

Sistemi di allattamento senza l'impiego di gabbie

Nei sistemi commerciali, l'allattamento avviene per lo più al coperto all'interno di gabbie di allattamento, che non garantiscono libertà di movimento alle scrofe, o in recinti all'aperto: due situazioni che rappresentano gli estremi opposti in termini di costrizione delle scrofe, disponibilità di materiali di arricchimento e controllo ambientale. I due sistemi presentano analoghe percentuali di mortalità di suinetti nati vivi, in media il 12,30% e il 12,85%, rispettivamente (BPEX, 2009). Alla fine degli anni Novanta, circa il 92% delle scrofe in 14 paesi europei era tenuto in gabbie di allattamento (Hendriks et al., 1998), ma questo sistema crea numerosi problemi per il benessere di scrofe e suinetti e vi è una crescente pressione perché si smetta di farvi ricorso (RSPCA, 2011; CIWF 2006). Secondo alcune stime il 25% dei suini nel Regno Unito è allevato all'aperto (BPEX 2008), mentre in Francia meno dell'1% della produzione di carne suina proviene da allevamenti all'aperto (Ifip, 2011). Si dimostra, quindi, necessario lo sviluppo di sistemi alternativi alle gabbie, che siano al chiuso e commercialmente praticabili, ma, nonostante molti anni di ricerca e alcuni successi con i recinti Schmid (Weber et al., 2007), fino a poco fa erano ancora limitate delle raccomandazioni chiare sull'uso di alternative commercialmente praticabili (Baxter et al., 2011; Edwards and Baxter, 2010).

Mortalità dei suinetti nei sistemi di allattamento all'aperto

La sopravvivenza dei suinetti è un parametro di estrema importanza per il benessere animale e la sostenibilità economica dell'azienda: un aumento dell'1% della mortalità riduce gli utili del 12% e un aumento dell'1% dei costi di produzione può ridurre gli utili addirittura del 30-50% (Anon, 1997). Pertanto, sistemi alternativi alle gabbie di allattamento, per poter essere adottati, devono garantire performance confrontabili a quelle delle gabbie stesse, in termini di mortalità dei suinetti.

Alcuni studi sperimentali condotti a cavallo tra gli anni Novanta e l'inizio del 2000 hanno iniziato a focalizzarsi sulla costruzione di recinti individuali, con o senza paglia, cuccette, gabbie che si aprono o zone-nido essenziali: in questi sistemi, la mortalità dei suinetti (espressa come percentuale dei nati vivi) variava dal 15 al 25% (Marchant, 1997; Marchant et al., 2000; Jones et al., 2003; Damm et al., 2005a) ed era generalmente più elevata a confronto dei sistemi con gabbie. Weber et al (2007), tuttavia, hanno riportato che, nei sistemi commerciali impiegati in Svizzera, le perdite in recinti di allattamento (dimensioni > 5 m², dati da 173 allevamenti) erano simili a quelle relative alle gabbie (482 allevamenti analizzati), cioè intorno al 12,7%. Si riscontrava un maggior numero di suinetti schiacciati nei sistemi senza costrizioni (0,62 suinetti per figliata contro 0,52), ma il parametro che più influenzava la mortalità era, in effetti, la dimensione della figliata alla nascita. Anche l'età delle scrofe era implicata nella maggiore mortalità registrata nei recinti senza costrizioni (Weber et al., 2009), mentre una mortalità inferiore era associata all'impiego di sbarre per l'allattamento su tutti i lati del recinto e di lettiere nell'area destinata alle scrofe durante il parto, oltre che all'assistenza fornita ai suinetti al momento di succhiare il colostro (Anderson et al., 2007).

Dati recenti relativi al sistema 'PigSAFE', utilizzato in un allevamento nel Regno Unito, indicano che la mortalità pre-svezzamento (espressa come percentuale dei nati vivi) nel sistema prototipo non è diversa da quella ottenuta nelle gabbie di allattamento (6,4% PigSAFE, 7,5% gabbie) (Edwards et al., 2011).

Pedersen et al (2011a) hanno condotto alcune ricerche sulle percentuali di suinetti provenienti da due distinti gruppi genetici (sopravvivenza alta vs. bassa al 5° giorno), morti per cause diverse in due sistemi di allattamento: recinto (7,4 m², 2 kg di paglia sminuzzata/giorno) o gabbia (4,7 m², 1 kg di paglia sminuzzata/giorno). Non vi erano effetti significativi del gruppo genetico sulla mortalità, che in media si

aggravava intorno al 18,2% del totale dei nati, né effetti derivanti dal tipo di allevamento sulle percentuali di suinetti nati morti, schiacciati o morti per denutrizione. Il peso alla nascita, la temperatura corporea a 2 ore dalla nascita e la durata del parto erano tutti parametri importanti nella determinazione del rischio di schiacciamento e morte per fame o malattia, a indice del fatto che in entrambi i sistemi di allevamento i parametri importanti per la sopravvivenza erano gli stessi. Capire, quindi, come adattare la gestione di tali parametri diventa la chiave di successo per i sistemi alternativi.

Costruzione del nido e parto

Le scrofe hanno una tendenza naturale a costruirsi il nido, caratteristica che è sopravvissuta all'addomesticamento e che richiede la ricerca di materiale idoneo, lo scavo e il grufolamento di un buco poco profondo e la costruzione in esso di un nido adeguato (per maggiori dettagli, Wechsler and Weber, 2007; Wischner et al., 2009; Baxter et al., 2010). La realizzazione di questo comportamento naturale induce un aumento dei livelli di ossitocina e rende la scrofa inattiva e pronta al parto.

Benché alcuni elementi necessari al comportamento di costruzione del nido (come mordere e scavare nei materiali presenti all'interno del recinto e sul pavimento) siano presenti nelle gabbie di allattamento, il risultato non è soddisfacente per la scrofa e, di conseguenza, questa fase dura più a lungo di quanto accade nei recinti con la paglia (Dammet et al., 2003; Wischner et al., 2009). Una scarsa qualità del feedback ambientale porta a ridotti livelli di ossitocina e, quindi, a una durata del parto maggiore per le scrofe in gabbia, un aspetto che causa percentuali più elevate di nati morti e un rilascio ritardato del colostro (Oliviero et al., 2008).

Il completamento della costruzione del nido era più marcato quando alle scrofette venivano forniti rami e lettiere di paglia, che permettevano la costruzione di nidi più strutturati (Damm et al., 2000). In pratica, la paglia a fili lunghi era più efficace nel terminare l'attività di costruzione del nido di quella a fili corti (Burri et al., 2009; Edwards and Baxter, 2010) raccomandano un minimo di 2 kg di paglia a fili lunghi da fornire alla scrofa prima del parto.

Massimizzazione del comportamento materno

Il comportamento materno, dall'inizio dell'allattamento fino allo svezzamento, è di grande importanza, principalmente perché influisce sulla mortalità dei suinetti. Idealmente, non appena inizia il parto, la scrofa entra in un periodo di prolungata giacenza sul fianco e di esposizione delle mammelle, con brevi periodi trascorsi in piedi per realizzare il contatto naso-a-naso con i suoi piccoli. Entro 30 ore dal parto, cessano la produzione di colostro da parte della scrofa e il suo assorbimento da parte dell'intestino dei suinetti, cosicché diventano vitali poppate frequenti (ogni 30-70 minuti). È un periodo rischioso per i suinetti, specialmente per quelli piccoli, freddi o deboli, dato che si devono muovere fino alla mammella evitando di essere schiacciati dalla scrofa. Massimizzare il comportamento materno, fornendo il giusto ambiente fisico e termico alla scrofa, è la chiave del successo immediato, mentre la selezione del comportamento materno riveste un ruolo importante a lungo termine (Thordberg et al., 2002a; Baxter et al., 2011).

La transizione dalla posizione in piedi a quella sdraiata è la più comune causa di schiacciamento dei suinetti sia negli allevamenti al chiuso senza costruzioni, sia nei recinti di allattamento all'aperto (Baxter et al., 2011). L'attenzione e il controllo esercitati da una scrofa quando si sdraia e cambia posizione mentre è sdraiata, sono fattori chiave per la sopravvivenza dei suinetti in qualsiasi sistema. È stato osservato che le madri "che non schiacciano" trascorrono più tempo facendo il contatto naso-a-naso con i loro piccoli prima di sdraiarsi e reagiscono più prontamente ai lamenti emessi dai suinetti (Andersen et al., 2005 hanno citato Baxter et al., 2010). Un elevato punteggio nel "comportamento premuroso" (basato sulla durata del tempo trascorso annusando i piccoli, grufolando e tastando con la zampa il pavimento prima di sdraiarsi in gabbie ottagonali del tipo "walk around" con paglia) era associato a un rischio di schiacciamento inferiore

(Pokorna et al., 2008). Viceversa, un'elevata frequenza di cambi di postura tra la nascita del primo e del terzo suinetto e un'elevata frequenza di rotolamenti dalla posizione sdraiata sullo sterno a quella sul fianco durante l'allattamento, aumentavano il rischio di schiacciamento (Thodberg et al., 2002b); analogamente, il rischio aumentava quando le scrofe si sdraiavano velocemente o si mettevano in posizione laterale senza appoggiarsi contro una parete o quando i suinetti stavano sparpagliati intorno alla scrofa (Burri et al., 2009). Le scrofette erano più reattive a registrazioni di lamenti di suinetti in recinti liberi da costrizioni rispetto alle gabbie (Nowicki and Schwarz, 2010), a indicare un effetto positivo dei sistemi senza costrizioni sul comportamento materno. Anche la possibilità di effettuare poppate efficaci è fondamentale per la sopravvivenza dei suinetti. Le scrofe nei recinti avevano fuoriuscite di latte più lunghe e interrompevano un numero minore di poppate rispetto alle scrofe in gabbia (Dyjbaer et al., 2001; Devillers and Farmer, 2008; Litschauer et al., 2006; Pederson et al., 2011b), dando ai suinetti maggiori probabilità di crescere robusti.

Fornitura di un ambiente termico idoneo

L'ambiente di allattamento deve garantire un microclima termico idoneo alla sopravvivenza dei suinetti, in particolare nelle prime 48-72 ore, dato che i maialini appena nati sono bagnati, non possono termoregolarsi e il loro sistema immunitario non è ancora attivo. Devono quindi asciugarsi, riscaldarsi e ingerire colesterolo non appena possibile.

Le scrofe che vivono libere (o le scrofe in ambiente semi-naturale) regolano il microclima per i piccoli adattando la costruzione del loro nido (solitamente, la quantità di materiale della lettiera) in modo che risulti adeguato alle condizioni ambientali (Jensen, 1989) e sono in grado di mantenere temperature medie all'interno del nido di 20°C anche in presenza di basse temperature ambientali (Alger and Jensen, 1990). Le scrofe allevate nei sistemi commerciali di allattamento all'aperto senza costrizioni sono capaci anch'esse di mantenere temperature tra 21° e 24°C nel capanno (Johnson and McGlone, 2003) e una temperatura all'interno dello strato profondo della lettiera di paglia di 31,5°C quando la temperatura nel capanno è al di sotto dei 15°C (Baxter et al, 2009). L'uso di lampade riscaldanti nella zona di riparo riservata ai lattonzoli e di pavimenti riscaldati permette di mantenere al caldo i suinetti immediatamente dopo la nascita e aiuta a ridurre la mortalità (Andersen et al., 2007; Malmkvist et al., 2006).

I capannoni per l'allattamento delle scrofe sono di solito mantenuti a temperature di 18-23°C, dato che uno stress termico della scrofa può portare a una minore assunzione di cibo e, quindi, a una ridotta produzione di latte. Tuttavia, nei primi giorni dopo il parto le scrofe allevate in maniera intensiva scelgono aree di riposo con una temperatura del pavimento di 34°C (Phillips et al., 2000; Pederson et al., 2007), prima di spostarsi gradualmente a un pavimento a 22°C. Una temperatura elevata del pavimento incoraggia la scrofa a compiere meno variazioni di postura e i suinetti a trascorrere un tempo via via maggiore lontano dalla scrofa (Pederson et al., 2007), riducendo in tal modo il rischio di schiacciamento; inoltre, le scrofe non subivano alcuno stress per le temperature elevate del pavimento (Malmkvist et al., 2006). Se gliene viene data l'opportunità, questa capacità della scrofa di scegliere o di creare un microclima caldo ampiamente al di sopra della sua zona di comfort termico (~18-20°C) le permette di provvedere a un neonato la cui temperatura critica inferiore è molto più alta della propria (~34°C) ed è la chiave per la sopravvivenza di quest'ultimo durante i primi giorni.

Per il comfort termico dei suinetti durante il parto, è raccomandata una lettiera profonda 10-12 cm, a seconda delle caratteristiche della pavimentazione e della temperatura ambientale (Baxter et al., 2010). A partire da 24 ore dopo il parto, questa lettiera può essere ridotta, per fornire piccole quantità di paglia triturrata o di segatura a scopo ricreativo.

A mano a mano che l'allattamento continua, si dovrebbe porre attenzione a metodi per rinfrescare la scrofa, allo scopo di mantenere costante l'assunzione di cibo e, quindi, la produzione di latte. I pavimenti di cemento

hanno mostrato una conduzione del calore migliore rispetto alla pavimentazione di plastica o di ghisa (Pedersen and Ravn, 2008), mentre la messa in atto di sistemi di raffreddamento del pavimento ha aumentato la durata dell'allattamento, l'assunzione di cibo e l'incremento di peso dei suinetti (Silva et al., 2009). Nei climi caldi, si raccomanda il raffreddamento per evaporazione (Huynh et al., 2007).

Presenza di pavimentazioni solide

I pavimenti fessurati sono associati a una maggiore incidenza di abrasioni delle zampe e di tagli ai capezzoli rispetto alla pavimentazione solida di cemento o ricoperta di paglia (Edwards and Lightfoot, 1986) e le scrofe nelle gabbie di allattamento preferiscono la pavimentazione solida di cemento al pavimento fessurato con assicelle di plastica o di metallo galvanizzato (Philips et al., 1996). Più recentemente, i pavimenti ad assicelle di ghisa sono stati associati alla frequenza dell'incidenza della sindrome MMA (mastite, metrite, agalassia) e a un aumento del 4-5% della mortalità dei lattonzoli (Hoy, 2004), mentre i pavimenti ad assicelle di acciaio erano associati a un aumento delle ferite alle zampe dei suinetti (Lewis et al., 2005). Zoric et al (2008) hanno riscontrato tassi di zoppia più elevati nelle scrofe su pavimenti di cemento parzialmente o completamente fessurati, o su pavimenti ad assicelle di metallo, in confronto a quelle allevate su pavimenti solidi di cemento, mentre sui pavimenti di cemento erano prevalenti abrasioni della cute e rimozione della punta dello zoccolo. Infine, i cambi di posizione della scrofa da in piedi a seduta o sdraiata erano più rapidi sui pavimenti di metallo ad assicelle, rispetto a quando erano forniti materiali su cui sdraiarsi (Boyle et al., 2000; Damm et al., 2005b); questa differenza, che è probabilmente legata alla mancanza di comfort che la scrofa percepisce nell'atto di inginocchiarsi su un pavimento ad assicelle di metallo, aumenta il rischio di schiacciare i suinetti.

I pavimenti solidi sono pertanto raccomandati nell'area del nido, con una parte fessurata nell'area di defecazione per facilitare la rimozione delle feci e il mantenimento dell'igiene. Si raccomandano intercapedini della larghezza di 10 mm o meno, con bordi arrotondati (Baxter et al., 2010).

Disponibilità di spazio adeguato nel recinto di allattamento

Lo spazio garantito alla scrofa in un recinto di allattamento è considerato un fattore di massima importanza nell'ostacolare l'espressione del comportamento materno, ancor più della presenza di paglia (Jarvis et al., 2002). Mentre i recinti svizzeri di Schmidt garantiscono una disponibilità di spazio tra 5,1 e 8,6 m² (Weber et al., 2009), Schmid (1991) ha calcolato, invece, che la dimensione minima di un recinto dovrebbe essere di 7,5 m², divisa in modo circa uguale tra nido e zona per le attività.

Quando Baxter et al (2010) stimarono con l'utilizzo di equazioni allometriche i requisiti di spazio di un recinto che includesse un'area per il nido, una zona separata per l'alimentazione, uno spazio dove i suinetti in allattamento potessero crescere e un'area di riparo separata per i suinetti, hanno calcolato un'area totale del recinto di 9,75 m². I requisiti di spazio per le nuove strutture del recinto PigSAFE, di conseguenza, raccomandano un'area per il recinto di 9 m² (Edwards and Baxter, 2010), benché stiano dando buoni risultati anche le prove eseguite con recinti ricondizionati di 7,7 m² (Edwards et al., 2011).

Altri aspetti importanti della progettazione e realizzazione dei recinti di allattamento

Nella loro review sulla progettazione dei sistemi di allattamento, Baxter et al (2010) hanno raccomandato anche i seguenti aspetti. **Recinti:** le scrofe preferiscono fare il nido in un luogo chiuso, o comunque contro un muro solido (Stolba and Wood-Gush, 1984); negli allevamenti commerciali, è possibile garantire queste condizioni con tre pareti solide, in tal caso, però, l'area del nido non dovrebbe essere intensamente illuminata. **Pareti inclinate:** garantiscono alla scrofa un supporto che le permette di sdraiarsi più lentamente e con

attenzione e sono preferibili rispetto alle sbarre per l'allattamento (Damm et al., 2006). I suinetti possono giacere nell'area tra la parete inclinata e quella verticale, uno spazio che permette loro di proteggersi dalla scrofa e che dovrebbe essere disponibile in tutte le pareti del recinto. **Mescolamento durante l'allattamento di scrofe e suinetti:** dovrebbe essere evitato. **Arricchimento ambientale per i suinetti:** la disponibilità di materiali di foraggiamento, come la torba, può ridurre l'aggressività e i comportamenti come il belly-nosing (la ripetuta e ritmica stimolazione con il grugno della regione ombelicale o inguinale di un altro animale). Nell'area ad assicelle, i suinetti dovrebbero essere dotati di un abbeveratoio a tettarella ripiegato verso l'alto.

Riassunto

I produttori che stanno sviluppando sistemi di allattamento senza gabbie al coperto devono tenere in considerazione alcuni aspetti chiave per la progettazione e la gestione, in modo da massimizzare la sopravvivenza dei suinetti e aumentare il benessere di scrofe e lattonzoli. Gli aspetti principali comprendono: disponibilità di spazio sufficiente, pavimentazioni solide con lettiere di paglia a fili lunghi nell'area del nido e un ambiente ottimale dal punto di vista fisico e termico per ottimizzare il comportamento materno. Non va trascurato, infine, il fatto che gli allevatori dovrebbero avere essere propensi al cambiamento della gestione dei propri sistemi di allattamento.

Bibliografia

- Algers, B. and Jensen, P. (1990) Thermal Microclimate in Winter Farrowing Nests of Free-ranging Domestic Pigs *Livestock Production Science*, 25 177-181 177
- Andersen, I.L., Berg, S., Boe, 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
- Andersen, I.L., Tajet, G.M., Haukvik, I.A., Kongsrud, S., Boe, K.E. (2007) Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed lactating sows. *Acta Agriculturae Scandinavica Section A*: 57: 38-45
- Baxter, E.M., Jarvis, S., Sherwood, L., Robson, S.K., Ormandy, E., Farish, M., Smurthwaite, K.M., Roehe, R., Lawrence, A.B., Edwards, S.A. (2009) Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock Science* 124: 266-276
- Baxter, E.M., Lawrence, A.B., Edwards, S.A. (2010) Alternative farrowing systems: design criteria for farrowing systems based on the biological needs of sows and piglets. *Animal* 5(4): 580-600
- Baxter, E.M., Jarvis, S., Sherwood, L., Farish, M., Roehe, R., Lawrence, A.B., Edwards, S.A. (2011) Genetic and environmental effects on piglet survival and maternal behaviour of the farrowing sow. *Applied Animal Behaviour Science* 130: 28-41
- Boyle, L.A., Regan, D., Leonard, F.C., Lynch, P.B., Brophy, P. (2000) 'The effect of mats on the welfare of sows and piglets in the farrowing house', *Animal Welfare*, 9, 39 - 48.
- BPEX (2008) Economic and Policy Analysis Group, Structure of the UK Pig Industry, 6. November 2008. Disponibile all'indirizzo: <http://www.bpex.org/downloads/297271/288141/Structure%20of%20the%20UK%20pig%20industry%20-%20feed.pdf>
- BPEX (2009) Pig Yearbook 2009. BPEX, Winterhill House, Snowdon Drive, Milton Keynes, MK6 1AX. ISBN 978-1-904437-39-0
- Burri, M., Wechsler, B., Gyax, L., Weber, R. (2009) Influence of straw length, sow behaviour and room temperature on the incidence of dangerous situations for piglets in a loose farrowing system. *Applied Animal Behaviour Science* 117: 181-189
- Damm, B.I., Vestergaard, K.S., Schrøder-Petersen, D.L., Ladewig, J. (2000) The effects of branches on prepartum nest building in gilts with access to straw. *Applied Animal Behaviour Science* 69(2): 113-124
- Damm, B.I., Lisborg, L., Vestergaard, K.S., Vanicek, J. (2003) Nest-building, behavioural disturbances and heart rate in farrowing sows kept in crates and Schmid pens. *Livestock Production Science* 80: 175-187
- Damm, B.I., Pedersen, L.J., Heiskanen, T., Nielsen, N.P. (2005a) Long-stemmed straw as an additional nesting material in modified Schmid pens in a commercial breeding unit: effects on sow behaviour, and on piglet mortality and growth. *Applied Animal Behaviour Science* 92: 45-60

- Damm, B.I., Forkman, B., Pedersen, L.J. (2005b) Lying down and rolling behaviour in sows in relation to piglet crushing. *Applied Animal Behaviour Science*, 90, 3 – 20.
- Damm, B.I., Moustsen, V., Jørgensen, E., Pedersen, L.J., Heiskanen, T., Forkman, B. (2006) Sow preferences for walls to lean against when lying down. *Applied Animal Behaviour Science* 99: 53–63
- Devillers, N. and Farmer, C. (2008) Effects of a new housing system and temperature on sow behaviour during lactation. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Sciences*, 58, 55 - 60.
- Dybjaer, L., Olsen, A. N. W., Miller, F., Jensen, K. H. (2001) 'Effects of Farrowing Conditions on Behaviour in Multi-suckling Pens for Pigs', *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A – Animal Sciences*, 51, 134 - 141.
- Edwards, S.A., Lightfoot, A. L. (1986) 'The effect of floor type in farrowing pens on pig injury. II. Leg and teat damage of sows', *British Veterinary Journal*, 142, 441 - 445.
- Edwards, S.A., Baxter E.M. (2010) The PigSAFE Project: Developing an alternative to the farrowing crate. Recommended dimensions and details for building PigSAFE pens. November 2010.
- Edwards, S.A., Brett, M., Guy, J.H., Baxter, E.M. (2011) Practical evaluation of an indoor free farrowing system: the PigSAFE pen. In: *Proceedings of 62nd Annual Meeting EAAP, Stavanger 2011*, pagina 17
- Hendriks, H.J.M., Pedersen, B.K., Vermeer, H.M., Wittmann, M. (1998) Pig housing systems in Europe: Current distributions and trends. *Pig News and Information* 19: 97-104
- Hoy, S. (2004) '9 Years of Data on MMA', *Pig Progress*, 20, 14 - 15.
- Huynh, T.T.T., Aarnink, A.J.A., Heetkamp, M.J.W., Vestegen, M.W.A., Kemp, B. (2007) Evaporative heat loss from group-housed growing pigs at high ambient temperatures'. *Journal of Thermal Biology*, 32, 293 - 299.
- Jarvis, S., Calvert, S.K., Steverson, J., VanLeeuwen, N., Lawrence A.B. (2002) Pituitary-adrenal activation in pre-parturient pigs (*Sus Scrofa*) is associated with behavioural restriction due to lack of space rather than nesting substrate. *Animal Welfare* 11: 371-384.
- Jensen, P. (1989) Nest Site Choice and Nest Building of Free-ranging Domestic Pigs Due to Farrow Applied *Animal Behaviour Science*, 22: 13-21 13
- Johnson, A.K., and McGlone, J.J. (2003) Fender design and insulation of farrowing huts: Effects on performance of outdoor sows and piglets. *Journal of Animal science* 81: 955-964.
- Jones, T.A., Hunter E.J., Johnson, P., Guise, J. (2003) Non-restraint farrowing systems: An industry approach. *The Pig Journal* 52: 124-133
- Lewis, E., Boyle, L. A., O'Doherty, J. V., Brophy, P., Lynch, P. B. (2005) The effect of floor type in farrowing crates on piglet welfare. *Irish Journal of Agricultural and Food Research*, 44, 69 - 81.
- Litschauer, K., Haidn, B., Auernhammer, H. (2006) Circular Crates for Farrowing Sows- Effects on Animal Behaviour [pubblicato su http://www.tec.wzw.tum.de/landtech/downloads/poster/2006_CircularCrates.pdf (Ultimo accesso: 28 Febbraio 2009)].
- Malmkvist, J., Pedersen, L.J., Damgaard, B.M., Thodberg, K., Jørgensen, E., Labouriau, R. (2006) Does floor heating around parturition affect the vitality of piglets born to loose housed sows? *Applied Animal Behaviour Science* 99: 88-105
- Marchant, J.N. (1997) Alternatives to confining the sow. University of Cambridge, Department of Clinical Veterinary Medicine, Madingly Road, Cambridge, CP3 0ES and ADAS Terrington, Terrington St Clement, Kings Lynn, Norfolk, PE34 4PW.
- Marchant, J.N., Rudd, A.R., Mendl, M.T., Broom, D.M., Meredith, M.J., Corning, S., Simmins, P.J. (2000) Timing and causes of piglet mortality in alternative and conventional farrowing systems. *Veterinary Record* 147: 209-214.
- Nowicki, J.E., and Schwarz, T. (2010) Maternal responsiveness of sows housed in two farrowing environments measured in behavioural tests. *Ann. Anim. Sci.* 10(2): 179-186
- Oliviero, C., Heinonen, M., Valros, A., Halli, O. e Peltoniema, O. A. T. (2008) 'Effect of the environment on the physiology of the sow during late pregnancy, farrowing and early lactation', *Animal Reproduction Science*, 105, 365 – 377.
- Pedersen, L.J., Malmkvist, J., Jørgensen, E. (2007) The use of a heated floor area by sows and piglets in farrowing pens. *Applied Animal Behaviour Science* 103: 1–11
- Pedersen, S., and Ravn, P. (2008) Characteristics of slatted floors in pig pens; friction, shock absorption, ammonia emission and heat conduction, *Agricultural Engineering International: CIGR Ejournal*, Manuscript BC 08 005.
- Pedersen, L.J., Berg, P., Jørgensen, G., Andersen, I.L. (2011a) Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. *Journal of Animal Science* 89: 1207-1218

- Pedersen, M.L., Mousten, V.A., Nielsen, M.B.F., Kristensen, A.R. (2011b) Improved udder access prolongs duration of milk letdown and increases piglet weight gain. *Livestock Science* 140(1): 253-261
- Phillips, P.A., Fraser, D., Thompson, B. K. (1996) Sow preference for types of flooring in farrowing crates. *Canadian Journal of Animal Science*, 74, 485 - 489.
- Phillips, P.A., Fraser D., Pawluczuk B (2000) Floor temperature preference of sows at farrowing *Applied Animal Behaviour Science* 67: 59–65
- Pokorna, Z., Illmann, G., Simeckova, M. Chaloupkova, H., Kratinova, P. (2008) Carefulness and flexibility of lying down behaviour in sows during 24h post-partum in relation to piglet position. *Applied Animal Behaviour Science* 114: 346-358
- Schmid H. (1991) A practical, behaviour specific housing system for farrowing and lactating sows. In: *Alternatives in Animal husbandry. Proceedings of the International Conference*. Eds. Boehncke, E. and Molke, N. Witzenhausen, July 22-25 1991.
- Silva, B.A.N., Oliveira, R. F. M., Donzele, J. L., Fernandes, H. C., Lima, A. L., Renaudeau, D., Noblet, J. (2009) 'Effect of floor cooling and dietary amino acids content on performance and behaviour of lactating primiparous sows during summer', *Livestock Science*, 120, 25 – 34.
- Stolba, A., and Wood-Gush, D.G.M. (1984) The identification of behavioural key features and their incorporation into a housing design for pigs. *Annales de Recherches Veterinaire* 15: 287-299
- Thodberg, K., Jensen, K.H., Herskin, M.S. (2002a) Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows. Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. *Applied Animal Behaviour Science* 77: 53-76
- Thodberg, K., Jensen, K.H., Herskin, M.S. (2002b) Nest building and farrowing in sows: relation to the reaction pattern during stress, farrowing environment and experience. *Applied Animal Behaviour Science* 77: 21-42
- Weschler, B., and Weber, R. (2007) Loose farrowing systems: challenges and solutions. *Animal Welfare*. 16: 295-307
- Weber, R., Keil, N.M., Fehr, M., Horat, R (2007) Piglet mortality on farms using farrowing systems with or without crates. *Animal Welfare* 16: 277-279
- Weber, R., Keil, N.M., Fehr, M., Horat R. (2009) factors affecting piglet mortality in loose farrowing systems on commercial farms. *Livestock Science* 124: 216-222
- Wischner, D., Kemper, N., Krieter, J. (2009) Nest building behaviour in sows and consequences for pig husbandry. *Livestock Science* 124: 1-8
- Zoric, M., Mattsson, S., Kjellerby, P., Wallgren, P. (2008) Incidence of Lameness and Abrasions in Piglets in Identical Farrowing Pens with Four different types of Pens. Disponibile all'indirizzo: <http://www.sva.se/upload/pdf/Djurh%C3%A4lsa/Gris/Kongressrapport%20-%20%204,%20IPVS%202008,%20Durban,%20Sydafrika.pdf> (Ultimo accesso 10 Febbraio 2009).