nidiata, nonché lo svezzamento di un buon numero di suinetti e di peso maggiore, il che si traduce in un migliore ritorno economico per l’allevatore, a fronte comunque di un investimento iniziale. Meriterebbero maggiori approfondimenti alcuni aspetti legati all’utilizzo del supplemento di latte artificiale in sala parto, come la variazione stagionale del suo consumo o i risvolti comportamentali correlati alla sua esclusiva presenza come unica fonte di alimentazione in sostituzione della madre.

RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare alla Società Agricola La Panizzina, con particolare riguardo alle figure di Mauro Ferrari e Massimiliano Angluzzi, per aver permesso lo svolgimento della prova ed aver condiviso i dati in loro possesso.

BIBLIOGRAFIA

1. Algers B., Jensen P. (1985) “Communication during suckling in the domestic pig - effects of continuous noise”. *Appl Anim Behaviour Sci.* 14:49–61.
2. Andersen I. L., Nævdal E., Bøe K. E. (2011) “Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*)”. *Behav Ecol Sociobiol* 65: 1159–1167.
3. Auldist D., Carlson D., Morrish L., Wakeford C., King R. (2000) “The influence of suckling interval on milk production of sows”. *J Animal Sci.* 78: 2026–2031.
4. Auldist D., Morrish L., Eason P., King R. (1998) “The influence of litter size on milk production of sows”. *Animal Sci.* 67: 333–337.
5. Azain M., Tomkins T., Sowinski J., Arentson R., Jewell D. (1996) “Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response”. *J Animal Sci.* 74: 2195–202.
6. Baumann S. (2011) “Automatische Milchbeifütterung von Saugferkeln Teil 1: Gesundheits- und Leistungsmerkmale der Sauen und Ferkel”. Landesanstalt für Schweinezucht Boxberg: Report, p. 1–3.
7. Baumann S., Sonntag S., Gallmann E., Jungbluth T. (2012) “Investigations into automatic feeding of suckling piglets with supplemental milk replacer”. *Landtechnik* 67, no. 1, pp. 51–54.

¹ <https://usav-rapportoricerca.ch/ferkelzucht/>

² <https://www.likecasa.it/calcolo-roi/5736>

8. Baxter E. M., Rutherford K. M. D., D'Eath R. B., Arnott G., Turner S. P., Sandøe P., Moustsen V. A., Thorup F., Edwards S. A., Lawrence A. B. (2013) "The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors". *Anim Welf.* 22:219–38.
9. Dewey C. E., Wittum T. E., Hurd H. S., Dargatz D., Hill G. W. (1995) "Herd-and litter-level factors associated with the incidence of diarrhea morbidity and mortality in piglets 4–14 days of age". *Swine Health Prod.* 3:105–12.
10. Edwards S. A., Baxter E. M. (2015) "Piglet mortality: causes and prevention. In: Farmer C, editor. *The gestating and lactating sow*". The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, p. 253–78.
11. Farmer C. (2013) "Review: Mammary development in swine: effects of hormonal status, nutrition and management, *Can. J. Anim. Sci.* 93: 1–7.
12. Friedlob G. T., Plewa F. J. (1996) "Understanding return on investment", John Wiley and Sons, ISBN 0-471-10381-0.
13. Gondret F., Lefaucheur L., Louveau I., Lebret B. (2005) "The longterm influences of birth weight on muscle characteristics and eating meat quality in pigs individually reared and fed during fattening". *Arch. Anim. Breed.*, 48, 68–73.
14. Guilloteau P., Zabielski R., Hammon H. M., Metges C. C. (2010) "Nutritional programming of gastrointestinal tract development. Is the pig a good model for man?" *Nutr. Res. Rev.* 23(01):4–22.
15. Ha D. M., Jang K. S., Won H. S., Ha S. H., Park M. J., Kim S. (2011) "Effects of creep feed and milk replacer and nursery phase-feeding programs on pre- and post-weaning growth of pigs". *Han'gug Dongmul Jawon Gwahag Hoeji* 53:333-9.
16. Jacobi S. K., Odle J. (2012) "Nutritional factors influencing intestinal health of the neonate". *Adv. Nutr.* 3: 687–696.
17. Khonmee J., Wathirunwong T., Yano T., Songird C., Brown J. L., and Yamsakul P. (2018) "Effect of Artificial Piglet Suckling Sounds on Behavior and Performance of Piglets and Adrenal Responses of Sows", *Veterinary Medicine International*, Article ID 2762153.
18. King R. H. (2000) "Factors that influence milk production in well-fed sows". *J Animal Sci.* 78:19–25.
19. King R. H., Mullan B. P., Dunshea F. R., Dove H. (1997) "The influence of piglet body weight on milk production of sows". *Livest. Prod. Sci.* 47, 169–174.
20. Kirchgeßner M., Roth R. X., Schwarz F. J., Stangl G. I. (2008) "Tierernährung. Frankfurt am Main", DLG Verlag GmbH, 12. Aufl.
21. Kirkden R. D., Broom D. M., Andersen I. L. (2014) "INVITED REVIEW: Piglet mortality: Management solutions". *J Anim Sci.* 91:3361–89.
22. Knecht D., Srodon S., Duziuski K. (2015) "The impact of season, parity and breed on selected reproductive performance parameters of sows". *Arch. Anim. Breed.* 58, 49–56.
23. Knoop S. (2009) "Einsatz von Ferkelammern". Bildungs- und Wissenszentrum Boxberg, Newsletter, Juni 2009.
24. Kyriazakis, I., Whittemore, C. T., and Whittemore, C. T.: *Whittemore's science and practice of pig production*, 3rd edn.,
25. Lallès J.-P., Bosi P., Smidt H., Stokes C. R. (2007) "Nutritional management of gut health in pigs around weaning". *Proc. Nutr. Soc.* 66(02): 260–268.
26. Miller Y. J., Collins A. M., Smits R. J., Thomson P. C., Holyoake P. K. (2012) "Providing supplemental milk to piglets preweaning improves the growth but not survival of gilt progeny compared with sow progeny. *J Animal Sci.* 90:5078–85.

27. Novotni-Dankó G., Balogh P., Huzsvai L., Gyori Z. (2015) "Effect of feeding liquid milk supplement on litter performances and on sow back-fat thickness change during the suckling period". *Arch. Anim. Breed.*, 58, 229–235.
28. Park B. C., Ha D. M., Park M. J., Lee C. Y. (2014). "Effects of milk replacer and starter diet provided as creep feed for suckling pigs on pre- and post-weaning growth". *Anim. Sci. J.* 85(9): 872–878.
29. Pustal J., Traulsen I., Preißler R., Müller K., Beilage T., Börries U., Kemper N. (2015) "Providing supplementary, artificial milk for large litters during lactation: effects on performance and health of sows and piglets: a case study". *Porcine Health Management* 1:13.
30. Renaudeau D., Noblet J. (2001) "Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on sow milk production and performance of piglets". *J Animal Sci.* 79:1540–8.
31. Sandøe P., Rutherford K., Berg P. (2012) "Large litter sizes – ethical challenges and ways of dealing with them in future breeding and management". Bruges, Belgium: Proceedings of the 4th European Symposium of Porcine Health Management p. 74–6.
32. Ślupecka M., Woliński J., Pierzynowski S. G. (2012) "The effects of enteral ghrelin administration on the remodeling of the small intestinal mucosa in neonatal piglets". *Regul. Pept.* 174(1–3):38–45.
33. Trahair J. F., Sangild P. T. (1997) "Systemic and luminal influences on the perinatal development of the gut. *Equine Vet. J. Suppl.* 24(Suppl.):40–50.
34. Vaclavkova E., Danek P., Rozkot M. (2012) "The influence of piglet birth weight on growth performance". *Res. Pig Breed.* 6, 59–61.
35. Vasdal G., Ostensen I., Melisova M., Bozdechova B., Illmann G., Andersen I. (2011) "Management routines at the time of farrowing-effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows". *Livestock Sci.* 136:225–31.
36. Weber M., Strack K. E. (2011) "Schweineproduktion". In: Weiß JW, Granz S, Pabst W, editors. *Tierproduktion*. Stuttgart, Germany: Enke Verlag, p. 403–80.
37. Wolter B. F., Ellis M., Corrigan B. P., DeDecker J. M. (2002) "The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on pre-weaning and post-weaning growth performance and carcass characteristics". *J. Anim. Sci.* 80, 301–308.