

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

EFEITO DO MÉTODO DE ALEITAMENTO NAS PERFORMANCES ZOOTÉCNICAS DE SUÍNOS

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Liliana Filipa Neves Couto

Orientador

Prof. Doutor Divanildo Outor Monteiro

Departamento de Zootecnia

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Co-orientador

Engenheiro Tiago Moreira

Reis & Silva, Lda.



Vila Real, 2013

Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

**EFEITO DO MÉTODO DE ALEITAMENTO NAS PERFORMANCES
ZOOTÉCNICAS DE SUÍNOS**

Dissertação de Mestrado em Engenharia Zootécnica

Liliana Filipa Neves Couto

Orientador

Prof. Doutor Divanildo Outor Monteiro
Departamento de Zootecnia
Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Co-orientador

Engenheiro Tiago Moreira
Reis & Silva, Lda.

Composição do Júri:

Vila Real, 2013

As doutrinas apresentadas são da exclusiva
responsabilidade do autor

Agradecimentos

Aqui, no final desta fase importante da minha vida, gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos aqueles que ajudaram a tornar esta dissertação uma realidade, nomeadamente:

Ao Professor Doutor Divanildo Outor Monteiro por ter aceite a orientação deste trabalho, pelo auxílio e estímulo constante para a realização de todas as fases do mesmo;

Ao Engenheiro Tiago Moreira por ter aceite ser co-orientador deste trabalho, pelos incontáveis conselhos, críticas e sugestões, principalmente na componente experimental desta dissertação;

À Reis & Silva, Lda. por ter permitido a execução da componente experimental deste trabalho nas suas instalações;

A toda a equipa da Reis & Silva, Lda. por todo o apoio na execução da componente experimental deste trabalho;

À Unidade Experimental de Suinicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro por ter concedido as suas instalações para a realização da componente experimental deste trabalho;

A toda a equipa da Unidade de Suinicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, em especial ao Engenheiro Paulo Fontes, pela disponibilidade e apoio concedidos na realização da componente experimental deste trabalho;

Ao meu namorado, pelo seu apoio constante, pela ajuda que me prestou quando necessitei;

Para os meus colegas que me apoiaram durante estes últimos cinco anos, nos bons e menos bons momentos que fizeram a minha vida académica cheia de momentos memoráveis;

Por último, mas não menos importante, à minha família por todo o sacrifício, aconselhamento e apoio. Obrigado por tudo, sem palavras para expressar toda a minha gratidão.

Resumo

A utilização do leite de substituição na alimentação dos leitões foi avaliada em dois ensaios experimentais. No ensaio 1 foram utilizados 180 leitões, distribuídos por quatro tratamentos: DA, DL, FA, FL. Aos 7 dias de idade, foram retirados os leitões débeis de 37 porcas e distribuídos pelos tratamentos DA (adotados por 'porcas-ama', 2,0 kg, n=24) e DL (desmamados e submetidos a aleitamento artificial, 2,1 kg, n=24). Aleatoriamente, foram identificados três leitões de cada uma das 37 porcas e designados como tratamento FA, tendo permanecido em amamentação convencional (2,9 kg, n=107). As ninhadas das 'porcas-ama', constituídas por leitões bem desenvolvidos/fortes (tratamento FL; 3,1 kg, n=24) foram desmamadas e submetidas a aleitamento artificial. O aleitamento artificial foi constituído pela diluição em água de leite de substituição e alimento *pré-starter* em proporções que variaram ao longo do tempo. Aos 28 dias de idade os leitões do tratamento FA apresentaram um peso superior ($P<0,05$) aos restantes tratamentos (8,1 kg para FA vs. 6,7 kg para DA; 4,9 kg para DL; 5,8 kg para FL). Entre os 7 e os 28 dias de idade, os leitões 'amamentados' (tratamentos DA e FA) mostraram um GMD superior ($P<0,05$) aos leitões alimentados com leite de substituição (tratamentos DL e FL). Aos 91 dias de idade, os leitões FA apresentaram um peso maior ($P<0,05$) que os outros grupos. Também a esta idade, os leitões FL revelaram um peso igual ($P>0,05$) ao dos leitões DA e superior ($P<0,05$) ao dos leitões DL. Os leitões DA e DL não tiveram diferenças de peso a esta idade ($P>0,05$). No ensaio 2 foi avaliado, na performance dos animais, o efeito do leite de substituição administrado como suplemento aos leitões que permaneceram com a sua progenitora até aos 25 dias de idade. Vinte e quatro horas após o nascimento, 150 leitões foram distribuídos por dois tratamentos: 'suplementados' (1,6 kg; n=75) e 'não suplementados' (1,5 kg; n=75), dos 4 dias de idade até ao desmame. Aos 21 dias de idade, os leitões 'suplementados' apresentaram um peso similar ao dos leitões 'não suplementados' (5,8 vs. 5,7 kg; $P>0,05$). Os leitões 'suplementados' mostraram, entre os 14 e os 21 dias de idade, uma tendência ($P=0,10$) para um maior GMD (0,234 vs. 0,205 kg), relativamente aos leitões 'não suplementados'. Com estes estudos pode-se concluir que o aleitamento artificial e a adoção são duas estratégias viáveis para lidar com ninhadas numerosas. O aleitamento artificial parece ser mais viável para leitões bem desenvolvidos e a adoção para leitões mais débeis. A utilização de leite de substituição como suplemento do leite materno pode aumentar o crescimento dos leitões a partir dos 14 dias de idade.

Palavras-chave: amamentação, aleitamento artificial, adoção, leitões débeis, leite de substituição.

Abstract

The use of milk replacer as substitute of sow's milk in piglet feeding was studied in two experiments. 180 piglets were used on the first study, distributed in 4 treatments: DA, DL, FA, FL. Smaller piglets were retired from their mother at 7 days of age and distributed in DA (adopted by nurse sows, 2,0 kg, n=24) and DL (weaned and feeded milk replacer 2,1 kg, n=24). Three piglets from each of the 37 sows were randomly chosen and identified, those were designed as FA treatment, being maintained in a conventional feeding system with their mother (2,9 kg, n=107). Nurse sow's litters, consisting mainly in larger piglets (FL treatment, 3,1 kg, n=24) were weaned and feeded milk replacer. The artificially reared milk was mainly composed of milk replacer and creep feed diluted in water, with different proportions over time. Piglets from FA treatment presented higher weight ($P<0,05$) at 28 days of age, compared to the others treatments (8,1 kg for FA vs. 6,7 kg for DA, 4,9 kg for DL, 5,8 kg for FL). Piglets from DA and FA treatments showed a higher ADG ($P<0,05$) between 7 to 28 days of age compared to the piglets feeded with milk replacer (DL and FL treatments). At 91 days of age, pigs from the FA treatment had higher weights ($P<0,05$) than pigs from the other treatments. Whereas the pigs from FL treatment presented a similar weight ($p>0,05$) as pigs from DA treatment but higher ($P<0,05$) than pigs from DL treatment. Pigs from DA and DL treatments didn't present differences in weight ($P>0,05$). The second study assessed the effect of milk replacer offered to suckling piglets until 25 days of age on their performances. 150 piglets were distributed 24h after birth between two treatments, "supplemented" (1,6 kg; n=75) and "not supplemented" (1,5 kg; n=75), whereas they were feeded milk replacer between 4 days after birth until weaning. The pigs "supplemented" presented a similar weight as the pigs "not supplemented" at 21 days of age (5,8 vs. 5,7 kg; $P>0,05$). "Supplemented" piglets ADG from 14 to 21 days of age had tendency ($P=0,10$) to be higher than "not supplemented" piglets (0,234 vs. 0,205 kg). These experiments showed that milk replacer and fostering are two viable strategies against large litter sizes. Milk replacer seemed to be more effective when used on larger piglets whereas fostering appeared a better choice for smaller piglets. The use of milk replacer as a supplement for suckling pigs can enhance piglet's growth from 14 days of age.

Key-words: suckling, artificially reared milk, fostering, small piglets, milk replacer.

Índice Geral

| | |
|--|------|
| Agradecimentos | V |
| Resumo | VII |
| Índice de quadros..... | XIII |
| Índice de figuras | XV |
| Lista de Abreviaturas | XVII |
| I. Revisão bibliográfica..... | 1 |
| 1. Desenvolvimento do leitão na maternidade | 1 |
| 1.1. Características ao nascimento..... | 1 |
| 1.2. Causas de mortalidade dos leitões nascidos vivos..... | 4 |
| 2. Lactação da porca..... | 7 |
| 2.1. Colostro | 8 |
| 2.2. Leite | 10 |
| 2.3. Limitações na produção de leite | 12 |
| 3. Limitações no crescimento dos leitões | 13 |
| 4. Alimento <i>pré-starter</i> | 14 |
| 5. Estratégias clássicas de manejo para lidar com ninhadas numerosas | 15 |
| 5.1. Aleitamento fracionado (<i>split suckling</i>) | 17 |
| 5.2. Desmame fracionado (<i>split weaning</i>) | 17 |
| 5.3. Transferências/Adoções (<i>cross-fostering</i>)..... | 18 |
| 5.4. Extra lactação..... | 20 |
| 6. Estratégias atuais de manejo para lidar com ninhadas numerosas | 21 |
| 6.1. Suplementação com leite de substituição | 23 |
| 6.2. Aleitamento Artificial..... | 26 |
| II. Componente experimental..... | 33 |
| 1. Ensaio 1..... | 33 |
| 1.1. Introdução..... | 33 |
| 1.2. Material e Métodos..... | 33 |
| 1.2.1. Animais | 33 |
| – Porcas..... | 33 |
| – Leitões | 34 |
| 1.2.2. Instalações..... | 35 |
| 1.2.3. Maneio alimentar | 36 |
| – Porcas..... | 36 |
| – Leitões | 36 |

| | |
|----------------------------------|----|
| 1.2.4. Análise estatística..... | 38 |
| 1.3. Resultados..... | 39 |
| 1.4. Discussão..... | 47 |
| 1.5. Considerações finais..... | 50 |
| 2. Ensaio 2..... | 53 |
| 2.1. Introdução..... | 53 |
| 2.2. Material e Métodos..... | 53 |
| 2.2.1. Animais..... | 53 |
| – Porcas..... | 53 |
| – Leitões..... | 53 |
| 2.2.2. Instalações..... | 54 |
| 2.2.3. Maneio Alimentar..... | 54 |
| – Porcas..... | 54 |
| – Leitões..... | 55 |
| 2.2.4. Análise estatística..... | 57 |
| 2.3. Resultados e Discussão..... | 58 |
| 2.4. Considerações finais..... | 62 |
| III. Considerações gerais..... | 63 |
| IV. Bibliografia..... | 65 |

Índice de quadros

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Composição química dos suínos (%) | 3 |
| Quadro 2 – Componentes (%) do colostro e do leite de diferentes espécies..... | 8 |
| Quadro 3 – Teores (%) de matéria seca, proteína bruta, lípidos totais e lactose no colostro e leite de porcas de um genótipo convencional (<i>Large White</i> x <i>Landrace</i>) | 9 |
| Quadro 4 – Efeito da fase da lactação na produção de leite de porca (kg dia ⁻¹) e no seu teor em matéria seca (g kg ⁻¹), proteína (g kg ⁻¹) e energia (Mcal kg ⁻¹)..... | 11 |
| Quadro 5 – Produção de leite de porca em relação ao número de leitões da ninhada | 11 |
| Quadro 6 – Exemplo da composição de um alimento <i>pré-starter</i> , um leite de substituição, e um leite de porca..... | 22 |
| Quadro 7 – Efeito do peso ao nascimento (pesados vs. leves), e da suplementação com leite de substituição (supl. vs. não supl.) no peso ao desmame, na mortalidade e ingestão de leite de substituição durante a lactação, e na ingestão alimentar e no crescimento entre o desmame e o abate | 24 |
| Quadro 8 – Consumo de leite de substituição pelos leitões durante a lactação e consequente resposta de crescimento..... | 26 |
| Quadro 9 – Comparação do crescimento dos leitões desmamados precocemente (6 dias de idade, alimentados com leite de substituição) e dos leitões alimentados pelas suas progenitoras e desmamados convencionalmente aos 28 dias de idade..... | 29 |
| Quadro 10 – Visão geral de diferentes sistemas de aleitamento artificial para leitões | 31 |
| Quadro 11 – Composição dos alimentos do ensaio 1..... | 37 |
| Quadro 12 – Peso médio (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) aos 7, 14, 21 e 28 dias de idade. | 40 |
| Quadro 13 – Peso médio (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) aos 49, 91 e 165 dias de idade. | 40 |
| Quadro 14 – Ganho médio diário (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) em vários intervalos, entre os 7 e os 28 dias de idade. | 43 |
| Quadro 15 – Ganho médio diário (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) em vários intervalos, entre os 7 e os 91 dias de idade. | 44 |

| | |
|--|----|
| Quadro 16 – Ingestão média diária (g de MS) por leitão nas 3 semanas de lactação, sensivelmente entre os 7 e os 28 dias de idade, do tratamento DL ('débeis com leite de substituição') e do tratamento FL ('fortes com leite de substituição')..... | 45 |
| Quadro 17 – Custos semanais e da totalidade das 3 semanas de ensaio com a alimentação (€ por leitão) dos leitões do tratamento DL ('débeis com leite de substituição'), do tratamento FL ('fortes com leite de substituição') e do tratamento DA ('débeis amamentados')..... | 46 |
| Quadro 18 – Composição dos alimentos do ensaio 2..... | 57 |
| Quadro 19 – Peso médio (kg) às 24 horas de vida dos leitões 'não suplementados' e 'suplementados' com leite de substituição..... | 58 |
| Quadro 20 – Peso médio ajustado (kg) dos leitões 'suplementados' e 'não suplementados' com leite de substituição aos 7, 14, 21 e 42 dias de idade, considerando o peso às 24 horas após o nascimento como co-variável..... | 59 |
| Quadro 21 – Ganho médio diário ajustado (kg) dos leitões 'suplementados' e 'não suplementados' com leite de substituição em vários intervalos entre 1 e 42 dias de idade, considerando o peso às 24 horas após o nascimento como co-variável..... | 60 |
| Quadro 22 – Ingestão média diária (g de MS) por leitão nas 3 semanas de lactação, sensivelmente entre os 4 e os 25 dias de idade, do tratamento 'suplementados' e 'não suplementados'..... | 61 |
| Quadro 23 – Mortalidade dos animais do ensaio 2 do 1º ao 42º dia de vida..... | 62 |

Índice de figuras

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Reservas energéticas disponíveis ao nascimento (■, Gordura; □, Glicogénio) e a estimativa das necessidades de energia <i>net</i> durante as primeiras 24 horas de vida dos leitões que sobrevivem até ao desmame em condições de neutralidade térmica ou 5 °C abaixo da neutralidade térmica (■, Manutenção; ■, Atividade física; □, Retenção energética; □, Termorregulação) | 3 |
| Figura 2 – Eventos interativos que ocorrem no complexo hipotermia-fome-esmagamento | 5 |
| Figura 3 – Crescimento dos leitões numa ninhada sem acesso a alimento <i>pré-starter</i> e sem sintomas de doença e o seu potencial de crescimento na ausência de restrição nutricional | 13 |
| Figura 4 – Possíveis técnicas de manejo para ninhadas de grande tamanho, baseadas na oportunidade de transferir/adotar | 17 |
| Figura 5 – Regressões de ordem cúbica para a produção diária de leite até aos 51 dias pós-parto das porcas mantendo a sua própria ninhada ou com a ninhada substituída aos 25 dias pós-parto | 21 |
| Figura 6 – Delineamento experimental dos três tratamentos: Desmame convencional, desmame aos 21 dias de idade com alimento <i>starter</i> ; Desmame fracionado (<i>split weaning</i>), desmame dos leitões 'pesados' aos 14 dias de idade e dos leitões 'leves' aos 21 dias de idade, ambos os grupos após o desmame foram alimentados com leite de substituição (líquido) e alimento <i>starter</i> (na forma sólida); Aleitamento artificial, desmame aos 21 dias de idade, leitões alimentados após o desmame com leite de substituição (líquido) e alimento <i>starter</i> (na forma sólida)..... | 28 |
| Figura 7 – Resultados dos leitões débeis criados numa incubadora..... | 30 |
| Figura 8 – Esquema do delineamento do ensaio experimental 1. | 34 |
| Figura 9 – Evolução da proporção de leite de substituição (gramas) e alimento <i>pré-starter</i> (gramas) diluídos num litro de água, que constitui a alimentação líquida dos leitões sujeitos a aleitamento artificial e as suas respetivas linhas de tendência e equações que descrevem essas linhas..... | 38 |
| Figura 10 – Relação entre o peso e a idade (dos 7 aos 165 dias) dos leitões dos vários tratamentos do ensaio 1. | 42 |
| Figura 11 – Comedouros em aço inox do alimento <i>pré-starter</i> na forma sólida (esquerda) e do alimento líquido (direita)..... | 55 |

| | |
|---|----|
| Figura 12 – Evolução da quantidade de leite de substituição (gramas) e alimento <i>pré-starter</i> (gramas) diluídas em um litro de água, que constitui a alimentação líquida dos leitões do tratamento ‘suplementados’ dos 4 aos 25 dias de idade..... | 56 |
| Figura 13 – Relação entre o peso e a idade (dos 1 aos 42 dias) dos leitões ‘suplementados’ e ‘não suplementados’ com leite de substituição a partir dos 4 dias de idade..... | 60 |

Lista de Abreviaturas

- ANOVA – Análise(s) de variância
C16:0 – Ácido palmítico
C18:1 – Ácido oleico
C18:2 – Ácido linoleico
DA – Leitões débeis amamentados por uma ‘porca-ama’
DL – Leitões débeis alimentados com leite de substituição
€ – Euros
ED – Energia digestível
EGF - *Epidermal growth factor*
EM – Energia metabolizável
FA – Leitões fortes/bem desenvolvidos amamentados pela sua progenitora
FL – Leitões fortes/bem desenvolvidos alimentados com leite de substituição
g – Grama
GMD – Ganho médio diário
h – Hora
IgA – Imunoglobulina A
IGF-1 - Insulin-Like Growth Factor – 1
IGF-2 - Insulin-Like Growth Factor – 2
IgG – Imunoglobulina G
IMD – Ingestão média diária
kg – Quilograma
kJ – Quilojoule
l – Litro
LR – Raça suína *Landrace*
LW – Raça suína *Large White*
Mcal – Megacalorias
MJ – Megajoule
ml – Mililitro
MS – Matéria seca
PB – Proteína bruta
Pi – Raça suína *Piétrain*
R² – coeficiente de determinação
Trat. – Tratamento

I. Revisão bibliográfica

1. Desenvolvimento do leitão na maternidade

O desenvolvimento do leitão na maternidade influencia as suas futuras performances, e por conseguinte a rentabilidade económica da suinicultura (Guéblez e Dagorn, 2000; Quiniou *et al.*, 2002; Rehfeldt e Kuhn, 2006; Bérard *et al.*, 2008; Bergstrom *et al.*, 2009).

1.1. Características ao nascimento

O leitão recém-nascido apresenta características particulares que podem influenciar o seu potencial de sobrevivência e de crescimento. Durante as últimas décadas, a seleção focou-se no aumento da prolificidade das porcas, para consequentemente ocorrer um aumento do número de leitões desmamados e de animais vendidos para abate (Southwood e Kennedy, 1991; Estany e Sorensen, 1995). Devido à seleção de linhas híperprolíficas, a produtividade numérica das porcas francesas aumentou mais de 7 leitões desmamados/porca/ano entre 1970 e 1996, permitindo que atualmente seja possível o desmame de mais de 12 leitões por ninhada (Legault, 1998). O aumento do número de nados totais não implica diretamente um aumento do número de leitões desmamados, uma vez que está associado com uma redução do peso médio ao nascimento (Quiniou *et al.*, 2002), acompanhada de uma maior heterogeneidade de pesos entre leitões da mesma ninhada (Devillers *et al.*, 2011) e consequentemente uma maior ocorrência de mortalidade peri e pós-natal (Guéblez e Dagorn, 2000; Vasdal *et al.*, 2011).

A maior diferença entre os leitões ao nascimento reside no seu peso (Le Dividich, 1999). A heterogeneidade de peso ao nascimento entre leitões da mesma ninhada, e o consequente aumento do número de leitões com baixo peso ao nascimento, aumenta significativamente com a prolificidade, o número de partos da porca e a condição corporal da porca no último terço de gestação (Milligan *et al.*, 2002; Quesnel *et al.*, 2008). O facto do tamanho da ninhada ter aumentado de 9 para 16 leitões desencadeou um aumento de 3% para 15% da proporção dos leitões com menos de 1 kg de peso ao nascimento (Quesnel *et al.*, 2008). Roehe (1999) mostrou que o peso ao nascimento decresce 44 gramas por cada leitão adicional, embora Bérard *et al.* (2008) tenham verificado que o tamanho da ninhada não influencia o peso ao nascimento dos leitões mais pesados. Porém, porcas primíparas apresentam uma menor prolificidade e um menor peso médio dos leitões nascidos vivos do que as porcas múltiparas (Milligan *et al.*, 2002). Com o aumento da idade ao primeiro parto ocorre um ligeiro aumento do peso ao nascimento dos leitões, bem como do peso ao desmame da ninhada em todos os partos (Rozeboom *et al.*, 1996). De acordo com Miller *et*

al. (2000), a quantidade de ingestão de alimento da porca no último terço de gestação não afeta o peso médio ao nascimento da ninhada, contudo Quesnel *et al.*, (2008) salientam que o peso dos leitões ao nascimento não é influenciado pelo ganho de peso das porcas durante a gestação, mas sim pela sua condição corporal no final da gestação. O peso ao nascimento também varia consoante o genótipo dos animais, em média, os leitões descendentes do cruzamento de *Piétrain* × (*Large White* × *Landrace*) apresentam um peso ao nascimento de 1,42 kg (Le Dividich *et al.*, 2005b), enquanto os leitões puros de *Large White* possuem cerca de 1,52 kg de peso corporal (Canario *et al.*, 2009).

Quiniou *et al.* (2002) mostraram que quanto maior é o peso ao nascimento maior é o ganho médio diário durante a fase de amamentação, pós-desmame e engorda. Cabrera (2011) reafirmou que existe uma relação linear entre o peso ao desmame e o ganho médio diário de peso da fase pós-desmame. Os leitões crescem geralmente 180 a 240 g/dia entre o nascimento e o desmame às três ou quatro semanas de idade (Pluske e Dong, 1998). Vulgarmente é esperado um peso acima dos 8 kg num leitão saudável, com 28 dias de idade, alimentado pela sua progenitora contudo, existem registos de leitões que atingem a essa idade os 12 kg de peso corporal (Whittemore e Kyriazakis, 2007a), o que indica o seu elevado potencial de crescimento, mas também a diferença entre o potencial e o valor usualmente alcançado. Cada grama adicional no peso corporal ao nascimento pode proporcionar 2,70 g ao desmame aos 26 dias de idade (Gadd, 2011). Este facto salienta-se quando a diferença de peso ao nascimento entre os leitões corresponde a cerca de 0,5 kg, pois representará mais de um 1 kg no peso ao desmame. O peso ao desmame não é influenciado pelo sexo dos leitões (Mallard *et al.*, 1991). Segundo Cabrera (2011), os leitões com um peso ao desmame inferior a 5,0 kg geram perdas consideráveis num sistema de desmame aos 20 dias de idade.

A alimentação das porcas durante a gestação controla diretamente o crescimento fetal devido ao fornecimento de glicose, aminoácidos e outros nutrientes essenciais (Robinson *et al.*, 1999). Um importante fator nos suínos é a competição por esses nutrientes entre a ninhada no útero, por isso o peso fetal e o peso ao nascimento estão inversamente correlacionados com o tamanho da ninhada (Milligan *et al.*, 2002; Quiniou *et al.*, 2002; Town *et al.*, 2005). Outro facto que intensifica esta problemática é a diminuição, no útero, do fluxo sanguíneo por feto nas ninhadas maiores (Père e Étienne, 2000).

Como qualquer animal, o leitão recém-nascido precisa de energia para satisfazer as suas necessidades de manutenção e crescimento. As necessidades energéticas do leitão recém-nascido são máximas no momento do nascimento devido ao elevado consumo de energia para satisfazer as necessidades de termorregulação e para a atividade física (Charneca, 2010), existindo contudo uma reduzida informação sobre os gastos energéticos associados com a ingestão do colostro/leite, lutas pelos tetos e estabelecimento da hierarquia

do úbere. Le Dividich *et al.* (2005a) estimaram que o total de necessidades energéticas (ver figura 1) de um leitão com 1,0 kg de peso, mantido a uma temperatura ambiente comum à maioria das salas de maternidade (24 a 26 °C), rondará os 700 a 950 kJ/kg PV.

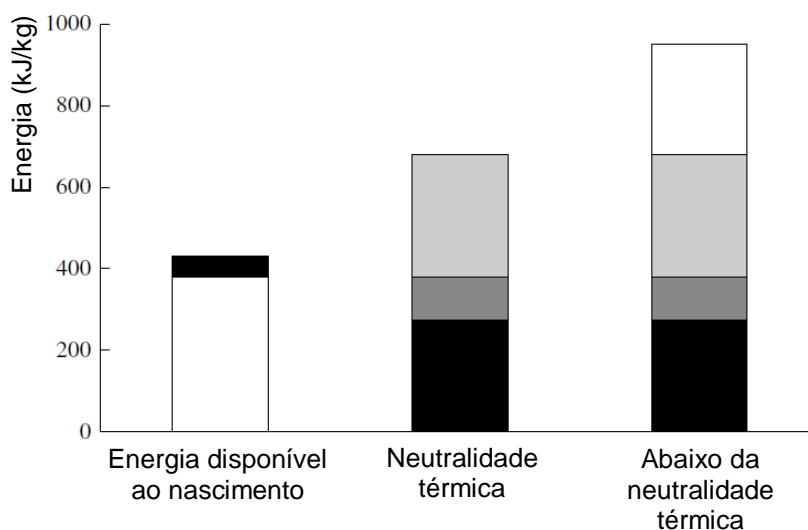


Figura 1 – Reservas energéticas disponíveis ao nascimento (■, Gordura; □, Glicogénio) e a estimativa das necessidades de energia *net* durante as primeiras 24 horas de vida dos leitões que sobrevivem até ao desmame em condições de neutralidade térmica ou 5 °C abaixo da neutralidade térmica (■, Manutenção; ■, Atividade física; ■, Retenção energética; □, Termorregulação). (Adaptado de Le Dividich *et al.*, 2005a).

O quadro 1 apresenta a evolução da composição química dos suínos ao longo do seu crescimento, e salienta o aumento do teor de lípidos e a diminuição da relação água: proteína, bem como o acentuado efeito que a ingestão de alimento tem sobre o teor de lípidos do organismo. Os suínos nascem com apenas 1-2% de lípidos, o que é inferior ao 'mínimo fisiológico' de 4% de gordura corporal, com o intuito de estabelecer adequados níveis de reservas corporais, os leitões apresentam um maior ganho lipídico do que proteico durante o período de amamentação (Whittemore e Kyriazakis, 2007a). Por conseguinte, os leitões apresentam um teor lipídico de 15% aos 28 dias de idade.

Quadro 1 – Composição química dos suínos (%). (Adaptado de Whittemore e Kyriazakis, 2007a)

| | Ao nascimento | Aos 28 dias | Aos 100 kg | | 150 Kg |
|---------------------------|---------------|-------------|-------------------------------|------------------------|--------|
| | | | Alimentação <i>ad libitum</i> | Alimentação restrigida | |
| Água | 77 | 66 | 60 | 68 | 63 |
| Proteína | 18 | 16 | 15 | 17 | 16 |
| Lípidos | 2 | 15 | 22 | 12 | 18 |
| Cinzas¹ | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

¹ A composição mineral do tecido corporal de suínos sem gordura foi medida por Spray e Widdowson [Spray, C. M. e Widdowson, R. A. (1950) *British Journal of Nutrition*, 4, 332] em termos de gramas de mineral por quilograma de tecido corporal sem gordura da seguinte forma: cálcio 12,0; fósforo 7,9; potássio 2,8; sódio 1,5; magnésio 0,45; ferro 0,09; zinco 0,03; cobre 0,003.

1.2. Causas de mortalidade dos leitões nascidos vivos

Apesar do aumento do conhecimento na fisiologia, nutrição, saúde e gestão neonatal, a mortalidade entre o nascimento e o desmame é uma importante fonte de perda de rendimentos na suinicultura industrial (Edwards, 2002), representando cerca de 18 a 20% na Europa e nos Estados Unidos da América (English e Morrison, 1984; Svendsen, 1992 citados por Herpin *et al.*, 2002). Vários estudos indicam que, independentemente do sistema de produção, a maioria desta mortalidade ocorre nas primeiras 72 horas de vida (Le Dividich e Noblet, 1983; Dyck e Swierstra, 1987; Tuchscherer *et al.*, 2000; Lay *et al.*, 2002; Herpin *et al.*, 2002). Além disso, a mortalidade posterior aos 3 dias de idade é, muitas vezes, desencadeada por eventos ocorridos nas primeiras horas de vida (Le Dividich e Noblet, 1983). Um relatório sobre as porcas reprodutoras dinamarquesas (Jultved, 2004) mostrou que, em média, 13,3% dos leitões nascidos vivos morrem antes do desmame. Baxter *et al.* (2009) verificaram que os leitões que morreram antes do desmame apresentaram uma variação de peso negativa (-9%) ou próxima de zero (0,58%) entre o nascimento e as 24 horas de vida, contrastando significativamente com o aumento de peso, de mais de 6,5%, nos leitões sobreviventes. Segundo Gadd (2011), a mortalidade pré-desmame diminui provavelmente 0,4% por cada 100 g de peso corporal adicionais ao nascimento.

A sobrevivência dos leitões é influenciada, principalmente, por fatores pré-natais, pelo comportamento maternal, pelo ambiente físico e pela gestão em torno do parto (Andersen *et al.*, 2005; Baxter *et al.*, 2008; Andersen *et al.*, 2009). Ao investigar a sobrevivência dos leitões é importante incorporar características tanto do ambiente intrauterino, como do extrauterino. Os nados mortos podem representar 10-15% da mortalidade total (Herpin *et al.*, 2001). O ambiente uterino fornecido pela porca é crucial para a sobrevivência dos leitões, dependendo do fluxo de sangue para o útero, da eficácia da placenta, da distribuição adequada de nutrientes e da capacidade uterina (Baxter *et al.*, 2008). Quando as taxas de crescimento fetal não são as adequadas, podem originar leitões com um baixo peso ao nascimento e/ou com uma reduzida vitalidade pós-parto, afetando as suas capacidades de executarem comportamentos fundamentais, como a locomoção em direção ao úbere e a ingestão adequada de colostro (Weary *et al.*, 1998; Tuchscherer *et al.*, 2000). Um aspecto pós-parto muito importante, que decorre da natureza epiteliocorial difusa da placenta suína, é que os leitões nascem sem proteção imunológica tendo que adquirir anticorpos maternos através do colostro (Gaskins e Kelley, 1995).

A mortalidade dos leitões para além da importância económica constitui também um problema de bem-estar animal. Inúmeros autores apontam como principal causa de morte o esmagamento do leitão por parte da porca (Le Dividich e Noblet, 1983; Dyck e Swierstra, 1987; Edwards, 2002), contudo verifica-se também uma sobrestimação desta causa de morte

(Edwards, 2002). O que é assinalado como causa final da morte do leitão pode apenas ser o resultado final do somatório de vários eventos iniciados por outro fator causal como esquematizado na figura seguinte.

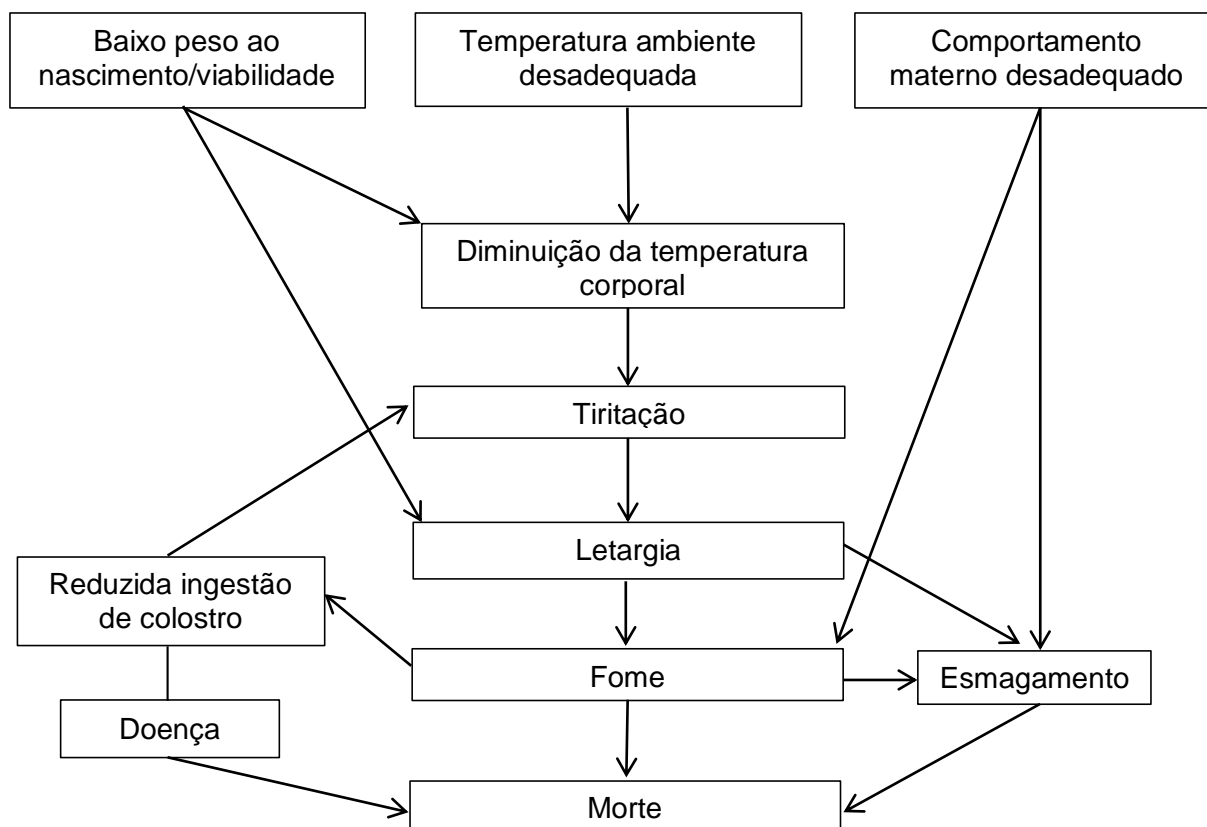


Figura 2 – Eventos interativos que ocorrem no complexo hipotermia-fome-esmagamento (Adaptado de Edwards, 2002).

Os leitões subnutridos passam mais tempo junto da porca o que conseqüentemente, aumenta a sua probabilidade de esmagamento (Weary *et al.*, 1996). Adicionalmente estas situações de carência alimentar são frequentemente secundárias e/ou interativas com os efeitos da hipotermia neonatal que faz com que os leitões fiquem mais letárgicos (Stephens, 1971 citado por Edwards, 2002), menos competitivos no úbere e menos aptos para ingerir uma quantidade adequada de colostro e, conseqüentemente, adquirir um vigoroso sistema imunitário (Kelley, 1985 citado por Edwards, 2002).

Vários estudos apontam o peso ao nascimento e o peso relativo dentro da ninhada como fatores determinantes para a probabilidade de sobrevivência dos leitões durante o período de amamentação (Caugant e Guéblez, 1993; Roehe e Kalm, 2000; Milligan *et al.*, 2002; Quiniou *et al.*, 2002; Casellas *et al.*, 2004a; Le Cozler *et al.*, 2004; Baxter *et al.*, 2008; Baxter *et al.*, 2009). Segundo Le Dividich (1999), os leitões com um peso inferior a 75-80% do

peso médio da ninhada são considerados leitões com um baixo peso ao nascimento. O mesmo autor indica que os leitões mais leves da ninhada têm um risco acrescido de asfixia durante o parto comparativamente aos irmãos mais pesados. Os leitões com um baixo peso ao nascimento têm um menor nível de reservas corporais de energia e uma maior relação entre a superfície de exposição e a massa corporal, o que resulta numa maior sensibilidade ao frio, e conseqüentemente maiores probabilidades de sofrerem hipotermia profunda (Casellas *et al.*, 2004b). Em resultado destes factos, os leitões mais leves demoram mais tempo entre o nascimento e a primeira ingestão de colostro (Hoy *et al.*, 1994; Rousseau *et al.*, 1998) e apresentam uma baixa habilidade para conquistar os 'melhores tetos' (Baxter *et al.*, 2008). Assim sendo, estes leitões ingerem menos colostro (Fraser e Rushen, 1992) o que contribui para uma menor aquisição de imunidade passiva e de reservas de energia necessárias para equilibrar a sua taxa metabólica (Le Dividich, 1999), o que subseqüentemente resulta numa maior importância da mortalidade pós-natal ou num deterioramento das performances de crescimento. De acordo com Quiniou *et al.* (2002), os leitões com um peso ao nascimento inferior a 1,0 kg têm uma maior probabilidade de morrer nas primeiras 24 horas de vida. Alguns estudos também mostram que os leitões mais leves ao nascimento possuem um menor número de fibras musculares o que pode afetar o seu potencial de crescimento subseqüente (Wigmore e Stickland, 1983) assim como contribui para que estes apresentem uma menor percentagem de carne magra ao abate (Rehfeldt e Kuhn, 2006). Devido à menor hiperplasia fibromuscular, a hipertrofia ocorre mais rápido em leitões com baixo peso ao nascimento, e o *plateau* de crescimento da fibra muscular é atingido mais cedo do que em leitões de elevado peso ao nascimento. Conseqüentemente o valor energético está disponível mais cedo para a extensa deposição de gordura (Rehfeldt e Kuhn, 2006).

Ao longo do tempo, foram sendo tomadas algumas medidas para reduzir a mortalidade, incluindo modificações ambientais, tais como a utilização de uma maternidade em que as porcas estão confinadas, projectada principalmente com o intuito de reduzir o esmagamento devido à considerável limitação dos movimentos da porca (Cronin e Smith, 1992; Edwards e Fraser, 1997). No entanto, a natureza restritiva dos limites da maternidade tem implicações no comportamento maternal, assim como compromete o bem-estar da porca (Lawrence *et al.*, 1994; Jarvis *et al.*, 1997). Estudos sugerem que este sistema pode mascarar características maternas positivas que podem promover a sobrevivência da ninhada (Andersen *et al.*, 2005; Jarvis *et al.*, 2005). Com o objectivo de melhorar o bem-estar da porca há um impulso para abolir a jaula de parto. Por isso, é vital identificar as características comportamentais e fisiológicas respeitantes à sobrevivência de leitões, que podem ser influentes em sistemas alternativos.

2. Lactação da porca

A síntese de colostro e de leite nas porcas ocorre de forma similar a outros mamíferos, ou seja, os nutrientes do sangue dão origem a componentes do leite sintetizados nas células epiteliais do alvéolo, que por sua vez são transportados para o lúmen alveolar onde é armazenado o leite. As glândulas mamárias dos suínos não contêm cisternas, conseqüentemente o leite é apenas armazenado nos alvéolos e nos ductos (Hartmann e Holmes, 1989 citados por Eliasson e Isberg, 2011). Cada uma das 12-14 glândulas mamárias das porcas possui um tamanho reduzido, contendo apenas 20 a 30 g de leite, mesmo durante o pico da lactação (Kim *et al.*, 1999). Esta característica anatômica impede que a sua produção de leite seja controlada, como ocorre por exemplo nas vacas leiteiras (Eliasson e Isberg, 2011). Os leitões necessitam de estimular o úbere durante pelo menos um minuto para induzir o reflexo de ejeção de leite (Hartmann e Holmes, 1989 citados por Eliasson e Isberg, 2011), que ocorre essencialmente durante dez a vinte segundos, com a ingestão de 40-80 ml de leite (Whittemore e Kyriazakis, 2007d). Conseqüentemente, os leitões alimentam-se cerca de 20 vezes por dia (Hartmann e Holmes, 1989 citados por Eliasson e Isberg, 2011). Este facto, assim como outros, contribuem para a dificuldade de mensurar a produção de colostro e de leite de porca.

Apesar de geralmente não pertencer diretamente aos critérios de seleção, a capacidade genética para a produção de colostro/leite foi melhorada juntamente com o aumento da produtividade numérica da porca, duplicando nos últimos 30 anos (Étienne *et al.*, 2000). A especialização de raças ou linhas reforçou as diferenças entre as raças originais. Atualmente, a produção diária de leite de porcas *Large White*, durante a terceira semana de lactação, é 5 kg superior à produção da raça *Piétrain* contemporânea (Grün *et al.*, 1993 citados por Étienne *et al.*, 2000).

A composição do leite de porca é bastante diferente da de outras espécies, como se pode observar no quadro 2. O leite de porca possui um teor em proteína e gordura superior ao leite da maioria dos ruminantes (Étienne *et al.*, 2000). Tanto o colostro, como o leite de porca possuem um maior teor em sólidos totais, comparativamente ao leite de ruminantes. Similarmente a outras espécies, a digestibilidade da energia do colostro e do leite de porca é de 95,2% e de 98,2%, respetivamente (Le Dividich *et al.*, 2007).

Quadro 2 – Componentes (%) do colostro e do leite de diferentes espécies (Adaptado de Banerjee, 2005, citado por Kuralkar *et al.*, 2010).

| | Colostro | | | | Leite | | | |
|---------------------|----------|--------|---------|-------|--------|--------|---------|-------|
| | Bovino | Equino | Caprino | Suíno | Bovino | Equino | Caprino | Suíno |
| Água (%) | 77,5 | 58,8 | 81,0 | 69,8 | 87,5 | 83,7 | 88,0 | 80,1 |
| Gordura (%) | 3,6 | 17,7 | 8,2 | 7,0 | 3,5 | 5,3 | 3,5 | 8,2 |
| Lactose (%) | 3,1 | 2,2 | 3,4 | 2,4 | 4,6 | 4,6 | 4,6 | 4,8 |
| Proteína (%) | 14,3 | 20,1 | 5,7 | 18,8 | 3,3 | 5,5 | 3,1 | 5,8 |
| Cinza (%) | 1,5 | 1,0 | 0,9 | 0,6 | 0,8 | 0,90 | 0,79 | 0,63 |

2.1. Colostro

Designa-se por colostro a primeira secreção da glândula mamária que ocorre ainda antes do parto e se prolonga por um tempo limitado após o parto. Na porca, a sua composição altera-se rapidamente durante as primeiras 12 horas após o início do parto e torna-se gradualmente em leite após 24 a 36 horas (Devillers *et al.*, 2006). As principais funções do colostro consistem no fornecimento de energia e de imunidade passiva ao leitão (Le Dividich *et al.*, 2005a), mas desempenha também um papel importante no desenvolvimento do trato gastrointestinal do leitão (Xu *et al.*, 2000). O colostro também fornece importantes fatores de crescimento como EGF, IGF-1, IGF-2 e insulina (Odle *et al.*, 1996). A estrutura da placenta da porca não permite a transmissão de imunoglobulinas da porca para o feto (Pluske *et al.*, 1995; Rooke e Bland, 2002), por conseguinte, os leitões recém-nascidos dependem da ingestão de colostro para adquirir imunoglobulinas e reforçar o seu sistema imunitário. A maior absorção de imunoglobulinas ocorre até às 12 horas após o nascimento, e a perda de permeabilidade do intestino ocorre entre as 24 e 36 horas de vida (Devillers *et al.*, 2006; Eliasson e Isberg, 2011). Conjuntamente, a proteína bruta do colostro diminui cerca de 35% nas primeiras 12 horas pós-parto (Rolinec *et al.*, 2011).

A quantidade de colostro diariamente produzida pode variar entre 1,9 e 5,3 kg, sendo em média 3,6 kg, o que representa uma ingestão média por leitão de cerca de 300 g (Devillers *et al.*, 2005). Devido ao facto do nível de ingestão de colostro ter efeitos a longo prazo no crescimento dos leitões, mesmo depois do desmame (Devillers *et al.*, 2011), vários autores recomendam que os leitões ingiram durante o primeiro dia de vida 250 a 300 gramas de colostro por quilograma de peso corporal (Le Dividich *et al.* 1994; Devillers *et al.* 2007; Quesnel, 2011; Quesnel *et al.*, 2012). Fraser e Rushen (1992) mostraram que os leitões consomem geralmente uma quantidade de colostro correspondente a 5-7% do seu peso corporal na primeira hora após a primeira mamada bem-sucedida.

Nesta fase inicial da lactação a estimulação do úbere por parte dos leitões não tem um elevado impacto na lactogénese, visto que a maior ingestão de colostro ocorre poucas

horas após o parto (Devillers *et al.*, 2006). Alguns autores comprovam que a produção de colostro, contrariamente à produção de leite, não é afetada pelo tamanho da ninhada (Auldish *et al.*, 1998; Quesnel, 2011), outros indicam que existe uma diminuição em média de 22 a 42 g de colostro $\text{leitão}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, por cada leitão adicional nascido (Le Dividich *et al.*, 2005a).

A composição do colostro altera-se rapidamente com o decorrer das horas pós-parto, como se pode observar no quadro 3. O valor energético do colostro varia entre 6100 e 6600 kJ/kg (Le Dividich *et al.*, 2005b). A concentração em proteína bruta do colostro diminui significativamente nas primeiras horas pós-parto (Rolinec *et al.*, 2011), contrariamente, ao teor em lípidos totais e em lactose que aumentam gradualmente com o decorrer do tempo pós-parto (Charneca, 2010). A diminuição do teor proteico acompanhada pelo aumento da concentração de gordura e lactose sinaliza a transição do colostro para o leite (Cabrera, 2011).

O aumento do teor de gordura na dieta das porcas no último terço de gestação aumenta o teor de lípidos totais (Boyd *et al.*, 1981; Coffey *et al.*, 1982; Jackson *et al.*, 1995; Heo *et al.*, 2008), o teor de lactose e a concentração IGF-1 no colostro (Averette *et al.*, 1999). A redução da proteína na dieta de porcas gestantes de 16 para 13% não altera o teor lipídico do colostro (Mahan *et al.*, 1998). O aumento da ingestão de lisina na dieta no último terço da gestação aumenta os teores de sólidos totais e de proteína no colostro das porcas (Heo *et al.*, 2008). Pinelli-Saavedra *et al.* (2008) aumentaram a concentração vitamínica da dieta das porcas durante a gestação e observaram o aumento da concentração vitamínica no seu colostro.

Quadro 3 – Teores (%) de matéria seca, proteína bruta, lípidos totais e lactose no colostro e leite de porcas de um genótipo convencional (*Large White* x *Landrace*). (Adaptado de Charneca, 2010).

| Tempo pós-parto | Matéria seca (%) | Proteína bruta (%) | Lípidos totais (%) | Lactose (%) |
|-----------------|------------------|--------------------|--------------------|-------------|
| 0 horas | 26,1 | 17,0 | 4,9 | 3,0 |
| 3 horas | 25,6 | 15,9 | 5,9 | - |
| 6 horas | 24,4 | 13,2 | 7,0 | 3,3 |
| 12 horas | 22,0 | 9,9 | 7,8 | 3,6 |
| 24 horas | 20,3 | 7,3 | 8,2 | 5,5 |
| 36 horas | 21,2 | 6,7 | 9,5 | 4,1 |
| 15 dias | 20,8 | 5,0 | 9,3 | 5,8 |

O colostro de porca, comparativamente ao leite, possui um maior teor de matéria seca e proteína bruta porém contém níveis inferiores de lactose e caseínas (Klobasa *et al.*, 1987; Le Dividich *et al.*, 2005a; Quesnel *et al.*, 2012). O colostro possui uma quantidade muito reduzida de ácidos gordos de cadeia curta ou média, sendo dominantes os ácidos de cadeia

longa, como o ácido oleico (C18:1), palmítico (C16:0) e linoleico (C18:2) (Csapó *et al.*, 1996), que representam cerca de 80% do total de ácidos gordos do colostro (Le Dividich *et al.*, 1991; Alston-Mills *et al.*, 2000). Os ácidos gordos de cadeia curta no colostro/leite de porca são formados a partir da glicose no interior da glândula mamária, contrariamente aos ruminantes que são formados principalmente a partir do acetato e β -hidroxibutirato do sistema circulatório (Barry, 1964; Linzell *et al.*, 1967; citados por Keenan *et al.*, 1970). O elevado teor de matéria seca e proteína no colostro/leite é resultante da presença de imunoglobulinas, principalmente a imunoglobulina G (IgG) no colostro e a imunoglobulina A (IgA) no leite (Klobasa *et al.*, 1987; Rooke e Bland, 2002). Segundo Devillers *et al.* (2007), o teor de proteína e o nível de IgG aumentam proporcionalmente com a produção de colostro por parte da porca. A idade da porca também afeta a capacidade imunológica do colostro (Cabrera *et al.*, 2010), pois o colostro contém apenas as imunoglobulinas específicas para os antígenos a que a porca foi exposta (Rooke e Bland, 2002; Stalder *et al.*, 2004).

2.2. Leite

O pico de produção de leite de porca é atingido às três semanas após o parto, posteriormente a produção diminui (Whittemore e Kyriazakis, 2007c). Os mesmos autores indicam que os níveis de prolactina controlam a produção de leite, e como estes começam a diminuir 6 semanas após o parto, conseqüentemente a lactação cessará cerca de 8 semanas pós-parto, mesmo que os leitões permaneçam com a sua progenitora.

O leite de porca possui um valor energético inferior ao colostro, que varia entre 4895 e 5439 kJ/kg (1,17 a 1,30 Mcal/kg), como se pode observar no quadro 4. Sobretudo a partir dos 5 dias de lactação, os teores de matéria seca e de proteína, mantêm-se relativamente constantes, entre os 19 e os 21% para a MS e entre os 3 e os 7% para a proteína (Laws *et al.*, 2009). A gordura do leite de porca é constituída principalmente por ácidos gordos de cadeia longa (Le Dividich *et al.*, 2005a) e pode ser influenciada pela composição da dieta da porca durante a gestação e a lactação (Seerley *et al.*, 1978a; Seerley *et al.*, 1978b; Pettigrew, 1981; Coffey *et al.*, 1987; Farmer e Quesnel, 2009; Laws *et al.*, 2009). No leite de porca predominam os mesmos ácidos gordos referidos para o colostro (Charneca, 2010). Os teores de lactose do leite são ligeiramente superiores aos verificados no colostro, mantendo-se, no entanto, num intervalo relativamente estreito entre os 4% e os 7% (King *et al.*, 1997; Laws *et al.*, 2009). O teor total de cinzas é tendencialmente superior no leite, comparativamente ao colostro, pois contém mais cálcio, fósforo, magnésio, ferro e manganês (Elliot *et al.*, 1971; Csapó *et al.*, 1996). Comparativamente ao colostro, o leite é mais rico em metionina e lisina (Csapó *et al.*, 1996). Segundo Klobasa *et al.* (1987), o número de partos e o tamanho da ninhada não influenciam a composição do leite.

Quadro 4 – Efeito da fase da lactação na produção de leite de porca (kg dia^{-1}) e no seu teor em matéria seca (g kg^{-1}), proteína (g kg^{-1}) e energia (Mcal kg^{-1}). (Adaptado de Daza *et al.*, 2004).

| | Fase de lactação (dias) | | | |
|--|-------------------------|-------|-------|-------|
| | 4-5 | 11-12 | 18-19 | 25-26 |
| Produção de leite (kg dia^{-1}) | 4,91 | 5,94 | 7,56 | 7,32 |
| Matéria seca (g kg^{-1}) | 195,7 | 192,2 | 185,4 | 184,1 |
| Proteína bruta (g kg^{-1}) | 60,5 | 56,9 | 56,2 | 55,9 |
| Energia bruta (Mcal kg^{-1}) | 1,30 | 1,18 | 1,16 | 1,17 |

Na produção de leite os dias de controlo foram 4, 11, 18 e 25 dias pós-parto enquanto nos restantes parâmetros os dias de controlo foram 5, 12, 19 e 26 dias pós-parto.

A produção de leite varia bastante entre porcas do mesmo genótipo, mas a média de produção diária ronda os 11,5 kg (Whittemore e Kyriazakis, 2007c). Segundo Étienne *et al.* (2000), a produção de leite da porca é influenciada por vários fatores relacionados com a porca (número de partos, fase de lactação), com os leitões (tamanho da ninhada, peso ao nascimento, frequência de amamentação) e com parâmetros ambientais (fotoperíodo, temperatura). A exposição a uma temperatura ambiente elevada (acima de 25°C) tem sido referida como uma das causas da redução da ingestão voluntária de alimento por parte da porca e, conseqüentemente da redução da produção de leite e da taxa de crescimento da ninhada (Black *et al.*, 1993; Quiniou e Noblet, 1999). O aumento da frequência de amamentação dos leitões potencia a produção de leite por parte da porca (Auld *et al.*, 2000).

Apesar da maior estimulação das glândulas mamárias, a produção de leite não aumenta proporcionalmente ao tamanho da ninhada (Salmon-Legagneur, 1965). Como consequência, o consumo de leite por leitão diminui quando aumenta o número de leitões por ninhada, como se pode observar no quadro 5. De acordo com Salmon-Legagneur (1958) e Ngo *et al.* (2012) a produção de leite é também significativamente menor durante a primeira lactação, aumenta e permanece ligeiramente constante desde a segunda até à quarta lactação, e diminui nas lactações seguintes.

Quadro 5 – Produção de leite de porca em relação ao número de leitões da ninhada. (Adaptado de Whittemore e Kyriazakis, 2007c).

| Número de leitões da ninhada | Leite produzido pela porca (kg/dia) | Ingestão de leite por leitão (kg/leitão/dia) |
|------------------------------|--|---|
| 6 | 8,5 | 1,4 |
| 8 | 10,4 | 1,3 |
| 10 | 12 | 1,2 |
| 12 | 13,2 | 1,1 |

2.3. Limitações na produção de leite

Poucas horas após o nascimento, os leitões começam a amamentar-se e estabelecem rapidamente a ordem dos tetos (McBride, 1963; De Passillé *et al.*, 1988), que consiste na preferência de cada leitão para um teto em particular, e o instinto para o leitão lutar pela posse do seu teto (Whittemore e Kyriazakis, 2007d). De acordo com McBride (1963) a visão, o olfato e o reconhecimento dos vizinhos são fatores que influenciam a identificação do teto pelos leitões recém-nascidos. A criação da hierarquia do úbere ajuda a reduzir a frequência de lutas entre leitões da mesma ninhada (Hartsock e Graves, 1976). Nas ninhadas maiores existe mais competição entre os leitões para estabelecer a ordem dos tetos (Eliasson e Isberg, 2011). Esta hierarquia do úbere é geralmente estável até ao desmame (Kim *et al.* 2000).

Segundo Kim *et al.* (2000), os leitões preferem as glândulas mamárias anteriores ou centrais, possivelmente devido à sua maior produção de leite, maior disponibilidade de espaço, maior comprimento do teto, maior oportunidade de obter nutrientes a partir da circulação sanguínea, maior proximidade à zona cardiovascular da porca e às suas vocalizações. Os mesmos autores indicam que o ganho médio diário dos leitões que se amamentaram nos primeiros cinco pares de glândulas foi 29% maior do que o ganho de peso dos leitões que se amamentaram nas glândulas posteriores. Os leitões dominantes, geralmente com um maior peso ao nascimento, preferem as glândulas mamárias anteriores relegando os leitões subordinados à amamentação apenas nas glândulas posteriores (Mason *et al.*, 2003). King *et al.* (1997) reafirmaram a relação positiva entre o peso corporal do leitão e o seu consumo de leite, o que indica que leitões mais pesados são capazes de exercer uma maior estimulação no úbere, desencadeando um maior fluxo de sangue para o teto e assim aumentar os níveis de oxitocina na glândula mamária, e conseqüentemente expelir uma maior quantidade de leite. Este maior afluxo de sangue à glândula permite também uma maior disponibilidade de nutrientes para a síntese de leite. A heterogeneidade do peso ao desmame dos leitões da mesma ninhada é originada principalmente pelas diferenças na produção de leite de cada glândula mamária (Fraser e Jones, 1975; Skok *et al.*, 2007). Esta heterogeneidade e a subsequente variabilidade da taxa de crescimento dos animais têm um elevado impacto económico tanto para o suicultor como para as empresas de abate e distribuição de carne de suínos (Damgaard *et al.*, 2003).

3. Limitações no crescimento dos leitões

A figura seguinte realça as diferenças entre o potencial de crescimento sem restrições nutricionais e a média dos pesos atingidos pelos leitões amamentados pela sua progenitora até aos 28 dias de idade, sem qualquer tipo de suplementação (Whittemore e Kyriazakis 2007a).

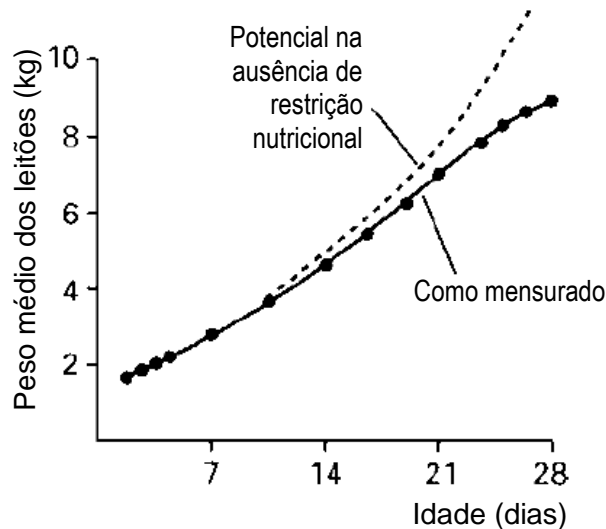


Figura 3 – Crescimento dos leitões numa ninhada sem acesso a alimento *pré-starter* e sem sintomas de doença e o seu potencial de crescimento na ausência de restrição nutricional (Adaptado de Whittemore e Kyriazakis, 2007a).

Pluske *et al.* (1995) apontam a composição e a disponibilidade do leite como os dois principais fatores para a relativamente reduzida taxa de crescimento dos leitões amamentados pelas porcas. Harrell *et al.* (1993), citados por Pluske e Dong (1998), indicam que a produção de leite se torna limitante para o leitão próximo dos 7-10 dias de idade e que a diferença entre necessidade e a disponibilidade aumenta progressivamente com o decorrer da lactação. Os mesmos autores estimaram que, aos 21 dias de lactação, a porca necessita de produzir 18 kg/dia de leite para satisfazer as necessidades energéticas dos leitões e para estes crescerem a uma taxa similar à dos leitões da mesma idade amamentados com leite de substituição desde os 2-3 dias de idade. Em segundo lugar, o potencial de crescimento de tecido magro no leitão é provavelmente restringido pela composição do leite da porca devido à sua reduzida relação entre a proteína e a energia (9,2 a 10,4 g/MJ de energia bruta), enquanto a deposição de gordura é favorecida (Pluske e Dong, 1998). A maioria da gordura dos leitões é subcutânea e é depositada com o intuito de armazenar energia e de formar uma camada de isolamento térmico.

Alguns autores consideram como um obstáculo para o máximo crescimento dos leitões, a deficiência em arginina, pois os níveis deste aminoácido essencial são extremamente baixos no leite de porca (Wu *et al.*, 2004). Kim *et al.* (2004) aumentaram em 66% o ganho médio diário dos leitões e em 32% o seu peso corporal, entre os 7 e os 21 dias de idade, com a adição de 0,4% de L-arginina ao leite de substituição suplementar.

Existe uma escassez de dados relacionados com as necessidades em proteína e aminoácidos dos leitões antes das 3-4 semanas de idade (ARC, 1981). Auldist *et al.* (1997) indicam que as exigências nutricionais para leitões amamentados, com uma média de 4 kg de peso corporal, são de 0,95 g de lisina por MJ de energia bruta. NRC (1998) estimou que as necessidades alimentares mínimas dos leitões desmamados com 3-5 kg são 14,2 MJ de ED/kg, 18,3 g de PB/MJ de ED e 1,06 g de lisina/MJ de ED. Da mesma forma, ARC (1981) indica 16 g de PB/MJ de ED e 1,12 g de lisina/MJ de ED como as exigências nutricionais de leitões desmamados entre o nascimento e três semanas de idade. Em 2013, Eisemann *et al.*, confirmaram que a concentração de gordura na carcaça tem uma relação inversa com o teor de lisina da dieta de leitões entre 1,5 e 5,5 kg de peso corporal. Desta forma, indicam que é necessário 1,41 g de lisina/MJ de energia bruta para os leitões atingirem um crescimento máximo de 271 g/dia.

4. Alimento *pré-starter*

King e Pluske (2003) recomendam que a partir dos 7 dias de idade, os leitões tenham acesso a alimentos sólidos (alimento *pré-starter*) como um suplemento do leite materno. O alimento *pré-starter* fornece nutrientes adicionais que são necessários para uma taxa de crescimento adequada, e por conseguinte um maior peso ao desmame (Sulabo *et al.*, 2010). O alimento *pré-starter* é responsável por cerca de 1,4 a 5,4% da ingestão diária de energia metabolizável dos leitões desmamados aos 21 dias (Pluske *et al.*, 1995). O consumo de alimento *pré-starter* também é fundamental para a preparação do sistema digestivo do leitão, nomeadamente na digestão de hidratos de carbono e proteínas complexas, de origem não láctea, que serão as únicas fontes de nutrientes após o desmame (Whittemore e Kyriazakis, 2007b). Bruininx *et al.* (2002) reafirmaram que a ingestão de alimento *pré-starter* durante o período de amamentação estimula o consumo precoce de alimento após o desmame e consequentemente melhora as performances de crescimento pós-desmame. O alimento *pré-starter* deve ser disponibilizado antes e depois do desmame até o leitão desmamado atingir cerca de 10 kg de peso vivo (Whittemore e Kyriazakis, 2007b).

Os leitões consomem quantidades muito reduzidas ou nulas de alimento *pré-starter* antes dos 18-21 dias de idade (Whittemore e Kyriazakis, 2007b). Pajor *et al.* (1991)

recomendam que o alimento *pré-starter* seja disponibilizado diariamente em pequenas quantidades, pois assegura não só a frescura do alimento mas também incentiva a ingestão de alimento *pré-starter* com a estimulação da curiosidade natural dos leitões. Geralmente, os leitões ingerem diariamente entre 10 a 30 gramas de alimento entre os 14 e os 21 dias de idade, porém na quarta semana de vida podem consumir mais de 60 gramas por dia (Whittemore e Kyriazakis, 2007b). Segundo os mesmos autores, a relação entre a ingestão de alimento *pré-starter* e a idade do leitão pode ser expressa como:

$$Y = 0,0044 X^{2,80}$$

onde Y é a quantidade de alimento ingerido por leitão por dia (g), e X a idade do leitão (dias).

Sulabo *et al.* (2010) disponibilizaram um alimento *pré-starter* aos leitões, desde os 3 dias de idade até ao desmame (21 dias de idade), e consumos superiores a 50 gramas por ninhada apenas foram registados a partir dos 13 dias de idade. Na última semana antes do desmame, os leitões ingerem 60 a 80% do consumo total de alimento *pré-starter*, independentemente se os animais são desmamados às três semanas (Sulabo *et al.*, 2010) ou às quatro semanas de idade (Fraser *et al.*, 1994; Bruininx *et al.*, 2002; Pluske *et al.*, 2007). Assim, o consumo individual de alimento *pré-starter* aparenta estar mais relacionado com a maturidade dos leitões, do que com a idade de administração de alimento *pré-starter* (Sulabo *et al.*, 2010). Os mesmos autores também apontam que o consumo individual de alimento *pré-starter* não está relacionado com o peso dos leitões ao nascimento.

Kim *et al.* (2001) indicam que a forma física (líquida vs. sólida) em que o alimento *pré-starter* é fornecido aos leitões após o desmame tem um elevado impacto no seu crescimento. Neste estudo, os leitões foram desmamados precocemente (14 dias de idade) e nos 14 dias seguintes ao desmame, os leitões que ingeriram alimento *pré-starter* na forma líquida apresentaram um GMD 44% superior aos leitões que ingeriram o mesmo alimento *pré-starter* na forma sólida.

5. Estratégias clássicas de manejo para lidar com ninhadas numerosas

Segundo Le Dividich *et al.* (2003) denominam-se por supranumerários os leitões em excesso em relação ao número de tetos funcionais que uma porca tem disponíveis. Rutherford *et al.* (2013) designam de ‘ninhada anormal’ uma ninhada com seis ou menos leitões nascidos vivos, pois geralmente este facto deve-se a problemas reprodutivos. Os mesmos autores consideram como uma ‘ninhada pequena/média’ uma ninhada que possua sete a treze leitões nascidos vivos, sendo o limite superior deste intervalo baseado no número médio de tetos

funcionais atualmente observados em fêmeas comerciais. Quando uma ninhada possui entre 14 e 20 leitões é classificada de 'grande' e ninhadas com 21 ou mais leitões identificam-se como 'muito grandes'.

A produção suinícola tem-se focado no aumento da prolificidade das porcas, porém esta melhoria genética pode ter implicações no bem-estar dos suínos (Rutherford *et al.*, 2013). O aumento do tamanho da ninhada está associado a um aumento da taxa de mortalidade dos leitões, por conseguinte vários estudos têm procurado conhecer os fatores que podem aumentar a sobrevivência dos leitões recém-nascidos (Lay *et al.*, 2002; Baxter *et al.*, 2008; Vasdal *et al.*, 2011). De acordo com Rutherford *et al.* (2013), a competição intensiva pelo teto pode aumentar a probabilidade de alguns leitões não terem uma adequada ingestão de leite, levando, possivelmente num curto prazo, a períodos de fome (carência alimentar) e a danos de longo prazo para a saúde. Além disso, o aumento do tamanho da ninhada origina um maior número de leitões com um baixo peso ao nascimento, o que está associado a diversos efeitos negativos a longo prazo. Finalmente, o aumento da pressão de produção em porcas com um elevado número de leitões por ninhada pode originar preocupações na saúde e bem-estar da porca.

A existência de tetos não funcionais reduz geralmente o tamanho da ninhada que a porca é capaz de alimentar (Baxter *et al.*, 2013). Também a incapacidade temporária para os leitões acederem a todos os tetos funcionais pode afetar a capacidade de aleitamento da porca, como ocorre quando a posição anatômica dos tetos é sob as patas e a porca está deitada lateralmente, quando a estrutura da maternidade dificulta o acesso ao teto, ou quando a postura da porca durante a amamentação não expõe todos os tetos ou os deixa a demasiada altura o que impossibilita o acesso dos leitões mais pequenos (Rutherford *et al.*, 2013).

A gestão dos leitões de baixo peso ao nascimento tem uma elevada importância para os produtores de suínos. Os leitões mortos são uma perda óbvia, mas os leitões com reduzidos aumentos de peso são também um importante problema, porque eles originam custos-extra nas instalações, produzem menos quilogramas de carne ao abate e dificultam o manejo da exploração (Deen *et al.*, 1998 citados por Milligan *et al.*, 2001). Por conseguinte, os produtores necessitam de identificar os leitões suscetíveis de serem excluídos de uma adequada ingestão de leite por pressão da concorrência, e desenvolver estratégias de adoção ou aleitamento artificial para permitir que esses leitões possam prosperar (Milligan *et al.*, 2001). Baxter *et al.* (2013) afirmam que determinadas estratégias de manejo são utilizadas rotineiramente quando o tamanho da ninhada excede a capacidade de aleitamento da porca (ver figura 4). Essas estratégias incluem o aleitamento fracionado (*split suckling*), a adoção cruzada (*cross-fostering*; adoção de leitões supranumerários de uma dada porca por outra com tetos disponíveis), o uso de sistemas de porcas com 'extra lactação' e o desmame

precoce, que abrange o desmame fracionado (*split weaning*) e a utilização de sistemas de aleitamento artificial (*artificial rearing systems*).

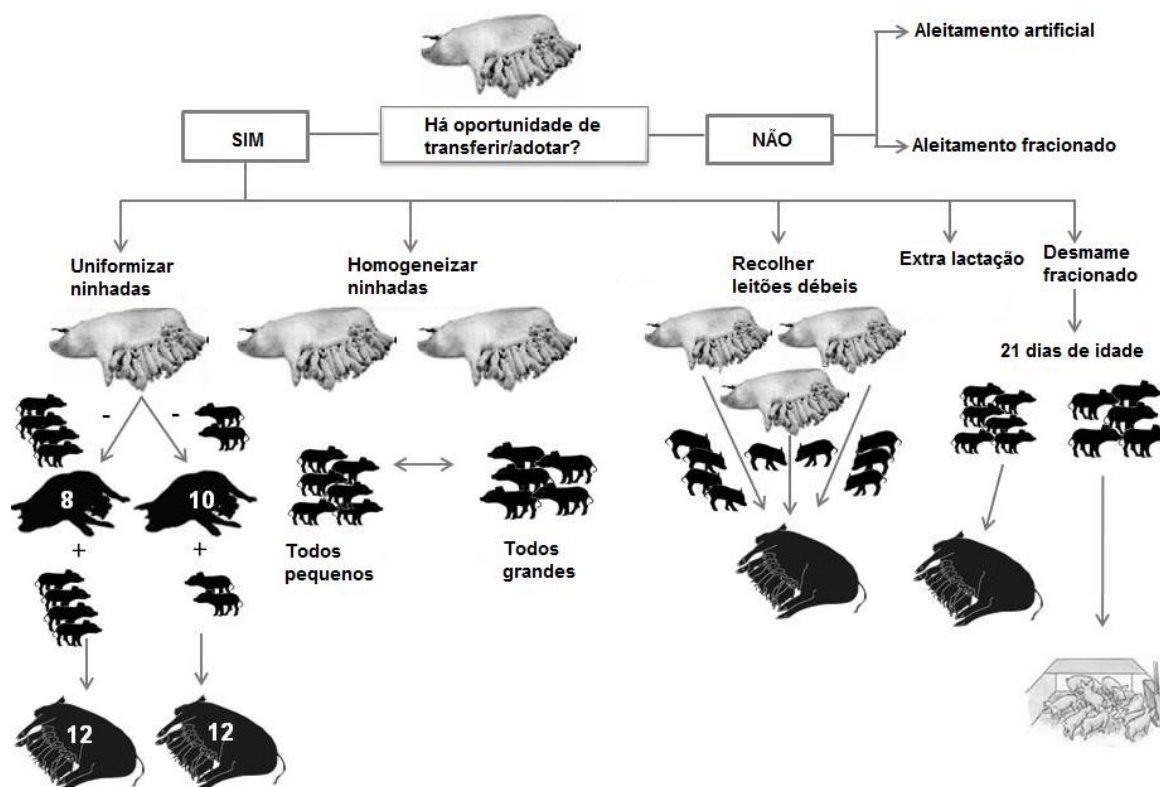


Figura 4 – Possíveis técnicas de manejo para ninhadas de grande tamanho, baseadas na oportunidade de transferir/adotar (Adaptado de Baxter *et al.* 2013).

5.1. Aleitamento fracionado (*split suckling*)

O aleitamento fracionado (*split suckling*) consiste em dividir a ninhada em dois grupos, geralmente os leitões mais pesados e os leitões mais leves, com o intuito de facilitar o acesso dos leitões desfavorecidos ao úbere. Os leitões mais pesados devem permanecer fechados numa área aquecida da maternidade, enquanto o grupo de leitões mais leves têm acesso total ao úbere, depois decorrido cerca de uma hora os grupos devem ser trocados, executando estas trocas até ao final do dia (Baxter *et al.*, 2013). De acordo com Donovan e Dritz (2000), esta técnica de manejo diminui a variação de ganho médio diário de leitões da mesma ninhada desde o nascimento até ao desmame, mas apenas em ninhadas com nove ou mais leitões nascidos vivos.

5.2. Desmame fracionado (*split weaning*)

Designa-se por desmame fracionado ou *split weaning*, o desmame de leitões mais leves depois dos leitões mais pesados. Em 1985, Edwards *et al.*, conseguiram uma diferença de peso de 0,4 kg por *split weaning* e notaram que a taxa de crescimento pós-desmame não

foi diferente entre os leitões ‘pesados’ e os leitões ‘leves’. Pluske e Williams (1996) também aumentaram o crescimento de leitões leves através de *split weaning* às três semanas de idade, mas também não registaram diferenças entre tratamentos às nove semanas de idade. Neste estudo, os leitões sujeitos ao *split weaning* cresceram mais rapidamente do que os leitões mantidos em ‘ ninhadas completas’ e pesaram mais 1 kg ao desmame às quatro semanas de idade. O aumento da taxa de crescimento dos leitões leves quando há uma diminuição do número de leitões da ninhada na última semana (*split weaning*) também foi observado por Zijlstra *et al.* (1996). Neste estudo, os leitões leves obtiveram mais 48% de ganho médio diário dos 14 aos 21 dias de idade, comparativamente aos leitões leves que completaram o desmame com a ‘ninhada completa’.

Os leitões ‘leves’, amamentados pela porca mais uma semana, reduzem o tempo para alcançar os 105 kg, mas ainda continuam a atingir este peso mais tarde do que os leitões ‘pesados’ (Mahan, 1993). O mesmo autor mostrou que as porcas sujeitas a *split weaning* têm um menor intervalo desmame-cio do que as porcas que desmamam a totalidade da sua ninhada aos 23 dias de idade. Porém, devido à semana adicional de lactação as porcas de *split weaning* apresentam cio mais tarde no tempo do que as porcas desmamadas aos 23 dias.

5.3. Transferências/Adoções (*cross-fostering*)

Os registos das explorações suinícolas dos Estados Unidos da América e do Canadá indicam que a transferência de leitões é efetuada em 98% das explorações, transferindo em média 8% dos seus leitões, geralmente antes dos 3 dias de idade (Straw *et al.*, 1998). Heim *et al.* (2012) referem que os leitões podem ser transferidos para uma ‘porca-ama’ por diversos motivos:

1. Elevado número de leitões nascidos vivos sendo, então, alguns leitões adotados;
2. Leitões débeis e de baixo peso corporal são agrupados em ninhadas de 8 ou 10 leitões e transferidos para uma porca com uma elevada produção de leite para aumentar a sua capacidade de sobrevivência;
3. Falta de instinto maternal da porca pode provocar a necessidade de transferir a totalidade da ninhada;
4. A morte de uma porca no parto ocasiona a transferência da totalidade da ninhada.

A data do parto da ‘porca-ama’ deve ser similar (diferença máxima até 3 dias) à data da progenitora dos leitões adotados, pois dentro desse período as glândulas mamárias que não estão a ser estimuladas ainda não secaram, contudo deve ser assegurada a ingestão

adequada de colostro por parte dos leitões antes de estes serem transferidos (King'ori, 2012). Para reduzir o benefício dos leitões pesados na conquista pelo úbere, as transferências de leitões com um baixo peso ao nascimento devem ser feitas para ninhadas com leitões de peso similar (Milligan *et al.*, 2001) e com um número reduzido de leitões (Deen e Bilkei, 2004). Por esta razão, Baxter *et al.* (2013) indicam que a transferência de leitões também é uma adequada prática de manejo para homogeneizar o tamanho das ninhadas.

Num estudo de Camargo *et al.* (2013) os leitões adotados pesaram menos 207 gramas que os leitões descendentes da 'porca-ama' (filhos biológicos) no período da maternidade. Contudo não ocorreram diferenças no período da recria entre os leitões adotados e aqueles criados com as suas progenitoras. Neste estudo, a adoção dos leitões leves (peso ao nascimento inferior a 1,4 kg) reduziu a mortalidade em 1,8%. Também Heim (2010) obteve nos leitões com um peso ao nascimento inferior a 800 gramas, uma mortalidade pré-desmame mais elevada nos leitões 'filhos biológicos' (62,5%) do que nos leitões adotados (15,4%). No entanto, Bishop (2011) apesar de ter registado melhorias na sobrevivência dos leitões, não encontrou efeitos da transferência de leitões no peso ao desmame, no ganho médio diário pré-desmame, ou na variação de pesos dentro de uma ninhada ao desmame.

Price *et al.* (1994) mostraram que a adoção de leitões após o primeiro dia de vida (aos 2, 4 ou 7 dias de idade) não é vantajosa, pois os leitões apresentam mais dificuldades em conquistar um teto, vocalizações mais frequentes (sinónimo de *stress*) e interrompem a sua amamentação em mais de 6 horas após a adoção. As porcas também tendem a ser mais agressivas quando adotam leitões 'mais velhos' (com 2, 4 ou 7 dias de idade). Os leitões adotados após os 2 dias de idade necessitam de competir pelo úbere com os leitões 'residentes', o que dificulta a sua transição (Horrell, 1982). Algumas fêmeas cessam a sua lactação prematuramente devido às vocalizações dos leitões e à competição pelo úbere (lutas leitão-leitão) (Pedersen *et al.*, 1998). Portanto, a adoção de leitões com 7 dias de idade pode reduzir, invés de aumentar, o ganho de peso na segunda semana de vida (Horrell e Bennett, 1981 citados por Price *et al.*, 1994).

O sucesso da transferência de leitões depende de vários fatores, como por exemplo, da idade dos leitões (de origem biológica ou adotados), do número de partos da porca 'biológica' ou 'adotiva', do número e tamanho dos leitões que compõem a ninhada, além dos fatores relacionados com a porca, como o número de tetos funcionais, a produção de leite, a qualidade do colostro, a condição corporal no momento do parto, o nível de ingestão de alimento, o instinto maternal, e os fatores ambientais que também afetam diretamente o consumo de alimento das porcas durante a lactação e que podem posteriormente afetar a sua produção de leite (Bierhals *et al.*, 2010).

A contínua transferência/adoção dos leitões durante o período de aleitamento diminui a variação de peso dentro da ninhada (Rzasa *et al.*, 2002 citados por Heim *et al.*, 2012), mas pode ser prejudicial tanto para as porcas como para os leitões, sem ocorrer um aumento do seu peso ao desmame (Neal e Irvin, 1991; Price *et al.*, 1994; Milligan *et al.*, 2001; Robert e Martineau, 2001). Além disso, o risco de infecção, e consequente mortalidade pré-desmame, pode aumentar quando os leitões são expostos a um ambiente com agentes patogênicos contra os quais eles podem não possuir uma proteção adequada (Wills *et al.*, 1997).

5.4. Extra lactação

Entende-se por 'extra lactação' o processo de desmamar a totalidade da ninhada de uma porca e essa porca adotar uma ninhada de leitões com 4-7 dias de idade. Segundo Baxter *et al.* (2013), esta técnica de manejo pode causar problemas no bem-estar dos leitões adotados pois estes podem sofrer de hipotermia e fome durante o processo de aceitação da porca, porém os leitões nascidos em ninhadas numerosas podem sofrer as mesmas consequências, se nenhuma técnica de manejo for aplicada. Os mesmos autores indicam que uma das desvantagens desta técnica de manejo é a incompatibilidade entre as necessidades alimentares dos leitões com a capacidade de aleitamento da 'porca-ama', pois a porca atinge o seu pico de produção de leite por volta dos 21 dias de lactação e depois a produção torna-se decrescente, contrariamente às necessidades alimentares dos leitões que são crescentes com o decorrer do tempo. O processo de 'extra lactação' também pode ser um vetor transmissor de doenças e contraria o princípio de 'tudo dentro, tudo fora'.

Garst *et al.* (1999) mostraram que a 'extra lactação' afeta a quantidade de leite obtido, para além das mudanças comuns que ocorrem na composição do leite durante toda a lactação. Oito porcas foram ordenhadas quatro vezes por dia até ao dia 51 pós-parto. As porcas mantiveram a sua própria ninhada ou adotaram leitões com uma semana de idade, substituindo leitões com 25 dias de idade. A produção de leite por ordenha de fêmeas que amamentaram a sua própria ninhada atingiu o pico próximo dos 19 dias pós-parto e posteriormente entrou em declínio. Nas porcas com uma ninhada adotada atingiram o pico de lactação ao 17º dia e tiveram uma queda mais repentina após a mudança de ninhada ao 25º dia pós-parto. A produção diária de leite seguiu o mesmo padrão da produção de leite por ordenha, como se pode observar na figura 5.

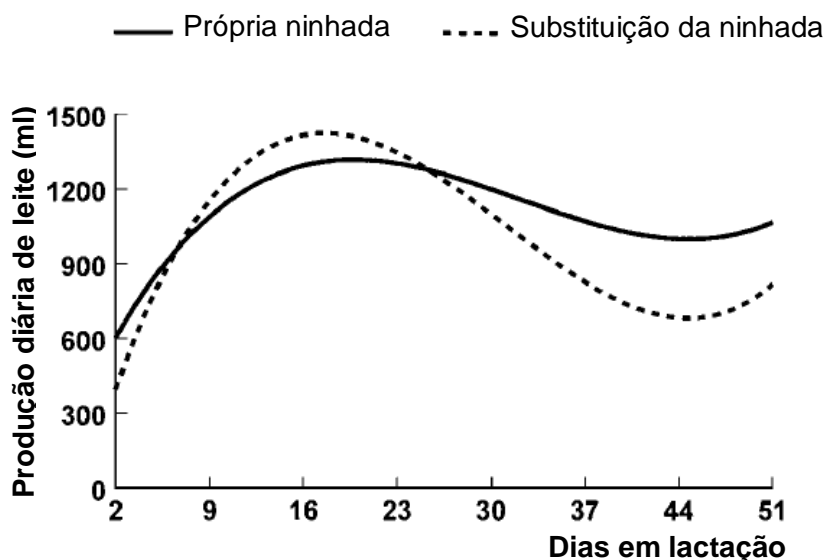


Figura 5 – Regressões de ordem cúbica para a produção diária de leite até aos 51 dias pós-parto das porcas mantendo a sua própria ninhada ou com a ninhada substituída aos 25 dias pós-parto (Adaptado de Garst *et al.*, 1999).

6. Estratégias atuais de manejo para lidar com ninhadas numerosas

A diretiva europeia de 2008/120/CE regulamenta que “os leitões não devem ser separados da mãe antes dos 28 dias de idade, a menos que a não separação seja prejudicial ao bem-estar ou à saúde da porca ou dos leitões. No entanto, os leitões podem ser separados até 7 dias mais cedo se forem transferidos para instalações especializadas que sejam esvaziadas e meticulosamente limpas e desinfetadas antes da introdução de um novo grupo, separadas das instalações onde as porcas são mantidas, por forma a limitar a transmissão de doenças aos leitões”.

O desmame dos leitões é uma das fases mais importantes na produção de suínos. Esta fase é bastante complexa para os leitões devido à separação da porca, ao transporte, à mudança de alimentação, aos agentes patogénicos do novo ambiente, bem como ao aumento da agressividade devido ao estabelecimento de uma nova hierarquia social (Hessel *et al.*, 2006). Estes fatores de *stress* levam a um aumento temporário na libertação de cortisol por parte dos leitões desmamados (Hay *et al.*, 2001). Um estudo de Mason *et al.* (2003) mostra que as respostas a curto prazo para o desmame estão correlacionadas com o peso dos leitões e com a localização do seu teto preferencial durante a lactação. Os leitões mais pesados que se amamentam nas glândulas mamárias anteriores podem sofrer uma maior carência nutritiva do que os leitões mais leves das glândulas mamárias posteriores, que por sua vez podem sentir um maior *stress* devido à separação maternal. Orgeur *et al.* (2001) registaram um período de carência alimentar variando de 12 a 48 h após o desmame precoce aos 6 dias de idade.

O desmame precoce tem como objetivo salvar os leitões supranumerários descendentes de porcas híperprolíficas, assim como diminuir a transmissão de doenças da porca para a sua ninhada (Colson *et al.*, 2006). Jensen (1994) e Pitts *et al.* (2000) mostraram que as lutas no estabelecimento de uma nova hierarquia social possuem uma menor duração em leitões mais jovens em comparação com leitões mais velhos. A prática deste método (desmame aos 6 dias de idade) é eficaz pois permite a sobrevivência da maioria dos leitões supranumerários (Orgeur *et al.*, 2001).

Ao longo dos últimos anos, dietas especiais e técnicas de manejo foram desenvolvidas e melhoradas com o objetivo de atenuar os problemas nutricionais associados ao desmame precoce. O quadro 6 mostra a composição típica de um alimento *pré-starter*, de um leite de substituição comercial e de leite de porca. Em termos de percentagem na matéria seca, o leite de substituição contém mais proteína e lisina do que o leite de porca comum, com o intuito de compensar a reduzida ingestão de leite de substituição dos leitões desmamados precocemente. Como já referido anteriormente, o alimento *pré-starter* é fornecido aos leitões a partir dos 7 dias de idade, como suplemento do leite de porca ou do leite de substituição.

Quadro 6 – Exemplo da composição de um alimento *pré-starter*, um leite de substituição, e um leite de porca (Adaptado de Zijlstra *et al.*, 1996).

| | Alimento <i>pré-starter</i> | Leite de substituição^a | Leite de porca^b |
|------------------------|------------------------------------|--|-----------------------------------|
| Proteína (% MS) | 20,0 | 25,0 | 21,9 |
| Lisina (% MS) | 1,38 | 2,25 | 1,73 |
| Cálcio (% MS) | 0,80 | 0,62 | 1,02 |
| Fósforo (% MS) | 0,65 | 0,56 | 0,80 |
| EM (Mcal/kg MS) | 3,87 | 4,19 | 5,56 |

^aLeite de substituição comercial; 160 g leite em pó/1 l água.

^bDados de Donovan *et al.*, 1994. Entre 18 e 25 dias pós-parto, o leite de porca contém 18,7% de matéria seca (Klobasa *et al.*, 1987), 4,1 g de proteína/l (Donovan *et al.*, 1994), 7,9 g de lisina por 100 g de proteína (Davis *et al.*, 1994), e 0,19% de cálcio e 0,15% de fósforo (Lucas e Lodge, 1961). Calculando a densidade energética de 1 kg de leite de porca, com base em 6,6% de gordura, 4,1% de proteína e 5,8% lactose, é a seguinte: $9,11 \times 66 + 5,12 \times 41 + 3,95 \times 58 = 1,04$ Mcal (Lucas e Lodge, 1961; Klobasa *et al.*, 1987; Donovan *et al.*, 1994).

Apesar de o leite de substituição estar no mercado há algum tempo, nos últimos anos ocorreram alguns progressos que permitiram grandes impulsos na qualidade e na adequabilidade deste produto à alimentação dos leitões. A utilização de plasma sanguíneo foi dos principais progressos, pois é uma fonte de proteína animal altamente digestível que contém imunoglobulinas, o que protege o trato gastrointestinal contra infeções (Wolleswinkel, 2011). Ao mesmo tempo, o plasma sanguíneo aumenta a palatabilidade da dieta, o que é um aspecto fundamental em animais jovens. Também têm contribuído para os progressos do leite

de substituição, o desenvolvimento de fontes vegetais de proteína de elevada digestibilidade através de novos métodos de processamento de matérias-primas, e a conceção de novas técnicas para a acidificação do leite de substituição, que ajudam a evitar a oxidação lipídica e garantem a qualidade do produto por um período mais longo (Wolleswinkel, 2011). Juntamente com estas melhorias, o atual leite de substituição tem desencadeado melhores performances nos animais devido à melhor palatabilidade, à melhor qualidade do produto e à não ocorrência de diarreias. Consequentemente, o atual leite de substituição diminuiu significativamente a fase crítica após o desmame (Wolleswinkel, 2011). Assim sendo, o leite de substituição é cada vez mais utilizado para melhorar o crescimento dos leitões e reduzir a mortalidade pré-desmame. Efird *et al.* (1982) também mostraram que leitões alimentados com dietas à base de leite obtiveram um maior ganho de peso e índices de conversão mais eficientes do que leitões alimentados com dietas à base de proteína de soja. A capacidade que os leitões têm para se adaptar a diferentes sistemas de desmame e utilizar várias fontes de proteína e energia, disponibilizadas em diferentes formas físicas, pode ser importante na obtenção do máximo desempenho e eficiência alimentar.

6.1. Suplementação com leite de substituição

Após cerca de 7-10 dias de lactação, o potencial de ingestão de leite pelos leitões excede a produção por parte da porca, consequentemente o crescimento dos leitões começa a ser inferior ao seu potencial (Harrell *et al.*, 1993 citados por Cabrera, 2011). Wolter *et al.* (2002) estimularam o crescimento dos leitões através da distribuição de leite de substituição suplementar dos 3 dias de idade até ao desmame aos 21 dias (ver quadro 7). Após três semanas de suplementação, os leitões suplementados pesavam mais 0,9 kg do que os leitões não suplementados. O aumento de peso ao desmame não se traduziu num significativo aumento da taxa de crescimento pós-desmame, e o ganho médio diário de peso entre o desmame e os 110 kg foi idêntico para os leitões suplementados e não suplementados (827 vs. 820 g/dia; $P>0,05$). Assim sendo, Wolter *et al.* (2002) concluíram que o peso ao nascimento tem um impacto substancialmente maior na performance dos leitões após o desmame do que o aumento da ingestão de nutrientes durante a fase de amamentação. Dunshea *et al.* (1997), citados por King e Pluske (2003), apontam que leitões alimentados com leite desnatado (*skim milk*) a partir dos 10 dias de idade obtiveram um aumento de 0,7 kg no peso ao desmame e que esse crescimento extra, comparativamente aos leitões sem qualquer suplementação, ainda era evidente aos 42 dias (14,7 vs. 12,2 kg) e aos 120 dias de idade (64,5 vs. 60,6 kg). Wolter *et al.* (2002) também mostraram que a suplementação com leite de substituição tende a aumentar o número de leitões desmamados (11,4 vs. 10,9

leitões/ninhada), devido à redução da taxa de mortalidade durante a lactação (5,2 vs. 9,4%; P=0,10).

Quadro 7 – Efeito do peso ao nascimento (pesados vs. leves), e da suplementação com leite de substituição (supl. vs. não supl.) no peso ao desmame, na mortalidade e ingestão de leite de substituição durante a lactação, e na ingestão alimentar e no crescimento entre o desmame e o abate (Adaptado de Wolter *et al.*, 2002).

| | Peso ao nascimento | | Leite de substituição ^a | | Valor de P | | |
|--|--------------------|-------|------------------------------------|-----------|--------------------|-----------------------|--------------|
| | Pesados | Leves | Supl. | Não supl. | Peso ao nascimento | Leite de substituição | Peso x Leite |
| Peso (kg) | | | | | | | |
| Nascimento | 1,83 | 1,32 | 1,58 | 1,58 | 0,001 | 0,76 | 0,69 |
| Desmame (21 dias) | 6,58 | 5,72 | 6,60 | 5,69 | 0,001 | 0,001 | 0,26 |
| Mortalidade do nascimento ao desmame (%) ^b | 5,2 | 9,4 | 5,2 | 9,4 | 0,10 | 0,10 | -- |
| Ingestão de leite de substituição dos 3 aos 21 dias de idade (kg) ^c | 14,28 | 9,63 | 11,96 | 0,0 | 0,02 | -- | -- |
| Do desmame aos 110 kg de PV: | | | | | | | |
| Ingestão alimentar (g/dia) | 1866 | 1783 | 1841 | 1808 | 0,001 | 0,17 | 0,17 |
| Ganho médio diário (g/dia) | 851 | 796 | 827 | 820 | 0,001 | 0,43 | 0,39 |

^a Leite de substituição = Supl. (leitões suplementados com leite de substituição durante a lactação) ou Não supl. (leitões não suplementados durante a lactação).

^b Médias avaliadas utilizando o teste do qui-quadrado.

^c Representa o leite de substituição consumido por ninhada (kg de pó, base de matéria seca)

Reale (1987), citado por King e Pluske (2003), forneceu leite de vaca aos leitões desde os 7 aos 28 dias de lactação, como único suplemento do leite materno. O peso ao desmame destes leitões foi 1,8 kg superior aos animais do grupo controlo, ao qual foi disponibilizado alimento *pré-starter* na forma sólida. Analogamente, King *et al.* (1998), citados por King e Pluske (2003), declararam que os leitões que tiveram acesso a leite de vaca desde o 5º dia de lactação eram 1,6 kg mais pesados ao desmame aos 28 dias de idade, em comparação com os leitões que não usufruíram de qualquer tipo de suplementação.

Como se pode observar no quadro 8, foram registados aumentos significativos na ingestão de nutrientes quando foi distribuído leite de substituição aos leitões em amamentação, em comparação com a ingestão de alimento *pré-starter* antes do desmame.

Consequentemente ocorreu um aumento de 10 a 39% na taxa de crescimento pré-desmame. Estes resultados indicam os benefícios da suplementação com leite de substituição para o aumento de peso ao desmame. Contudo, King *et al.*, (1998), citados por King e Pluske (2003), salientam que quando a ingestão de leite de substituição suplementar é muito reduzida durante o período neonatal, o consequente efeito no crescimento pode ser marginal. A administração de leite de substituição suplementar pode ser particularmente vantajosa em condições de *stress* térmico, ou seja, quando a ingestão de alimento e a produção de leite da porca e consequentemente a taxa de crescimento dos leitões são reduzidas. Quando alimentados com leite de substituição suplementar, estes leitões apresentam um consumo de energia suficiente para o seu crescimento e um peso ao desmame similar aos leitões criados em um ambiente térmico adequado (Azain *et al.*, 1996). Esta prática necessita, contudo, de ter em atenção o custo de mão-de-obra extra e os custos relativos do leite de substituição.

Quadro 8 – Consumo de leite de substituição pelos leitões durante a lactação e consequente resposta de crescimento.

| Referência | Duração do tratamento (dias de idade) | Ingestão média de suplemento durante a lactação (g de MS/leitão/ dia) | GMD do nascimento ao desmame (g/dia) | Aumento no GMD devido à suplementação (%) |
|---------------------------------------|---------------------------------------|---|--------------------------------------|---|
| Sarkar et al. (1981) | | | | |
| Sem suplementação | 2-20 | - | 233 ⁴ | - |
| Suplementação | 2-20 | 22 | 283 ⁴ | 21 |
| Azain et al. (1996) | | | | |
| <i>Estação fria</i> | | | | |
| Sem suplementação | 0-21 | - | 224 | - |
| Suplementação | 0-21 | 20,9 | 247 | 10 |
| <i>Estação quente</i> | | | | |
| Sem suplementação | 0-21 | - | 163 | - |
| Suplementação | 0-21 | 66,2 | 226 | 39 |
| King et al. (1998)¹ | | | | |
| Sem suplementação | 4-28 | - | 239 | - |
| Suplementação com leite de vaca | 4-28 | 58,5 | 297 | 24 |
| Suplementação com leite sintético | 4-28 | 39,7 | 277 | 16 |
| Dunshea et al. (1999) | | | | |
| Sem suplementação | 10-20 | - | 223 ² | - |
| Suplementação | 10-20 | 32,9 ³ | 291 ² | 30 |
| Wolter et al. (2002) | | | | |
| Sem suplementação | 3-21 | - | 192 | - |
| Suplementação | 3-21 | 41,5 | 236 | 23 |

¹ Citados por Le Dividich e Sève (2001).² GMD dos 10 aos 20 dias de idade.³ Valor aproximado.⁴ GMD dos 2 aos 20 dias de idade.

6.2. Aleitamento Artificial

Já em 1975, Lecce afirmava que era possível conceber um sistema saudável para a criação de leitões desmamados com menos de um dia de idade. Lecce (1975) alimentou os leitões com um volume diário equivalente a 30% do seu peso corporal, com uma dieta que continha, principalmente, 20% de sólidos de leite de vaca com 28% das calorias em proteína.

Com este sistema, os leitões adquiriram cerca de 3,6 vezes o seu peso ao nascimento em duas semanas, com uma taxa de mortalidade inferior a 2%.

Zijlstra *et al.* (1996) avaliaram as diferenças no crescimento entre leitões desmamados convencionalmente, leitões desmamados por *split weaning* e leitões desmamados com acesso a leite de substituição. Os leitões sujeitos a aleitamento artificial receberam leite de substituição nos primeiros 4 dias após o desmame e alimento *starter* nos primeiros 7 dias pós-desmame, posteriormente eram alojados noutras instalações recebendo apenas alimento *starter* na forma sólida (figura 6). O *split weaning* (alguns leitões desmamados aos 14 dias de idade, outros aos 21 dias de idade) combinado com o aleitamento artificial originou um GMD dos leitões, entre os 14 e os 28 dias de idade, 22% superior comparativamente aos leitões desmamados convencionalmente aos 21 dias. O aleitamento artificial aumentou em 30% o GMD dos 21 aos 28 dias de idade, comparativamente ao desmame convencional. Ao contrário dos leitões amamentados pela porca, os leitões sujeitos a aleitamento artificial dos 21 aos 25 dias de idade adquiriram mais 20% de peso corporal, mais 10% no teor em proteína e 17% de gordura corporal, e apresentaram mais 74% de vilosidades no intestino (benefícios para a absorção alimentar). Os leitões que receberam apenas alimento *starter* na forma sólida dos 21 aos 25 dias de idade obtiveram menos 19% de peso corporal, menos 20% de proteína e gordura corporal e exibiram menos 28% de vilosidades no intestino, relativamente aos leitões amamentados pela porca. Os leitões ‘pesados’ (desmamados aos 14 dias de idade) com aleitamento artificial dos 14 aos 18 dias de idade tiveram mais 40% de GMD dos 21 aos 28 dias de idade, equiparando com os leitões ‘pesados’ que foram diretamente para a dieta *starter* na forma sólida.

| | Desmame convencional | Desmame fracionado (<i>split weaning</i>) | Aleitamento artificial |
|---------|---|---|---|
| 14 dias | Ninhada inteira com a porca | Leite de substituição + Alimento <i>starter</i> | Com a porca |
| 18 dias | | Alimento <i>starter</i> | |
| 21 dias | Recria convencional com alimento <i>starter</i> | Recria convencional com alimento <i>starter</i> | Leite de substituição + Alimento <i>starter</i> |
| 25 dias | | | Alimento <i>starter</i> |
| 28 dias | | | Alimento <i>starter</i> |

Figura 6 – Delineamento experimental dos três tratamentos: Desmame convencional, desmame aos 21 dias de idade com alimento *starter*; Desmame fracionado (*split weaning*), desmame dos leitões ‘pesados’ aos 14 dias de idade e dos leitões ‘leves’ aos 21 dias de idade, ambos os grupos após o desmame foram alimentados com leite de substituição (líquido) e alimento *starter* (na forma sólida); Aleitamento artificial, desmame aos 21 dias de idade, leitões alimentados após o desmame com leite de substituição (líquido) e alimento *starter* (na forma sólida). (Adaptado de Zijlstra *et al.*, 1996).

Orgeur *et al.* (2001) desmamaram leitões com 6 dias de idade (desmame precoce) e compararam o seu crescimento e o seu comportamento com os leitões amamentados pelas suas progenitoras até aos 28 dias de idade (tratamento controlo). Neste estudo, o leite de substituição foi distribuído manualmente aos animais desmamados precocemente, e a partir dos 14 dias de idade estes animais tiveram também acesso a alimento *pré-starter* (granulado). Os leitões do tratamento controlo tiveram disponível um alimento *pré-starter* (granulado), a partir dos 11 dias de idade. A média de peso ao nascimento foi similar entre tratamentos, mas a partir dos 8 dias de idade os leitões desmamados precocemente apresentaram pesos significativamente inferiores aos leitões do tratamento controlo (ver quadro 9). Esta diferença foi significativa até aos 28 dias de idade, mas aos 74 dias de idade já não se revelaram diferenças entre os pesos de ambos os tratamentos. Nos 3 primeiros dias após o desmame, comparativamente aos leitões do tratamento controlo, os leitões desmamados precocemente apresentaram mais sintomas de *stress*, isto é, movimentaram-se mais e emitiram mais vocalizações. Na terceira semana após o desmame, os leitões desmamados aos 6 dias de idade já não manifestaram qualquer tipo de perturbação comportamental, comparativamente ao tratamento controlo. Não se registou, nas condições do ensaio, qualquer mortalidade nos leitões desmamados aos 6 dias de idade, durante todo o estudo.

Quadro 9 – Comparação do crescimento dos leitões desmamados precocemente (6 dias de idade, alimentados com leite de substituição) e dos leitões alimentados pelas suas progenitoras e desmamados convencionalmente aos 28 dias de idade. (Adaptado de Orgeur *et al.*, 2001).

| | Desmame precoce/ Aleitamento artificial | Desmame convencional | |
|------------------------------------|--|----------------------|--------------------|
| Peso (kg) | | | |
| <i>Ao nascimento</i> | 1,36 | 1,47 | <i>P>0,05</i> |
| <i>Aos 8 dias de idade</i> | 2,29 | 2,71 | <i>P<0,02*</i> |
| <i>Aos 28 dias de idade</i> | 6,80 | 8,15 | <i>P<0,05*</i> |
| <i>Aos 74 dias de idade</i> | 36,32 | 35,44 | <i>P>0,05</i> |
| Ganho médio diário (g) | | | |
| <i>Dos 8 aos 13 dias de idade</i> | 97 | 250 | <i>P<0,001*</i> |
| <i>Dos 13 aos 22 dias de idade</i> | 199 | 287 | <i>P<0,05*</i> |
| <i>Dos 22 aos 28 dias de idade</i> | 319 | 271 | <i>P>0,05</i> |
| <i>Dos 28 aos 74 dias de idade</i> | 642 | 593 | - |

*Valores significativamente diferentes

Num estudo de Sărăndan *et al.* (2005) os leitões 'leves' com 7 dias de idade foram separados das suas progenitoras e alimentados *ad libitum* através de uma 'ama artificial' (*artificial milk dispenser*), enquanto os leitões do tratamento controlo permaneceram com a porca até aos 28 dias de idade. Aos 7 dias de idade, os leitões 'leves' possuíam apenas cerca de 75% do peso dos leitões do tratamento controlo (1,58 vs. 2,12 kg). Os leitões sujeitos a aleitamento artificial foram desmamados aos 28 dias de idade, mas ocorreu uma redução de leite administrado desde os 21 dias de idade. Até aos 28 dias de idade, os leitões 'leves' (aleitamento artificial) obtiveram um ganho médio diário 11% inferior e uma ingestão de leite (*sow milk equivalent*) 40,5% superior aos leitões do tratamento controlo. Após o desmame, até aos 70 dias de idade, os leitões 'leves' alcançaram um ganho médio diário 32% superior e uma ingestão de alimento *pré-starter* 48% superior aos leitões desmamados pela porca. Dunshea *et al.* (2000) obtiveram resultados similares quando disponibilizaram leite de substituição (líquido) e alimento *pré-starter* (na forma sólida) a leitões desmamados aos 12 dias de idade. Estes leitões, uma semana após o desmame, obtiveram uma maior ingestão de alimento, um maior GMD e uma melhor eficiência de conversão alimentar, comparativamente a leitões que tiveram apenas acesso a alimento *pré-starter* na forma sólida após o desmame aos 12 dias de idade. Os mesmos autores indicam que fornecer leite de substituição pode ser um método de desmame gradual dos leitões para melhorar a adaptação à alimentação sólida.

Wolleswinkel (2011) colocou numa 'incubadora' (*RescueDecks*) com leite de substituição os leitões que aos 4 dias de idade apresentaram uma reduzida ingestão de leite

materno, e comparou o seu crescimento com os leitões que permaneceram na porca. Ao nascimento, os leitões de ambos os tratamentos tinham um peso corporal próximo de 1,25 kg. Como se pode observar na figura 7, os leitões alimentados com leite de substituição ('incubadora') foram desmamados aos 21 dias de idade com um peso inferior aos leitões criados pela porca, porém aos 61 dias de idade ambos os tratamentos apresentaram cerca de 23 kg de peso vivo.

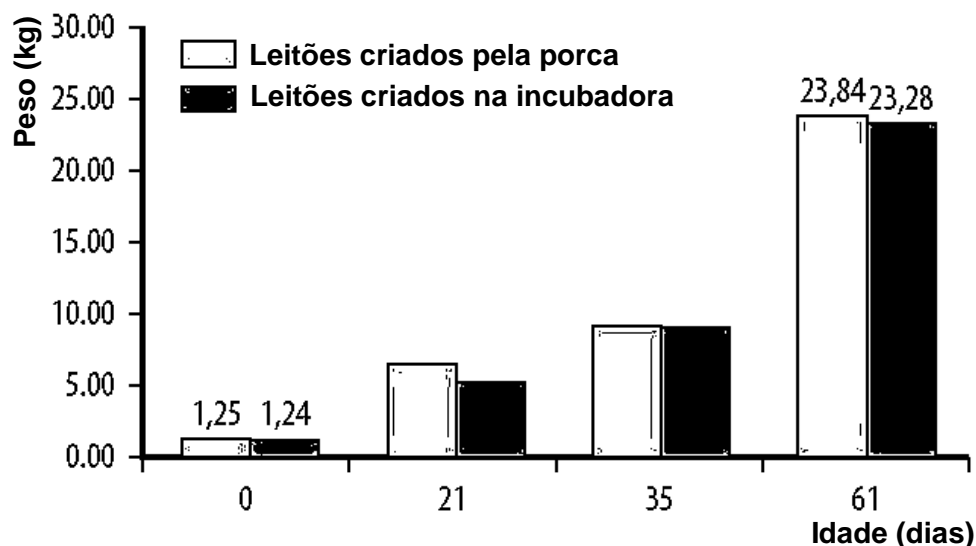


Figura 7 – Resultados dos leitões débeis criados numa incubadora (Adaptado de Wolleswinkel, 2011).

O mesmo autor indica que criar leitões com leite de substituição numa 'incubadora' reduz a mortalidade pré-desmame em 3 a 5% (ver quadro 10) e melhora o peso ao desmame dos leitões criados pela porca pois ocorre uma menor competição pelo úbere. Assim, esta 'incubadora' tem tido uma boa adesão por parte dos suinicultores segundo um artigo recente da revista *Pig Progress* (2013).

Quadro 10 – Visão geral de diferentes sistemas de aleitamento artificial para leitões (Adaptado de Wolleswinkel, 2011).

| | Incubadora | Manualmente | Em comedouros |
|--|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Localização do alimento | Acima da porca | Jaula de parto | Jaula de parto |
| Micro-clima para os leitões | Sim | Não | Não |
| Necessidade de mão-de-obra | Baixa | Média | Baixa |
| Necessidade de investimento | Sim | Não | Sim |
| Consistência dos resultados | Elevada | Média | Média |
| Redução da mortalidade dos leitões* | 3-5% | 1-2% | 2-3% |
| Melhoria na uniformidade* | Forte | Variável | Variável |
| Efeito no peso ao desmame* | +25-750 g | Variável | +400-900 g |

*Baseado na combinação de resultados do Centro de Pesquisa da Provimi e de explorações comerciais.

Num estudo de Widowski *et al.* (2005) os leitões foram amamentados pelas suas progenitoras, aproximadamente, até às 72 horas de vida para adquirirem a imunidade passiva antes da transferência para uma instalação de laboratório onde foram distribuídos, cinco por grupo, para uma de três unidades. Cada unidade contou com um diferente sistema de alimentação para o fornecimento de leite de substituição: uma calha de plástico (T; *plastic trough*), uma tetina (N; *nipple*) montada numa parede de acrílico liso ou uma tetina montada em um saco flexível de água (úbere artificial [AU]). Cada sistema possuía cinco espaços de alimentação de modo a que todos os leitões pudessem alimentar-se simultaneamente. O leite de substituição foi fornecido em intervalos de 6 horas, e o comportamento foi registado em dias alternados até ao desmame aos 12 dias de idade. Apesar dos leitões alimentados pela calha começarem a ingerir leite mais cedo do que os leitões alimentados através de tetinas, estes leitões apresentaram um maior dispêndio de tempo em comportamentos indicadores de *stress* (*nosing, chewing or sucking on pen-mates and belly-nosing*). Com o tempo, os leitões N desenvolveram um comportamento estereotipado de friccionar a parede atrás das tetinas, enquanto os leitões no 'úbere artificial' massajavam-no e/ou adormeciam em contacto com o 'úbere'. Os padrões de descanso também foram afetados, os leitões N e os leitões AU acomodaram-se mais rapidamente para descansar e passaram muito mais tempo em descanso posteriormente à hora de alimentação, comparativamente aos leitões T. Segundo este estudo, um dispositivo de alimentação que permita tanto a sucção, como a massagem pode reduzir significativamente os comportamentos estereotipados dos leitões e pode facilitar a socialização dos leitões criados com leite de substituição.

II. Componente experimental

Segundo Wolleswinkel (2011) o leite de substituição pode ser fornecido aos leitões a partir do segundo dia de idade, aumentando assim o consumo de alimento *pré-starter* antes do desmame em 60%, o que por sua vez facilita o processo de desmame. Assim sendo, este trabalho tem como intuito avaliar os efeitos do leite de substituição na performance dos leitões, utilizando várias técnicas de manejo da amamentação. Assim, foram delineados dois ensaios experimentais, descritos abaixo, que visaram num caso avaliar os efeitos da adoção e do aleitamento artificial e no outro caso a suplementação com leite de substituição.

1. Ensaio 1

1.1. Introdução

A seleção de porcas de elevada prolificidade contribuiu para o aumento do número de leitões nascidos vivos, contudo o aumento da produção de leite não acompanhou esta rápida evolução da prolificidade. Em alguns casos, o número de leitões a amamentar também supera o número de tetos funcionais. Estes factos desencadearam a necessidade de melhorar e criar novas técnicas de manejo, tais como o 'sistema de porcas-ama' e o 'aleitamento artificial'. Assim, este ensaio teve como objectivo avaliar o efeito da adoção ou do aleitamento artificial nas performances zootécnicas de leitões com diferentes pesos vivos iniciais.

1.2. Material e Métodos

Este ensaio experimental foi executado na exploração suinícola intensiva Reis & Silva, Lda. Os dados utilizados no presente trabalho foram recolhidos entre Agosto de 2012 e Janeiro de 2013.

1.2.1. Animais

– Porcas

Este ensaio experimental abrangeu 38 porcas pertencentes ao genótipo convencional de produção intensiva de suínos, ou seja, porcas F1 (*Large White* x *Landrace*). O número de ordem de parto da totalidade das porcas foi, em média, 3,8. Não foi efetuada nenhuma alteração no manejo usual das porcas da exploração, com a exceção da aplicação dos tratamentos aos leitões.

– *Leitões*

O ensaio abrangeu cerca de 180 leitões de 38 ninhadas (□; 2 lotes de porcas em duas semanas consecutivas, sendo o lote 2 uma réplica do lote 1), descendentes do cruzamento de (LW × LR) × (Pi). Este ensaio experimental foi composto por quatro tratamentos: “FA”, “DA”, “FL” e “DL” (ver figura 8).

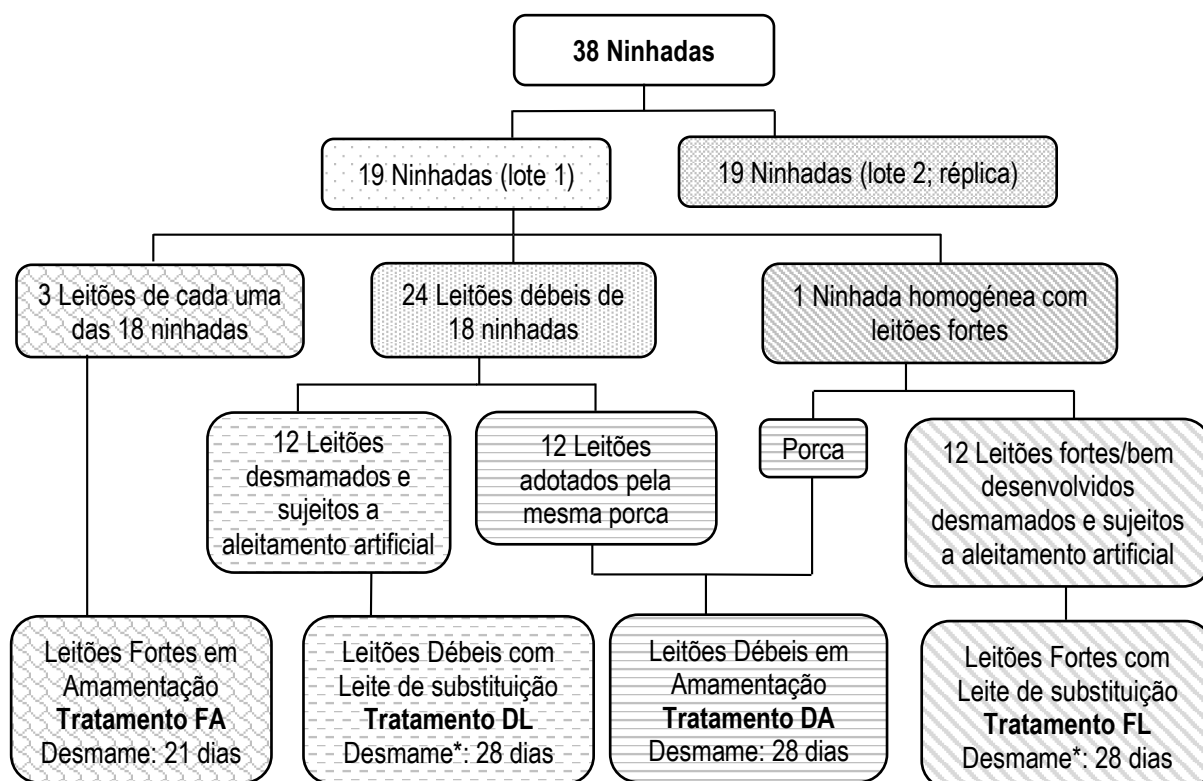


Figura 8 – Esquema do delineamento do ensaio experimental 1.

*O termo “desmame” representa, neste caso, a retirada do leite de substituição pois estes foram separados da sua progenitora aos 7 dias de idade.

Aos 7 dias pós-parto, em média, através de apreciação visual de 19 ninhadas (□) foram selecionados os leitões débeis (baixo peso corporal) de 18 ninhadas, correspondendo a 24 leitões (▣). Também nesse momento, foi identificada uma porca (▢) com uma ninhada homogénea e com elevado peso corporal (apreciação visual), sendo esta selecionada como ‘porca-ama’ e a sua ninhada desmamada e sujeita ao tratamento FL, isto é, leitões fortes/bem desenvolvidos sujeitos a aleitamento artificial, em um parque com 12 leitões (▤). Os 24 leitões débeis foram distribuídos aleatoriamente por dois tratamentos, 12 animais para o tratamento DA (▢), em que foram adotados por uma ‘porca-ama’ (selecionada anteriormente e que era a progenitora dos leitões desmamados e colocados no tratamento FL), e 12 leitões foram desmamados e submetidos a aleitamento artificial, constituindo o tratamento DL (▣).

Três leitões de cada uma das 18 ninhadas, das quais foram retirados os leitões débeis, foram designados aleatoriamente e identificados como tratamento FA (☒), seguindo todo o período de amamentação com a sua progenitora. Os tratamentos foram repetidos em duas semanas consecutivas, assim sendo a totalidade do ensaio experimental foi constituído por 107 leitões do tratamento FA, 24 leitões do tratamento DA, 24 leitões do tratamento FL e 24 leitões do tratamento DL. Os leitões foram identificados através da colocação de um brinco numerado no pavilhão auricular e pesados numa balança de precisão. Os animais foram pesados, em média, aos 7, 14, 21, 28, 49 e 91 dias de idade e no momento do seu abate, aproximadamente aos 165 dias de idade. Os leitões do tratamento FA foram desmamados aos 21 dias de idade e os animais dos restantes tratamentos foram desmamados aos 28 dias de idade¹.

Por razões de manuseio usual da exploração, antes do início da recolha de dados, foram retirados determinados leitões das ninhadas, que foram adotados por outras porcas. Todos os leitões foram retirados 24 horas após o nascimento e a sua escolha foi feita de forma a que os leitões tivessem um tamanho similar ao dos leitões das ninhadas das 'porcas-amas' (estimado por apreciação visual das ninhadas de acolhimento) e que em termos médios, as ninhadas fossem constituídas por 12 leitões. Posteriormente para o estabelecimento dos tratamentos, esses leitões foram considerados como descendentes das suas 'porcas-ama'.

1.2.2. Instalações

Os partos e lactações decorreram em salas de maternidades (48 maternidades individuais distribuídas por 2 salas). Cada maternidade continha uma jaula de parto com uma área regulável, de acordo com o tamanho da porca, a restante área da maternidade pertencia aos leitões. A zona da porca possuía um piso em grelha de ferro fundido e a zona dos leitões possuía um piso em grelha de PVC. As salas de maternidade eram termicamente condicionadas, sendo a temperatura ambiente média pretendida 22-24 °C. Os leitões dispunham também de uma placa de aquecimento regulada para os 31-33 °C. A limpeza das instalações era efetuada duas vezes por dia, com a adição de um pó secante com o intuito de prevenir a proliferação de microrganismos. Os leitões sujeitos a aleitamento artificial foram instalados numa sala de maternidade diferente da sua progenitora, mas com condições similares.

Após o desmame (aos 21 dias de idade para o tratamento FA, e aos 28 dias de idade para os restantes tratamentos) os leitões foram agrupados em grupos de 40 animais,

¹ Devemos ter em atenção o significado do termo "desmame". Este representa para os grupos FA e DA a separação da mãe e simultaneamente a perda do leite materno, respetivamente, aos 21 e aos 28 dias de idade. Já para os grupos FL e DL aplicam-se dois conceitos de desmame, por um lado a separação da mãe e perda do leite materno aos 7 dias de idade e, por outro lado, aos 28 dias de idade a perda do leite de substituição (aleitamento artificial).

independentemente do tratamento, e colocados em instalações climatizadas de acordo com as suas necessidades (módulos de desmame precoce), e alimentados em regime *ad libitum* com um alimento composto ajustado à sua idade. Aos 49 dias de idade, em média, os animais foram transferidos para salas convencionais de recria e alojados em parques, sendo aos 91 dias de idade transferidos para o sector de engorda onde permaneceram até ao abate, aos 165 dias de idade, em média.

1.2.3. Maneio alimentar

– Porcas

Foi distribuído automaticamente às porcas cerca de 2-3 kg de um alimento composto de lactação três vezes por dia (às 8:00, 12:00 e 17:00h). A exploração possuía uma média anual de ingestão diária por porca lactante de 6,750 kg de alimento. O alimento de lactação era farinado e continha por quilograma, 175 g de proteína bruta, 48 g de gordura bruta, 12 g de lisina e 3300 kcal de energia metabolizável (quadro 11). Cerca de 3 dias antes e 3 dias depois do parto foi distribuído às porcas um alimento composto, designado de peri-parto, com 138 g de proteína bruta, 31 g de gordura bruta, 5 g de lisina e 2881 kcal de energia metabolizável em cada quilograma (quadro 11). As ingestões individuais das porcas durante os períodos de gestação e de lactação não foram quantificadas.

– Leitões

A partir dos 7 dias de idade, em média, os leitões de todos os tratamentos passaram a ter disponível num comedouro um alimento *pré-starter* (na forma sólida) com 185 g de proteína bruta, 45 g de gordura bruta, 21 g de fibra bruta e 15 g de lisina em cada quilograma (quadro 11). A administração era efetuada uma vez por dia e as quantidades ajustadas de acordo com o consumo por parte dos leitões, sendo apenas nos tratamentos com leite de substituição registado semanalmente o seu refugo.

Quer as porcas, quer os leitões de todos os tratamentos, dispunham permanentemente de água potável *ad libitum* através de tetinas existentes nas maternidades.

No aleitamento artificial dos leitões foi utilizado um leite de substituição (comercial) recomendado para leitões, que continha por cada quilograma 213 g de proteína bruta, 105 g de gordura bruta e 17 g de lisina (quadro 11). O leite de substituição, entre outros ingredientes, era composto por soro de leite em pó, farinha de plasma de suíno, óleo de palma, proteína de soro em pó, amido de trigo, concentrado de proteína de soja, sacarose e óleo de coco.

Quadro 11 – Composição dos alimentos do ensaio 1.

| Componente Analítico (% MS) | Alimento <i>pré-starter</i> (farinado) | Leite de substituição (em pó) | Alimento de lactação (farinado) | Alimento peri-parto (farinado) |
|--|---|--|--|---|
| Proteína bruta | 18,5 | 21,3 | 17,5 | 13,8 |
| Gordura bruta | 4,5 | 10,5 | 4,8 | 3,09 |
| Fibra bruta | 2,1 | 0,2 | 3,18 | 7,2 |
| Cinza bruta | 6,1 | 9,0 | 5,3 | 4,5 |
| Cálcio | 0,7 | - | 0,9 | 0,7 |
| Sódio | 0,25 | 0,9 | 0,19 | 0,02 |
| Fósforo | 0,6 | - | 0,66 | 0,58 |
| Lisina | 1,5 | 1,7 | 1,2 | 0,5 |
| Metionina | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |

O leite de substituição era preparado a cada refeição e distribuído aos leitões em comedouros, de hora a hora desde as 8 h às 18 h, de forma a estar sempre disponível, desde os 7 até aos 28 dias de idade, em média. Todos os dias de manhã era registada a quantidade de refugo, e de seguida lavado o comedouro e distribuído novamente leite de substituição recém-reconstituído. O leite de substituição foi, preparado segundo a recomendação do fabricante, através da diluição de 150 g de leite em pó em um litro de água à temperatura ambiente. A partir dos 11 dias de idade, em média, começou a ser adicionado ao leite de substituição uma porção de alimento *pré-starter*. Este mesmo alimento *pré-starter* era já disponibilizado aos leitões num comedouro, na forma sólida, desde os 7 dias de idade. A constituição da dieta líquida dos leitões sujeitos a aleitamento artificial foi sendo ajustada ao longo tempo. Inicialmente era constituída somente por leite de substituição, depois foi sendo adicionado, gradualmente, alimento *pré-starter* à mistura e, por fim, a partir dos 14 dias de idade foi sendo reduzida a proporção de leite de substituição na dieta líquida dos leitões. Estas alterações na dieta dos leitões tinham o intuito de aumentar gradualmente a ingestão de matéria seca por parte dos leitões e promover uma melhor adaptação ao processo de desmame com a incorporação crescente de alimento *pré-starter*. A ingestão de alimento líquido foi registada diariamente, assim como as respetivas proporções de leite de substituição e de alimento *pré-starter* num litro de água, como se pode observar na figura 9. A figura 9 também apresenta as respetivas regressões lineares das proporções de cada alimento constituinte da dieta líquida dos leitões sujeitos a aleitamento artificial.

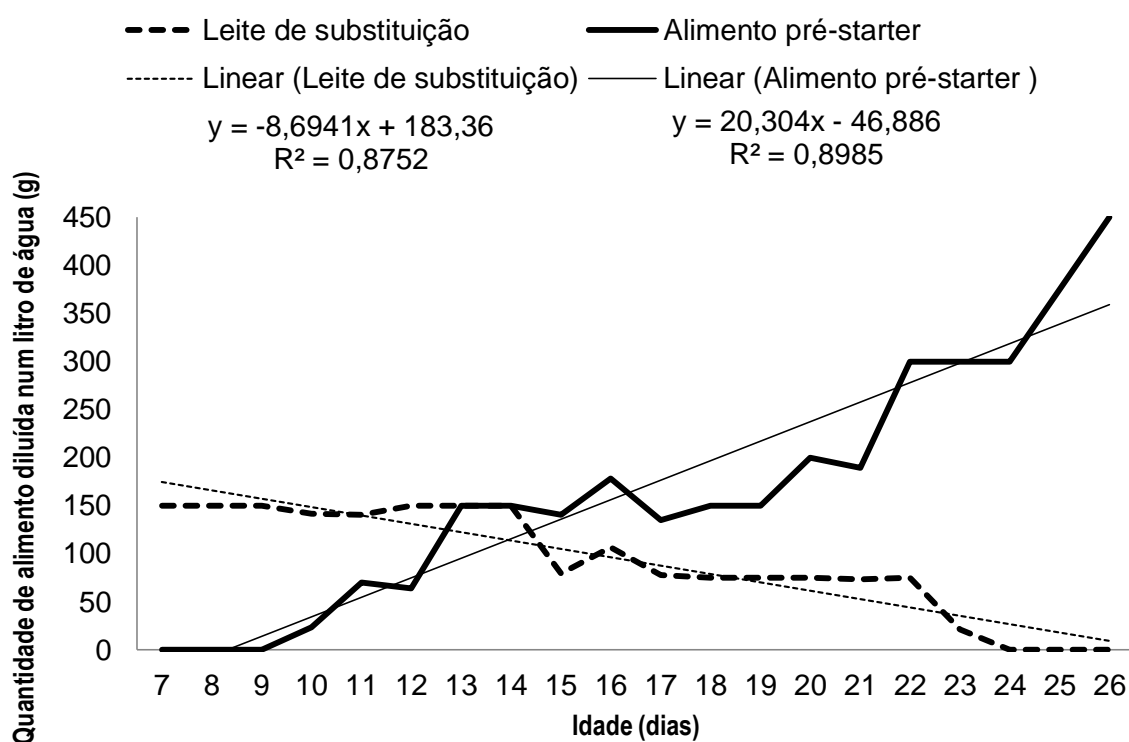


Figura 9 – Evolução da proporção de leite de substituição (gramas) e alimento *pré-starter* (gramas) diluídos num litro de água, que constitui a alimentação líquida dos leitões sujeitos a aleitamento artificial e as suas respetivas linhas de tendência e equações que descrevem essas linhas.

Nas equações das linhas de tendência, y representa a quantidade de alimento (g) diluída em um litro de água, enquanto x representa a idade (dias) dos leitões.

1.2.4. Análise estatística

Todos os dados foram analisados com a utilização do *software* estatístico JMP, versão 7.0 (SAS, 2007). Para comparação entre tratamentos foram realizadas análises de variância (ANOVA) utilizando o tratamento e o lote como efeitos fixos, para os seguintes parâmetros: peso médio dos leitões aos 7, 14, 21, 28, 49, 91 e 165 dias de idade e o ganho médio diário nesse período de tempo. A comparação múltipla de médias foi realizada com o teste de Tukey. As diferenças foram consideradas significativas para $P < 0,05$. Todos os valores apresentados correspondem a médias dos quadrados mínimos, e o “*Std Error*” corresponde ao maior desvio-padrão das médias dos tratamentos. O “n” representa o número de observações utilizadas para calcular a média de cada tratamento.

A evolução da proporção de leite de substituição e alimento *pré-starter* que constituem o alimento líquido, assim como as suas respetivas linhas de tendência e equações que descrevem essas linhas foram calculadas pelo Microsoft Excel® 2013. Foi considerado que o modelo se ajustava à amostra quando o coeficiente de determinação (R^2) era superior a 0,85. A dispersão dos dados relativos ao peso dos animais (dos 7 aos 165 dias de idade) e as linhas de tendência entre o peso e a idade dos leitões dos vários tratamentos foram

efetuadas pelo Microsoft Excel[®] 2013. Foi considerado que o modelo se ajustava à amostra quando coeficiente de determinação (R^2) era superior a 0,95.

1.3. Resultados

Após a análise estatística o lote revelou não ter efeito significativo, pelo que se apresentam em conjunto os resultados para os animais de ambos os lotes, considerando-se assim o tratamento como o único efeito em análise. Os pesos médios dos leitões dos vários tratamentos, aos 7, 14, 21 e 28 dias de idade, são apresentados no quadro 12. No início do ensaio experimental, aos 7 dias de idade, os leitões classificados como 'fortes' (tratamento FA e FL) possuíam um peso superior ($P < 0,0001$) aos leitões designados de 'débeis' (tratamento DA e DL). Aos 14 dias de idade, os leitões FA, 'fortes amamentados', detinham um peso superior ($P < 0,0001$) ao dos leitões dos restantes tratamentos, assim como o peso dos leitões FL se sobrepunha ($P < 0,0001$) ao peso dos leitões DL, contudo o tratamento DA não apresentou diferenças significativas destes dois últimos tratamentos. Aos 21 dias de idade, os leitões FA pesavam mais de 6,5 kg, diferindo significativamente dos restantes tratamentos. Também aos 21 dias de idade, os leitões 'débeis amamentados' (DA) possuíam um peso superior ($P < 0,0001$) aos leitões 'débeis com leite de substituição' (DL), enquanto os leitões 'fortes com leite de substituição' (FL) não se diferenciavam destes dois tratamentos. Os leitões do tratamento FA foram desmamados aos 21 dias de idade, enquanto os restantes tratamentos apenas foram desmamados aos 28 dias de idade². Os leitões FA continuavam com peso significativamente superior aos restantes tratamentos, aos 28 dias de idade, assim como o tratamento DA se mantinha com um peso superior ($P < 0,0001$) ao tratamento DL, e o tratamento FL não se diferenciava destes dois últimos tratamentos.

² Devemos ter em atenção o significado do termo "desmame". Este representa para os grupos FA e DA a separação da mãe e simultaneamente a perda do leite materno, respetivamente, aos 21 e aos 28 dias de idade. Já para os grupos FL e DL aplicam-se dois conceitos de desmame, por um lado a separação da mãe e perda do leite materno aos 7 dias de idade e, por outro lado, aos 28 dias de idade a perda do leite de substituição (aleitamento artificial).

Quadro 12 – Peso médio (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) aos 7, 14, 21 e 28 dias de idade.

| Tratamento | Peso (kg) | | | | | | | |
|-------------------|-----------|--------------------|-----|---------------------|-----|----------------------|----|-----------------------------------|
| | n | 7 dias | n | 14 dias | n | 21 dias ^I | n | 28 dias ^{II} |
| DA | 24 | 2,034 ^b | 21 | 3,287 ^{bc} | 21 | 4,947 ^b | 20 | 6,742 ^b |
| DL | 24 | 2,120 ^b | 25 | 2,732 ^c | 25 | 3,853 ^c | 24 | 4,933 ^c |
| FA | 107 | 2,899 ^a | 105 | 4,597 ^a | 105 | 6,559 ^a | 99 | 8,177 ^a ^{III} |
| FL | 24 | 3,147 ^a | 24 | 3,734 ^b | 24 | 4,557 ^{bc} | 24 | 5,758 ^{bc} |
| Valor de P | | <0,0001 | | <0,0001 | | <0,0001 | | <0,0001 |
| Std Error | | 0,125 | | 0,185 | | 0,288 | | 0,329 |

Letras diferentes dentro da mesma coluna representam diferenças entre tratamentos para cada parâmetro e para $P < 0,05$.

A variação da população (n) não reflete a mortalidade dos animais.

^I Desmame dos leitões FA aos 21 dias de idade.

^{II} Desmame dos leitões DA, DL e FL aos 28 dias de idade.

^{III} Os valores do peso dos leitões FA aos 28 dias de idade são estimados, considerando um crescimento linear entre os 21 e os 35 dias de idade.

O quadro 13 mostra os pesos dos animais aos 49, 91 e 165 dias de idade. Aos 49 e 91 dias de idade, os animais do tratamento FA continuaram a manifestar um peso superior ($P < 0,0001$) aos restantes tratamentos. Os leitões DA e FL mostraram um peso significativamente maior do que os leitões DL, aos 49 dias de idade. No início da fase de engorda (91 dias de idade), os leitões ‘fortes com leite de substituição’ (FL) apresentaram um peso superior ($P < 0,0001$) ao dos leitões ‘débeis com leite de substituição’ (DL), enquanto os leitões ‘débeis amamentados’ (DA) não apresentaram diferenças significativas entre os leitões sujeitos a aleitamento artificial (FL e DL). Considerando apenas uma amostra dos animais iniciais do ensaio, aos 165 dias de idade, os leitões FA diferiram ($P = 0,0117$) apenas dos leitões DL, e os leitões do tratamento DA, DL e FL não diferiram significativamente entre si.

Quadro 13 – Peso médio (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) aos 49, 91 e 165 dias de idade.

| Tratamento | Peso (kg) | | | | | |
|-------------------|-----------|---------------------|----|----------------------|----|-----------------------|
| | n | 49 dias | n | 91 dias | n | 165 dias ^I |
| DA | 20 | 10,690 ^b | 19 | 38,697 ^{bc} | 12 | 107,134 ^{ab} |
| DL | 24 | 8,257 ^c | 19 | 34,691 ^c | 7 | 101,760 ^b |
| FA | 98 | 12,759 ^a | 96 | 42,984 ^a | 65 | 112,540 ^a |
| FL | 24 | 10,535 ^b | 24 | 39,880 ^b | 17 | 110,321 ^{ab} |
| Valor de P | | <0,0001 | | <0,0001 | | 0,0117 |
| Std Error | | 0,444 | | 1,154 | | 4,884 |

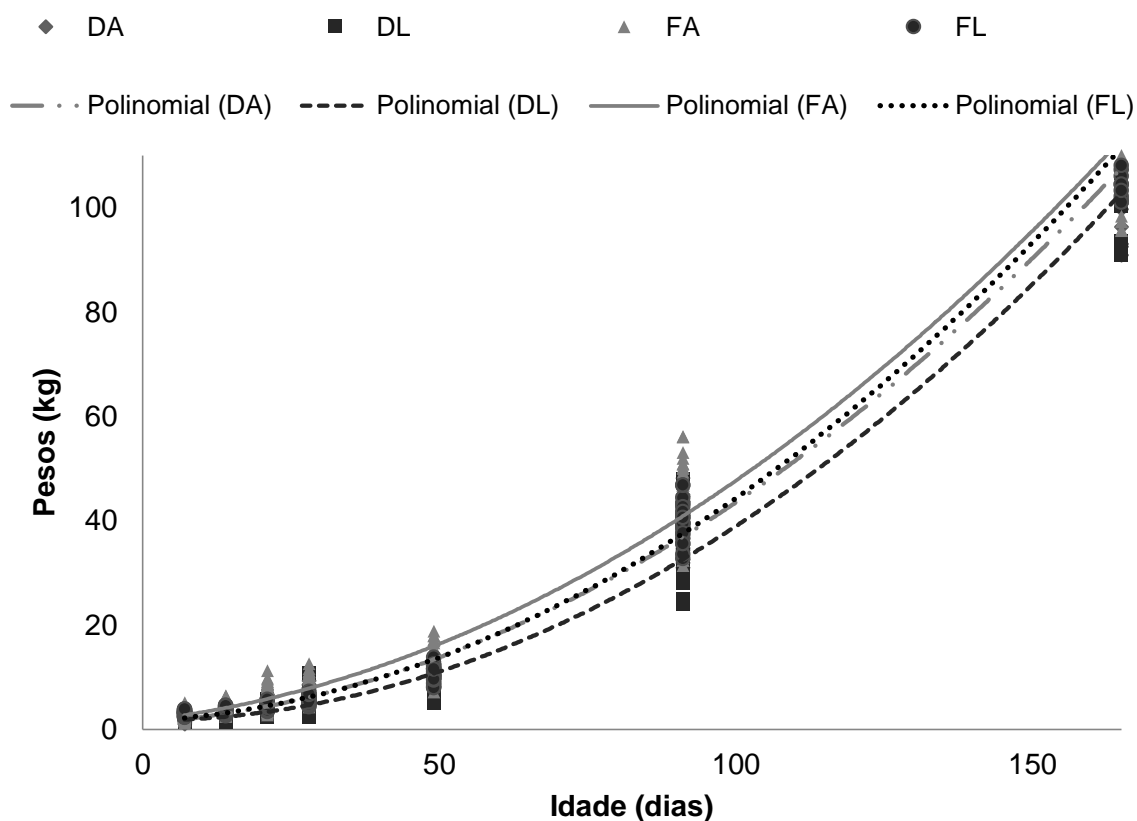
Letras diferentes dentro da mesma coluna representam diferenças entre tratamentos para cada parâmetro e para $P < 0,05$.

A variação da população (n) não reflete a mortalidade dos animais.

^I Os valores do peso aos 165 dias de idade são apenas de uma amostra da população.

A figura 10 mostra a dispersão dos pesos dos leitões dos vários tratamentos, dos 7 aos 165 dias de idade, e indica as linhas de tendência do peso dos leitões (kg) em relação à idade (dias). Todas as linhas de tendência são descritas por uma equação polinomial de grau 2, com um R^2 superior a 0,97. Como já referido anteriormente, os animais do tratamento FA apresentaram sempre um peso superior aos restantes tratamentos, assim como, usualmente, os animais do tratamento DL mostraram uma performance inferior aos restantes tratamentos. Os tratamentos DA e FL apresentam posicionamentos intermédios.

Como se pode observar no quadro 14, o ganho médio diário dos leitões FA entre os 7 e os 14 dias de idade foi superior ($P < 0,0001$) aos restantes tratamentos, assim como os animais DA cresceram significativamente mais do que os animais sujeitos a aleitamento artificial, ou seja, os tratamentos DL e FL, que não se diferenciaram entre si. Entre os 14 e os 21 dias de idade, o GMD dos leitões 'amamentados', tratamentos FA e DA, não apresentaram diferenças significativas entre si, contudo os leitões FA manifestaram um GMD superior ($P < 0,0001$) aos leitões dos tratamentos FL e DL. Os leitões DL não exibiram um GMD significativamente diferente dos leitões DA e FL, entre os 14 e os 21 dias de idade. Entre os 21 e os 28 dias de idade (com os leitões FA desmamados aos 21 dias enquanto os leitões dos restantes tratamentos só foram desmamados aos 28 dias de idade) os leitões DA apresentaram um GMD superior ($P = 0,0268$) aos leitões DL, enquanto os leitões FA e FL não manifestaram diferenças significativas entre os restantes tratamentos.



$$\text{DL: } y = 0,0037x^2 + 0,0033x + 1,7163 \\ R^2 = 0,979$$

$$\text{FL: } y = 0,0037x^2 + 0,0598x + 1,6621 \\ R^2 = 0,989$$

$$\text{DA: } y = 0,0034x^2 + 0,0811x + 1,2531 \\ R^2 = 0,9776$$

$$\text{FA: } y = 0,0033x^2 + 0,1285x + 1,7206 \\ R^2 = 0,9868$$

Figura 10 – Relação entre o peso e a idade (dos 7 aos 165 dias) dos leitões dos vários tratamentos do ensaio 1.

Nas equações das linhas de tendência, y representa o peso (kg), enquanto x representa a idade (dias) dos animais.

Desmame dos leitões FA aos 21 dias de idade.

Desmame dos leitões DA, DL e FL aos 28 dias de idade.

Os valores do peso dos leitões FA aos 28 dias de idade são estimados, considerando um crescimento linear entre os 21 e os 35 dias de idade.

Os valores do peso aos 165 dias de idade são apenas de uma amostra da população.

Entre os 7 e os 21 dias de idade, os leitões FA exibiram um GMD superior ($P < 0,0001$) aos leitões dos restantes tratamentos, assim como os leitões DA cresceram significativamente mais do que os leitões sujeitos a aleitamento artificial (tratamentos DL e FL). Os leitões dos tratamentos DL e FL não apresentaram diferenças entre si. Na totalidade da fase de aleitamento, ou seja entre os 7 e os 28 dias de idade, os leitões ‘amamentados’ (tratamentos

DA e FA) apresentaram um GMD superior ($P < 0,0001$) aos leitões alimentados com leite de substituição (tratamentos DL e FL). Entre estes pares não houve quaisquer diferenças.

Quadro 14 – Ganho médio diário (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) em vários intervalos, entre os 7 e os 28 dias de idade.

| Tratamento | Ganho médio diário (kg) | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|--------------------|-----|-------------------------|----|--------------------------|-----|------------------------|----|-------------------------|
| | n | 7-14 dias | n | 14-21 dias ^I | n | 21-28 dias ^{II} | n | 7-21 dias ^I | n | 7-28 dias ^{II} |
| DA | 21 | 0,175 ^b | 21 | 0,237 ^{ab} | 20 | 0,249 ^a | 21 | 0,206 ^b | 20 | 0,224 ^a |
| DL | 24 | 0,088 ^c | 24 | 0,155 ^{bc} | 24 | 0,154 ^b | 24 | 0,124 ^c | 24 | 0,134 ^b |
| FA | 105 | 0,243 ^a | 105 | 0,280 ^a | 99 | 0,212 ^{ab} | 105 | 0,262 ^a | 99 | 0,250 ^a |
| FL | 24 | 0,084 ^c | 24 | 0,118 ^c | 24 | 0,171 ^{ab} | 24 | 0,101 ^c | 24 | 0,124 ^b |
| Valor de P | | <0,0001 | | <0,0001 | | 0,0268 | | <0,0001 | | <0,0001 |
| Std Error | | 0,018 | | 0,023 | | 0,026 | | 0,017 | | 0,013 |

Letras diferentes dentro da mesma coluna representam diferenças entre tratamentos para cada parâmetro e para $P < 0,05$.

A variação da população (n) não reflete a mortalidade dos animais.

^I Desmame dos leitões FA aos 21 dias de idade e desmame dos leitões DA, DL e FL aos 28 dias de idade.

^{II} Os valores do peso dos leitões FA aos 28 dias de idade são estimados, considerando um crescimento linear entre os 21 e os 35 dias de idade.

Como indicado no quadro 15, em todos os intervalos considerados (entre os 28 e os 49 dias de idade, entre os 49 e os 91 dias de idade e na globalidade, entre os 28 e os 91 dias de idade) os leitões ‘fortes’ (tratamentos FA e FL) apresentaram um GMD superior ($P < 0,0001$) aos leitões ‘débeis com leite de substituição’ (tratamento DL). Os leitões DA apresentaram ganhos intermédios e não mostraram diferenças significativas relativamente a todos os restantes tratamentos. Considerando apenas uma amostra dos animais iniciais do ensaio, o GMD no período de engorda, entre os 91 e os 165 dias de idade, não foi significativamente diferente entre os animais de todos os tratamentos. Desde o início do ensaio experimental até ao início da fase de engorda, ou seja, desde os 7 aos 91 dias de idade, os leitões FA exibiram um GMD superior ($P < 0,0001$) aos restantes tratamentos, assim como os leitões DL obtiveram GMD significativamente inferior a todos os tratamentos. Os leitões dos tratamentos DA e FL não diferiram entre si.

Quadro 15 – Ganho médio diário (kg) dos leitões ‘débeis amamentados’ (DA), ‘débeis com leite de substituição’ (DL), ‘fortes amamentados’ (FA) e ‘fortes com leite de substituição’ (FL) em vários intervalos, entre os 7 e os 91 dias de idade.

| Tratamento | Ganho médio diário (kg) | | | | | | | | | |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|----|---------------------|----|--------------------------|----|----------------------------|----|--------------------|
| | n | 28-49 dias ^I | n | 49-91 dias | n | 28-91 dias ^{II} | n | 91-165 dias ^{III} | n | 7-91 dias |
| DA | 20 | 0,188 ^{ab} | 19 | 0,669 ^{ab} | 19 | 0,508 ^{ab} | 12 | 0,912 | 19 | 0,436 ^b |
| DL | 24 | 0,158 ^b | 19 | 0,622 ^b | 19 | 0,469 ^b | 7 | 0,902 | 19 | 0,388 ^c |
| FA | 98 | 0,216 ^a | 96 | 0,720 ^a | 96 | 0,552 ^a | 65 | 0,944 | 96 | 0,477 ^a |
| FL | 24 | 0,228 ^a | 24 | 0,699 ^a | 24 | 0,542 ^a | 17 | 0,962 | 24 | 0,437 ^b |
| Valor de P | | <0,0001 | | 0,0003 | | <0,0001 | | 0,4318 | | <0,0001 |
| Std Error | | 0,012 | | 0,021 | | 0,016 | | 0,039 | | 0,013 |

Letras diferentes dentro da mesma coluna representam diferenças entre tratamentos para cada parâmetro e para $P < 0,05$.

A variação da população (n) não reflete a mortalidade dos animais.

^I Desmame dos leitões FA aos 21 dias de idade e desmame dos leitões DA, DL e FL aos 28 dias de idade.

^{II} Os valores do peso dos leitões FA aos 28 dias de idade são estimados, considerando um crescimento linear entre os 21 e os 35 dias de idade.

^{III} Os valores do peso aos 165 dias são apenas de uma amostra da população.

O quadro 16 apresenta a ingestão média diária (IMD) dos leitões sujeitos a aleitamento artificial, em gramas de matéria seca por leitão por dia. A IMD foi avaliada por ninhada, o que, no nosso ensaio, corresponde a um número reduzido de observações, e por conseguinte inviável a sua análise estatística. A dieta dos leitões dos tratamentos DL e FL era composta por um alimento líquido (leite de substituição juntamente com alimento *pré-starter*) e um alimento *pré-starter* na forma sólida (seco). Como já referido na figura 9, os leitões de ambos os tratamentos sujeitos a aleitamento artificial, DL e FL, ingerem um alimento líquido cuja proporção de leite de substituição vai decrescendo e a proporção de alimento *pré-starter* vai sendo crescente ao longo do tempo. A ingestão de alimento *pré-starter* na forma sólida aumenta ao longo do tempo (quadro 16), com maior ênfase na terceira semana de aleitamento artificial (sensivelmente entre os 21 e os 28 dias de idade). Os leitões DL, durante as três semanas de aleitamento, tiveram uma ingestão média diária de alimento líquido menor que os leitões FL (3158 vs. 3277 g de MS). A ingestão de alimento *pré-starter* na forma sólida foi similar entre os leitões de ambos os tratamentos sujeitos a aleitamento artificial durante as primeiras duas semanas de aleitamento, na terceira semana a IMD de ambos os tratamentos foi substancialmente superior, sendo que os leitões DL ingeriram cerca de mais sete gramas por dia do que os leitões FL. Tendo em consideração a ingestão de alimento *pré-starter* na forma sólida e na forma líquida, os leitões do tratamento DL ingeriram quantidades similares aos leitões do tratamento FL durante a totalidade das 3 semanas de aleitamento artificial (2830 vs. 2839 g de MS).

Quadro 16 – Ingestão média diária (g de MS) por leitão nas 3 semanas de lactação, sensivelmente entre os 7 e os 28 dias de idade, do tratamento DL ('débeis com leite de substituição') e do tratamento FL ('fortes com leite de substituição').

| | Alimento líquido (g de MS) | | Alimento <i>pré-starter</i> na forma sólida (g de MS) |
|------------------|----------------------------|-----------------------------|--|
| | Leite | Alimento <i>pré-starter</i> | |
| 1ª semana | | | |
| DL | 63 | 23 | 8 |
| FL | 66 | 27 | 8 |
| 2ª semana | | | |
| DL | 58 | 93 | 7 |
| FL | 64 | 101 | 7 |
| 3ª semana | | | |
| DL | 30 | 218 | 74 |
| FL | 31 | 216 | 67 |

A 1ª semana representa a IMD dos 7 aos 13 dias de idade; 2ª semana: dos 14 aos 20 dias de idade; 3ª semana: dos 21 aos 28 dias de idade.

O quadro 17 apresenta os custos semanais do alimento consumido por cada leitão dos vários tratamentos. Como já referido anteriormente, devido ao reduzido número de observações, não foi possível efetuar a análise estatística deste parâmetro. Os custos com a alimentação das 'porcas-ama' dos 7 aos 28 dias de lactação são imputados aos leitões do tratamento DA, considerando que cada porca ingere diariamente 6,750 kg de alimento de lactação. Nos cálculos foi considerado que o leite de substituição tem um custo de 2,90 €/kg, o alimento *pré-starter* de 1,26 €/kg e o alimento de lactação das porcas de 0,37 €/kg. Para os valores de IMD de alimento *pré-starter* (na forma sólida) do tratamento DA são considerados os valores indicados pela equação $Y = 0,0044 X^{2,80}$ de Whitemore e Kyriazakis (2007b), que corresponde sensivelmente a uma IMD de 7 g aos 14 dias de idade (1ª semana), de 22 g aos 21 dias de idade (2ª semana) e de 50 g aos 28 dias de idade (3ª semana).

Como a IMD de alimento líquido foi ligeiramente superior nos leitões FL comparativamente aos leitões DL, consequentemente os custos relativos a estes componentes da dieta também são um pouco superiores nos leitões FL. Os custos relativos ao alimento *pré-starter* na forma sólida foi similar em todos os tratamentos na primeira semana do ensaio experimental, isto é, sensivelmente entre os 7 e os 13 dias de idade. Aproximadamente entre os 14 e os 20 dias de idade, os custos atribuídos ao alimento *pré-starter* na forma sólida foram cerca de 0,14 € superior no tratamento DA, comparativamente aos tratamentos DL e FL. Como já referido, os custos da alimentação da porca foram atribuídos aos leitões da sua ninhada, por conseguinte os custos semanais foram aumentando ao longo do tempo devido à mortalidade e consequente diminuição do número de leitões por

ninhada. Comparando os custos semanais de todos os componentes da dieta, comparativamente aos restantes tratamentos, os leitões FL acarretaram um custo superior nas primeiras duas semanas do ensaio (em média, entre os 7 e os 20 dias de idade). Na última semana do ensaio, aproximadamente entre os 21 e os 28 dias de idade, os leitões DL apresentaram um custo superior aos restantes tratamentos. Considerando o custo total das três semanas do ensaio experimental, os leitões DA implicaram um custo 22% e 26% inferior aos leitões DL e FL, respetivamente. Em termos teóricos, os custos com os leitões ‘fortes amamentados’ (FA) são similares aos custos calculados para os leitões ‘débeis amamentados’ (DA).

Quadro 17 – Custos semanais e da totalidade das 3 semanas de ensaio com a alimentação (€ por leitão) dos leitões do tratamento DL (‘débeis com leite de substituição’), do tratamento FL (‘fortes com leite de substituição’) e do tratamento DA (‘débeis amamentados’).

| | Alimento líquido | | Alimento <i>pré-starter</i> na forma sólida | Alimentação da porca | Total por semana | Total do ensaio |
|-----------------------|------------------|--------------------------------|---|-------------------------|---------------------|--------------------|
| | Leite | Alimento <i>pré-starter</i> | | | | |
| Trat. DL | | | | | | |
| <i>1ª semana</i> | 1,27 | 0,20 | 0,07 | - | 1,55 | 6,79 |
| <i>2ª semana</i> | 1,18 | 0,82 | 0,06 | - | 2,06 | |
| <i>3ª semana</i> | 0,61 | 1,92 | 0,65 | - | 3,18 | |
| Trat. FL | | | | | | |
| <i>1ª semana</i> | 1,34 | 0,24 | 0,07 | - | 1,66 | 7,03 |
| <i>2ª semana</i> | 1,29 | 0,89 | 0,06 | - | 2,24 | |
| <i>3ª semana</i> | 0,64 | 1,91 | 0,59 | - | 3,13 | |
| Trat. DA ou FA | | | | | | |
| <i>1ª semana</i> | - | - | 0,06 | 1,46 | 1,52 | 5,57 |
| <i>2ª semana</i> | - | - | 0,20 | 1,67 | 1,86 | |
| <i>3ª semana</i> | - | - | 0,44 | 1,75 | 2,19 | |

A 1ª semana representa os custos dos 7 aos 13 dias de idade; 2ª semana: dos 14 aos 20 dias de idade; 3ª semana: dos 21 aos 28 dias de idade.

Entre os 7 e os 28 dias de idade, os leitões sujeitos a aleitamento artificial (tratamentos DL e FL) não apresentaram qualquer mortalidade, enquanto a taxa de mortalidade dos leitões dos tratamentos DA e FA foi 17% e 6%, respetivamente. Segundo o teste de qui-quadrado, a taxa de mortalidade dos leitões dos 7 aos 28 dias de idade é dependente do tratamento ($P=0,0380$). Após o desmame não foi registada a mortalidade ocorrida. Durante todo o ensaio experimental, não ocorreram episódios de diarreia nos animais sujeitos a aleitamento artificial, nem comportamentos estereotipados muito evidentes.

1.4. Discussão

No início do ensaio experimental, aos 7 dias de idade, como pretendido, os leitões designados de ‘fortes’ (tratamentos FA e FL) possuem um peso superior ($P < 0,0001$) aos leitões ‘débeis’ (tratamentos DA e DL). Também os leitões FL, que são leitões originários de uma ninhada homogénea, com um elevado peso corporal, detêm um peso médio superior ($P > 0,05$) aos leitões FA. Uma semana após o início do ensaio, aos 14 dias de idade, é notável o impacto negativo do desmame³ no crescimento dos leitões FL, tendo agora um peso inferior ($P < 0,0001$) aos leitões FA. Este facto deve-se, possivelmente, à separação da progenitora, à alteração da dieta alimentar e à adaptação à ingestão de alimento em comedouro, como já documentado por Hessel *et al.* (2006). Orgeur *et al.* (2001) também registaram, uma semana após o início do estudo, menores pesos nos leitões desmamados aos 6 dias de idade, comparativamente aos leitões amamentados até mais tarde pelas suas progenitoras. Devido à manutenção das condições de aleitamento, com o benefício da diminuição do tamanho da ninhada, os leitões FA mantêm o seu elevado ritmo de crescimento e conseqüentemente são desmamados aos 21 dias (uma semana antes dos restantes tratamentos) com mais de 6,5 kg de peso vivo médio.

Price *et al.* (1994) consideram tardia uma adoção aos 7 dias de idade. Contudo, no nosso ensaio é notório o benefício da adoção para o crescimento dos leitões DA, que apresentaram um GMD de 175 gramas, entre os 7 e os 14 dias de idade. Este crescimento, considerado razoável para esta idade, deve-se à possibilidade que o leitão passou a ter de ingerir uma maior quantidade de leite, uma vez colocado numa ‘porca-ama’ com uma ninhada homogénea e com tetos disponíveis para todos os leitões. Comparando o crescimento na primeira semana de ensaio dos leitões DA com os leitões DL, nota-se que estes mantiveram a sua baixa performance de crescimento e ainda não alcançaram o GMD adequado para a idade, cerca de 180 g/dia segundo Pluske e Dong (1998).

Na segunda semana de aleitamento artificial, entre os 14 e os 21 dias de idade, os leitões DL e FL apresentaram um GMD numericamente superior à semana anterior, o que pode indicar que os animais já se familiarizaram com o sistema de aleitamento e com a diferente composição da dieta. Porém, aos 21 dias de idade, as diferenças de peso entre estes leitões e os leitões ‘amamentados’ (DL vs. DA e FL vs. FA) são ainda mais acentuadas do que em idades anteriores. Também Orgeur *et al.* (2001) e Wolleswinkel (2011) observaram

³ Devemos ter em atenção o significado do termo “desmame”. Este representa para os grupos FA e DA a separação da mãe e simultaneamente a perda do leite materno, respetivamente, aos 21 e aos 28 dias de idade. Já para os grupos FL e DL aplicam-se dois conceitos de desmame, por um lado a separação da mãe e perda do leite materno aos 7 dias de idade e, por outro lado, aos 28 dias de idade a perda do leite de substituição (aleitamento artificial).

uma maior discrepância, aos 21 dias de idade, entre o peso dos leitões criados com leite de substituição comparativamente aos leitões criados pelas suas progenitoras.

De acordo com Mason *et al.* (2003), os leitões mais pesados podem sofrer, após o desmame, uma maior carência nutritiva do que os leitões mais leves. No nosso ensaio, o GMD dos leitões FL, comparativamente aos leitões DL, foi também inferior nas duas primeiras semanas do estudo, embora sem significado estatístico. Contudo, entre os 21 e os 28 dias de idade, o GMD dos leitões FL já superou numericamente o GMD dos leitões DL, o que pode indicar que a partir deste momento os leitões FL já se encontram completamente adaptados ao sistema de aleitamento artificial e já conseguem expressar melhor o seu potencial de crescimento.

Os leitões do tratamento DA aos 28 dias de idade têm um peso similar aos leitões do tratamento FA aos 21 dias de idade, apesar das diferenças iniciais. O prolongamento da amamentação por mais uma semana permite aos leitões débeis alcançar pesos superiores a 6,5 kg antes do desmame. Consideramos assim que a adoção pode ser uma estratégia adequada para lidar com os leitões de peso inicial reduzido.

Aos 28 dias de idade, os pesos corporais médios diferem bastante entre tratamentos. Segundo Quiniou *et al.* (2002), os leitões com um baixo peso ao nascimento têm um menor GMD durante a fase de amamentação e, conseqüentemente, um menor peso ao desmame. Também verificamos, na comparação DA vs. FA e DL vs. FL um igual comportamento. Contudo, se efetuarmos a comparação entre os leitões FL e os leitões DA, estes apresentam um maior GMD ($P < 0,0001$), entre os 7 e os 21 dias, apesar do seu menor peso inicial. O reduzido crescimento dos leitões FL resulta, em nosso entender, da separação da sua progenitora e da necessidade de adaptação ao novo sistema de alimentação e à nova dieta. Os animais sujeitos a aleitamento artificial (tratamentos DL e FL) mostraram um menor GMD ($P < 0,0001$), entre os 7 e os 28 dias de idade, do que os animais amamentados pelas porcas (tratamentos DA e FA), o que concorda com os resultados de Orgeur *et al.* (2001) e Wolleswinkel (2011). Apesar de o aleitamento artificial influenciar negativamente o crescimento antes da transição para a recria, esta estratégia de manejo pode constituir uma ferramenta adequada para lidar com ninhadas numerosas.

Os dados obtidos na fase de recria, relativos ao GMD entre os 28 e os 49 dias, entre 49 e 91 dias e entre 28 e os 91 dias de idade, mostram que os leitões 'fortes' (tratamentos FA e FL) apresentam crescimentos superiores ($P < 0,0001$) aos leitões DL. Estes leitões parecem ser os que se encontram menos preparados para esta etapa, possivelmente devido ao seu baixo peso corporal e diminuta ingestão de alimento *pré-starter* na fase anterior, como sugerido por Bruininx *et al.* (2002). Contudo, os leitões DA, apesar do seu reduzido peso inicial, apresentam nestes períodos crescimentos similares aos restantes grupos.

Os leitões FL apresentaram um crescimento similar aos leitões FA, entre os 28 e os 91 dias de idade, apesar de no período anterior (entre os 7 e os 28 dias de idade) os leitões FA apresentarem ganhos significativamente maiores. Esta recuperação dos leitões FL deve-se, possivelmente, à sua maior ingestão de alimento *pré-starter* antes do desmame, principalmente na forma líquida, o que de acordo com Whittemore e Kyriazakis (2007b), prepara melhor o trato gastrointestinal para a fase seguinte. Kim *et al.* (2001) também registaram melhores performances de crescimento nos leitões desmamados precocemente alimentados com alimento *pré-starter* na forma líquida, comparativamente aqueles que ingeriram o mesmo alimento na forma sólida.

O GMD entre os 7 e os 91 dias de idade mostra que os leitões FA são os que têm uma melhor performance de crescimento, possivelmente devido ao seu elevado potencial de crescimento (elevado peso ao nascimento) e às suas condições de aleitamento (amamentados pela sua progenitora até aos 21 dias de idade). Entre os 7 e os 91 dias de idade, os leitões 'fortes com leite de substituição' (FL) têm um crescimento similar aos leitões 'débeis amamentados' (DA) (0,437 vs. 0,436, $P>0,05$)., Assim, o peso ao nascimento (ou, neste estudo, o peso aos 7 dias de idade) parece ter um efeito mais acentuado nas performances de crescimento dos leitões, do que as dificuldades de perda da mãe e do leite materno e de adaptação ao aleitamento artificial. Wolter *et al.* (2002) também referem que o peso ao nascimento tem um impacto substancialmente maior, na performance dos leitões após o desmame, do que o aumento da ingestão de nutrientes durante a fase de amamentação.

Segundo Whittemore e Kyriazakis (2007b), os leitões alimentados pelas suas progenitoras ingerem diariamente entre 10 a 30 gramas de alimento entre os 14 e os 21 dias de idade, e mais de 60 gramas por dia na quarta semana de vida. A IMD de alimento *pré-starter* na forma sólida dos leitões DL e dos leitões FL é semelhante e concorda com os resultados referidos por Whittemore e Kyriazakis (2007b). Kuller *et al.* (2007) indica que os leitões aumentam a sua ingestão de alimento *pré-starter* quando a produção de leite materno diminui. Assim, os leitões em aleitamento artificial, ao ingerirem iguais quantidades de alimento *pré-starter* na forma sólida, parecem indicar que conseguem através da ingestão de alimento líquido satisfazer as suas necessidades.

Os custos relativos à alimentação dos animais representam mais de 50% dos custos totais da sua produção (CE, 2009), por isso é também importante conhecer os custos com a alimentação dos leitões sujeitos a aleitamento artificial comparativamente aos leitões amamentados. Em termos gerais os leitões sujeitos a aleitamento artificial, em cada classe de peso, apresentam aos 165 dias de idade, iguais pesos que os leitões amamentados ($P>0,05$; FL=110,3 vs. FA=112,5 e DL=101,8 vs. DA=107,1). O aleitamento artificial

pressupõe acréscimos no custo de produção (Quadro 17). Contudo, os leitões sujeitos a aleitamento artificial (supranumerários), desde os 7 dias de idade, poderiam morrer ou apresentar piores performances, caso permanecessem com as mães. Assim, apesar do peso de abate ser apenas diferente entre os leitões DL e FA, o acréscimo de custos de cerca de 1,5 € parece apontar para a viabilidade do aleitamento artificial como uma prática de manejo a considerar na gestão de ninhadas numerosas.

Jultved (2004) refere que a mortalidade antes do desmame ronda, em média, os 13,3%, pelo que a taxa de mortalidade do tratamento DA entre os 7 e os 28 dias de idade foi elevada (17%), principalmente contrastando com a taxa de mortalidade nula dos tratamentos sujeitos a aleitamento artificial (tratamentos DL e FL). O aleitamento artificial parece assim, ser um dos métodos possíveis para reduzir a mortalidade dos leitões supranumerários.

Os resultados alcançados pelos animais sujeitos a aleitamento artificial poderão ser superiores, se o sistema de distribuição de alimento for melhorado. Para alcançar este objectivo Widowski (2005) propõe um dispositivo de alimentação que permita a sucção de todos os leitões em simultâneo ('úbere artificial'), com o intuito de reduzir significativamente os comportamentos estereotipados e facilitar a socialização dos leitões criados com leite de substituição.

1.5. Considerações finais

Da análise deste trabalho, podemos concluir ser possível desmamar leitões com 7 dias de idade e alimentá-los com um alimento líquido (leite de substituição juntamente com alimento *pré-starter*) e um alimento *pré-starter* na forma sólida. Verifica-se também que o aleitamento artificial reduz a mortalidade dos leitões supranumerários dos 7 aos 28 dias de idade. Por seu lado, a adoção de leitões com 7 dias de idade pode constituir uma técnica de manejo para lidar com leitões de baixo peso. Os animais sujeitos a aleitamento artificial (tratamentos DL e FL) alcançaram um menor GMD entre os 7 e os 28 dias de idade do que os animais amamentados pelas porcas (tratamentos DA e FA). O alimento líquido (leite de substituição juntamente com alimento *pré-starter*) estimula a ingestão de alimento *pré-starter* antes do desmame, o que permite uma melhor adaptação à alimentação pós-desmame. Assim, os leitões FL sofrem um menor impacto com o processo de desmame, recuperando e apresentando um GMD após o desmame igual ao grupo FA. O peso ao nascimento (ou, neste estudo, o peso aos 7 dias de idade) tem um efeito mais acentuado nas performances de crescimento dos leitões, do que as dificuldades inerentes ao aleitamento artificial.

Os resultados apresentados neste estudo indicam que a adoção por uma 'porca-ama' e o aleitamento artificial são duas estratégias de manejo para lidar com as ninhadas numerosas, parecendo mais favorável a adoção para os leitões de baixo peso e o aleitamento

artificial para os leitões de elevado peso corporal. Assim, sugere-se que para a gestão de ninhadas numerosas, seja desmamada precocemente uma ninhada de leitões bem desenvolvidos que são colocados em aleitamento artificial, e a sua progenitora adote os leitões débeis recolhidos no lote de porcas.

Ensaio futuros devem alargar a amostra em estudo, testar diferentes dispositivos para a distribuição de alimento, Devem também tentar elucidar a composição e as proporções mais adequadas de leite de substituição e de alimento *pré-starter*, que permitam satisfazer as necessidades alimentares dos leitões, de forma a que estes exprimam todo o seu potencial de crescimento.

2. Ensaio 2

2.1. Introdução

A rápida evolução da prolificidade nas últimas décadas não foi acompanhada por um aumento similar na capacidade de produção de leite por parte da porca. A maior prolificidade das porcas gera leitões com um menor peso ao nascimento, que se defrontam com uma maior competição pelo úbere e com uma menor quantidade de leite disponível, ocasionando assim menores pesos ao desmame. Pluske *et al.* (1995) apontam a composição e a disponibilidade do leite como os dois principais fatores que influenciam o crescimento dos leitões amamentados pelas porcas. Harrell *et al.* (1993), citados por Pluske e Dong (1998), indicam que a produção de leite se torna limitante para o leitão próximo dos 7-10 dias de idade e que a diferença entre necessidade e a disponibilidade aumenta progressivamente com o decorrer da lactação. Assim, o objectivo deste ensaio foi avaliar o efeito da suplementação dos leitões, que permaneceram com as suas progenitoras, com leite de substituição e alimento *pré-starter* apresentados na forma líquida e/ou sólida, nas suas prestações zootécnicas. No ensaio anterior havíamos apenas testado os efeitos da amamentação artificial com leite de substituição em leitões separados das suas progenitoras.

2.2. Material e Métodos

Este ensaio decorreu na Unidade Experimental de Suinicultura da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Apesar de ser uma unidade experimental, as instalações, as condições ambientais e o manejo desta exploração não são os mais adequados. Os dados utilizados no presente trabalho foram recolhidos entre Fevereiro e Maio de 2013.

2.2.1. Animais

– Porcas

Este estudo envolveu 15 porcas, do genótipo convencional de produção intensiva de suínos, ou seja, porcas F1 (*Large White* × *Landrace*). Não foi executada nenhuma alteração no manejo usualmente seguido na exploração, com a exceção da aplicação dos tratamentos aos leitões.

– Leitões

Quinze ninhadas, cerca de 150 leitões, descendentes do cruzamento de (LW×LR)×(Pi) foram distribuídas aleatoriamente por dois tratamentos: “Não suplementados” (8 ninhadas) e “Suplementados” (7 ninhadas). O tratamento “Suplementados” teve acesso a um alimento líquido como suplemento do leite materno, contrariamente ao tratamento “Não

suplementados”, que constituiu o grupo controlo. Às vinte e quatro horas pós-parto, os leitões foram identificados através da colocação de um brinco numerado no pavilhão auricular e pesados numa balança de precisão. Foram novamente pesados, em média, aos 7, 14, 25 e 42 dias de idade. Os leitões de ambos os tratamentos foram desmamados, em média, aos 25 dias de idade.

Devido ao maneo usual da exploração, foram retirados determinados leitões das ninhadas, que foram adotados por outras porcas do mesmo tratamento. Todos os leitões foram retirados 24 horas após o nascimento e a sua escolha foi feita com o intuito de que os leitões tivessem um tamanho similar ao dos leitões das ninhadas das 'porcas-ama' (estimado por apreciação visual das ninhadas de acolhimento). Após esta prática de maneo, as ninhadas do tratamento 'não suplementados' tinham, em média, 9,0 leitões, enquanto o tratamento 'suplementados' possuía, em média, 9,4 leitões/ninhada.

2.2.2. Instalações

Os partos e lactações decorreram em 3 salas de maternidade, com 3 maternidades cada. Cada maternidade dispunha de uma jaula de parto de tamanho fixo. As salas de maternidade não eram termicamente controladas. Os leitões dispunham apenas de uma lâmpada de infravermelhos de 175W, suspensa, colocada dentro da maternidade lateralmente à cabeça da porca. Tanto a zona da porca, como a zona dos leitões possuía um piso parcialmente ripado com grelha metálica. A limpeza das instalações era feita apenas uma vez por dia.

Após o desmame, os leitões foram alojados em salas de recria, com condições térmicas similares às salas de maternidade, em grupos de 15 leitões por parque (separando os tratamentos) e alimentados em regime *ad libitum* com um alimento composto na forma sólida adequado à sua idade.

2.2.3. Maneio Alimentar

– Porcas

As porcas foram alimentadas duas vezes por dia (às 8:00 e às 16:00), com cerca de 3 kg (total diário igual a 6 kg) de um alimento composto de gestação/lactação. O alimento de gestação/lactação era granulado e continha por kg, 130 g de proteína bruta, 70 g de fibra bruta, 65 g de gordura gruta e 6 g de lisina (quadro 18). As ingestões individuais das porcas durante os períodos de gestação e de lactação não foram quantificadas. Quer as porcas quer os leitões dispunham permanentemente de água potável *ad libitum* através de tetinas existentes nas maternidades.

– *Leitões*

Até aos quatro dias de idade, em média, as oito ninhadas do tratamento ‘Não suplementados’ (75 leitões) e as sete ninhadas do tratamento ‘Suplementados’ (75 leitões) foram apenas alimentadas pelas suas progenitoras. Aos quatro dias de idade, em média, as sete ninhadas do tratamento ‘Suplementados’ começaram a ter disponível leite de substituição num comedouro de aço inox (ver figura 11; alimento líquido), para suplementar a sua ingestão de leite materno. O leite de substituição (comercial) recomendado para leitões continha por cada quilograma 213 g de proteína bruta, 105 g de gordura bruta e 17 g de lisina (quadro 18). O leite de substituição, entre outros ingredientes, era composto por soro de leite em pó, farinha de plasma de suíno, óleo de palma, proteína de soro em pó, amido de trigo, concentrado de proteína de soja, sacarose e óleo de coco. O leite de substituição em pó era reconstituído a cada refeição, segundo a recomendação do fornecedor, com a diluição de 150 g de leite em pó em um litro de água morna. Este leite de substituição era distribuído manualmente todos os dias, de hora a hora das 8 h às 18 h, de forma a estar sempre disponível. Todos os dias de manhã era registada a quantidade de refugo, e de seguida lavado o comedouro e distribuído novamente leite de substituição recém-reconstituído.



Figura 11 – Comedouros em aço inox do alimento *pré-starter* na forma sólida (esquerda) e do alimento líquido (direita).

A partir dos 10 dias de idade, a esse leite de substituição começou a ser adicionada uma porção de alimento *pré-starter* mantendo-se a diluição em um litro de água, ou seja, aumentando o teor em matéria seca deste alimento líquido. Este mesmo alimento *pré-starter* era já disponibilizado aos leitões num comedouro, na forma sólida, desde os 7 dias de idade (figura 11). Com o decorrer do crescimento dos leitões, as proporções de leite de substituição e de alimento *pré-starter* foram sendo alteradas, como se pode observar na figura 12. A figura

12 apresenta também as linhas de tendência, e respetivas equações, que descrevem a relação entre cada componente do alimento líquido e a idade dos animais.

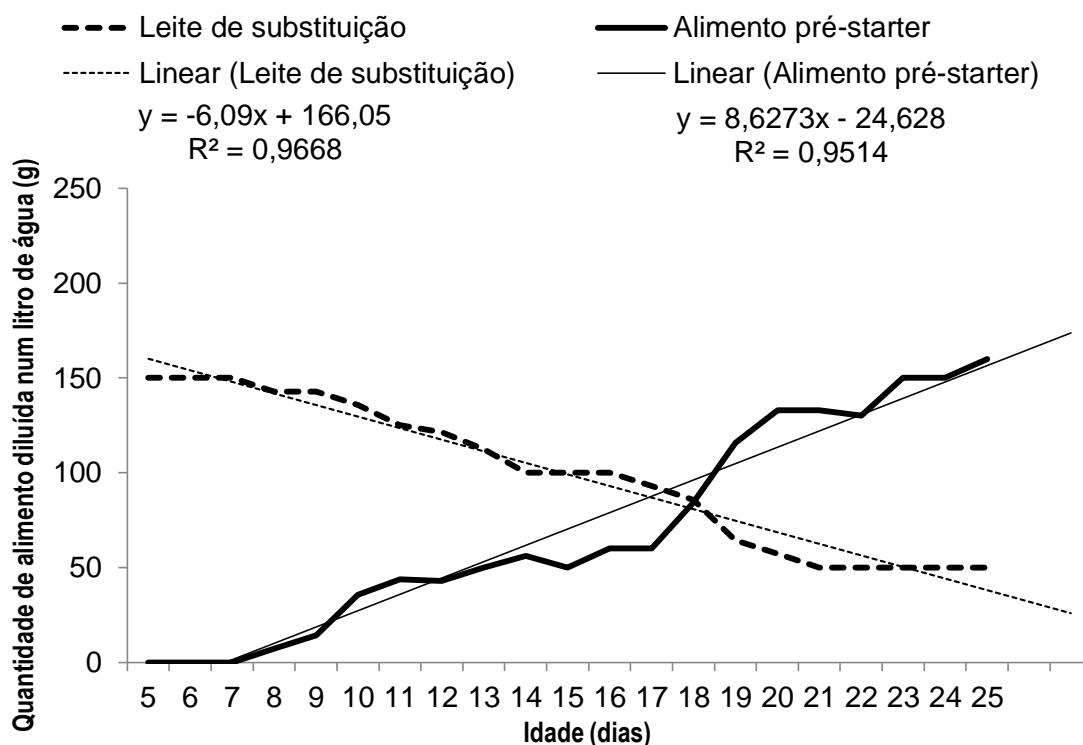


Figura 12 – Evolução da quantidade de leite de substituição (gramas) e alimento *pré-starter* (gramas) diluídas em um litro de água, que constitui a alimentação líquida dos leitões do tratamento ‘suplementados’ dos 4 aos 25 dias de idade.

Nas equações das linhas de tendência, y representa a quantidade de alimento (g) diluída em um litro de água, enquanto x representa a idade (dias) dos leitões.

A partir dos 7 dias de idade, os leitões de ambos os tratamentos passaram a ter disponível num comedouro um alimento *pré-starter* na forma sólida (ver figura 11) com 185 g de proteína bruta, 45 g de gordura e 15 g de lisina, por cada quilograma de alimento (quadro 18). A administração era efetuada uma vez por dia e as quantidades ajustadas de acordo com o consumo por parte dos leitões, sendo registado semanalmente o seu refugo.

Quadro 18 – Composição dos alimentos do ensaio 2.

| Componente Analítico (% MS) | Alimento <i>pré-starter</i> (farinado) | Leite de substituição (em pó) | Alimento de gestação/lactação (granulado) |
|--|---|--|--|
| Proteína bruta | 18,5 | 21,3 | 13,0 |
| Gordura bruta | 4,5 | 10,5 | 6,5 |
| Fibra bruta | 2,1 | 0,2 | 7,0 |
| Cinza bruta | 6,1 | 9,0 | 9,0 |
| Cálcio | 0,7 | - | 0,90 |
| Sódio | 0,25 | 0,9 | 0,20 |
| Fósforo | 0,6 | - | 0,64 |
| Lisina | 1,5 | 1,7 | 0,60 |
| Metionina | 0,5 | 0,5 | 0,22 |

2.2.4. Análise estatística

Todos os dados foram analisados com a utilização do *software* estatístico JMP, versão 7.0 (SAS, 2007). Para comparação entre tratamentos, foram realizadas análises de variância (ANOVA) utilizando o tratamento e o peso às 24 horas de vida como efeitos fixos, para os seguintes parâmetros: peso médio dos leitões aos 7, 14, 21 e 42 dias de idade e o ganho médio diário nesse período de tempo. Não foi considerada nesta análise a interação entre a variável tratamento e a variável peso às 24 horas de vida, pois esta não apresentava diferenças estatísticas. Para a comparação entre tratamentos da ingestão média diária de alimento *pré-starter* na forma sólida foi realizada a análise de variância (ANOVA) considerando apenas o tratamento como efeito fixo. As diferenças foram consideradas significativas para $P < 0,05$. Exceto quando mencionado em contrário, todos os valores apresentados correspondem a médias dos quadrados mínimos.

A evolução da proporção de leite de substituição e alimento *pré-starter* que constituem o alimento líquido do tratamento ‘suplementados’, assim como as suas respectivas linhas de tendência e equações que descrevem essas linhas foram calculadas pelo Microsoft Excel® 2013. Foi considerado que o modelo se ajustava à amostra quando coeficiente de determinação (R^2) era superior a 0,95. A dispersão dos dados relativos ao peso dos animais (dos 1 aos 42 dias de idade) e as linhas de tendência entre o peso e a idade dos leitões de ambos os tratamentos foram concebidas pelo Microsoft Excel® 2013.

2.3. Resultados e Discussão

Apesar da escolha aleatória das ninhadas, os animais do tratamento 'suplementados' apresentaram um peso às 24 horas de vida significativamente superior aos animais do tratamento 'não suplementados' (ver quadro 19). Segundo Quiniou *et al.* (2002), o peso ao nascimento influencia o ganho médio diário durante a fase de amamentação, pós-desmame e engorda. Assim, consideramos o peso às 24 horas de vida como co-variável na análise estatística das performances de crescimento dos animais de ambos os tratamentos.

Quadro 19 – Peso médio (kg) às 24 horas de vida dos leitões 'não suplementados' e 'suplementados' com leite de substituição.

| Tratamento | n | Peso às 24 horas de vida ¹ |
|--------------------------|----|---------------------------------------|
| Não suplementados | 75 | 1,494 ± 0,428 |
| Suplementados | 75 | 1,636 ± 0,341 |
| Valor de P | | 0,0267* |

¹média ± desvio-padrão

*Valores estatisticamente diferentes (P<0,05).

Assim como no estudo de Wolter *et al.* (2002), os leitões do nosso ensaio tiveram acesso a leite de substituição em comedouros, desde os 4 dias de idade até ao desmame (aos 25 dias de idade). Considerando como co-variável o peso às 24 horas após o nascimento, como se pode observar no quadro 20, os leitões de ambos os tratamentos apresentaram pesos similares (P>0,05) em todas as idades consideradas. Estes resultados contrariam os observados por Azain *et al.* (1996), Dunshea *et al.* (1999) e Wolter *et al.* (2002) que indicaram que, ao desmame, os leitões suplementados com leite de substituição apresentam um peso significativamente superior aos leitões não suplementados. Os nossos animais apresentaram performances diferentes de outros estudos, possivelmente, devido a problemas de manejo e de qualidade higio-sanitária da exploração, que originaram um surto de colibacilose que decorreu durante o período do ensaio.

Quadro 20 – Peso médio ajustado (kg) dos leitões ‘suplementados’ e ‘não suplementados’ com leite de substituição aos 7, 14, 21 e 42 dias de idade, considerando o peso às 24 horas após o nascimento como co-variável.

| Tratamento | Peso (kg) | | | | | | | |
|--------------------------|-----------|----------|----|----------|----|----------|----|---------|
| | n | 7 dias | n | 14 dias | n | 21 dias | n | 42 dias |
| Não suplementados | 74 | 2,815 | 73 | 4,307 | 70 | 5,745 | 60 | 8,395 |
| Suplementados | 73 | 2,700 | 71 | 4,191 | 67 | 5,829 | 55 | 8,544 |
| Valor de P | | | | | | | | |
| Tratamento | | 0,1276 | | 0,455 | | 0,7083 | | 0,7779 |
| Peso 24h | | <0,0001* | | <0,0001* | | <0,0001* | | 0,0077* |

*Valores estatisticamente diferentes ($P < 0,05$).

O crescimento dos leitões de ambos os tratamentos entre o primeiro e o sétimo dia de idade, entre os 7 e os 14 dias de idade, assim como entre os 21 e os 42 dias de idade não apresentaram diferenças significativas (ver quadro 21). Apenas entre os 14 e os 21 dias de idade, o GMD dos leitões suplementados foi tendencialmente ($P=0,1031$) superior ao dos leitões não suplementados. Assim, pode-se inferir que a suplementação com leite de substituição (alimento líquido correspondente a leite de substituição juntamente com alimento *pré-starter*) revela de forma mais evidente o seu efeito a partir do momento em que os leitões aumentam as suas necessidades alimentares, aproximadamente a partir dos 14 dias de idade, como referido por Harrell *et al.* (1993), citados por Pluske e Dong (1998). Estes autores consideram que a produção de leite se torna limitante para o leitão próximo dos 7-10 dias de idade e que a diferença entre necessidade e a disponibilidade aumenta progressivamente com o decorrer da lactação.

O ganho médio diário da fase de aleitamento (1-21 dias de vida) dos leitões ‘suplementados’ foi de apenas 217 g/dia, ou seja, inferior ao registado por vários autores (Sarkar *et al.*, 1981; Azain *et al.*, 1996; Dunshea *et al.*, 1999), que varia entre 226 e 291 g/dia. No nosso ensaio experimental, o aumento no GMD (1-21 dias de vida) devido à suplementação foi de apenas 2%, considerando como co-variável o peso às 24 horas após o nascimento, contrastando com os ganhos de 10 a 39% alcançados noutros estudos (Sarkar *et al.*, 1981; Azain *et al.*, 1996; Dunshea *et al.*, 1999).

O crescimento pós-desmame de ambos os tratamentos ronda os 120 g/dia entre os 21 e os 42 dias de idade, o que é muito inferior ao esperado para este período, como consequência do surto de *colibacilose* ocorrido.

Quadro 21 – Ganho médio diário ajustado (kg) dos leitões ‘suplementados’ e ‘não suplementados’ com leite de substituição em vários intervalos entre 1 e 42 dias de idade, considerando o peso às 24 horas após o nascimento como co-variável.

| Tratamento | Ganho médio diário (kg) | | | | | | | | | |
|--------------------------|-------------------------|----------|----|-----------|----|---------------------|----|-----------|----|------------|
| | n | 1-7 dias | n | 7-14 dias | n | 14-21 dias | n | 1-21 dias | n | 21-42 dias |
| Não suplementados | 74 | 0,206 | 73 | 0,211 | 73 | 0,205 | 70 | 0,208 | 60 | 0,115 |
| Suplementados | 73 | 0,187 | 71 | 0,211 | 69 | 0,234 | 67 | 0,212 | 55 | 0,121 |
| Valor de P | | | | | | | | | | |
| Tratamento | | 0,1276 | | 0,9939 | | 0,1031 [▫] | | 0,7083 | | 0,7513 |
| Peso 24h | | 0,0314* | | 0,0302* | | <0,0001* | | <0,0001* | | 0,6858 |

*Valores estatisticamente diferentes (P<0,05).

▫Tendência estatística (P ≈ 0,10).

A figura 13 apresenta a relação entre o peso (kg; não ajustado ao peso às 24 horas de vida) e a idade (dias) dos leitões ‘suplementados’ e ‘não suplementados’. Nesta figura também é observável a dispersão de pesos de ambos os tratamentos e as linhas de tendência (com as respetivas equações) do crescimento dos animais. Estas revelam um coeficiente de determinação relativamente baixo, em resultado da elevada dispersão dos dados. Este facto é, provavelmente, um dos resultados dos problemas sanitários verificados.

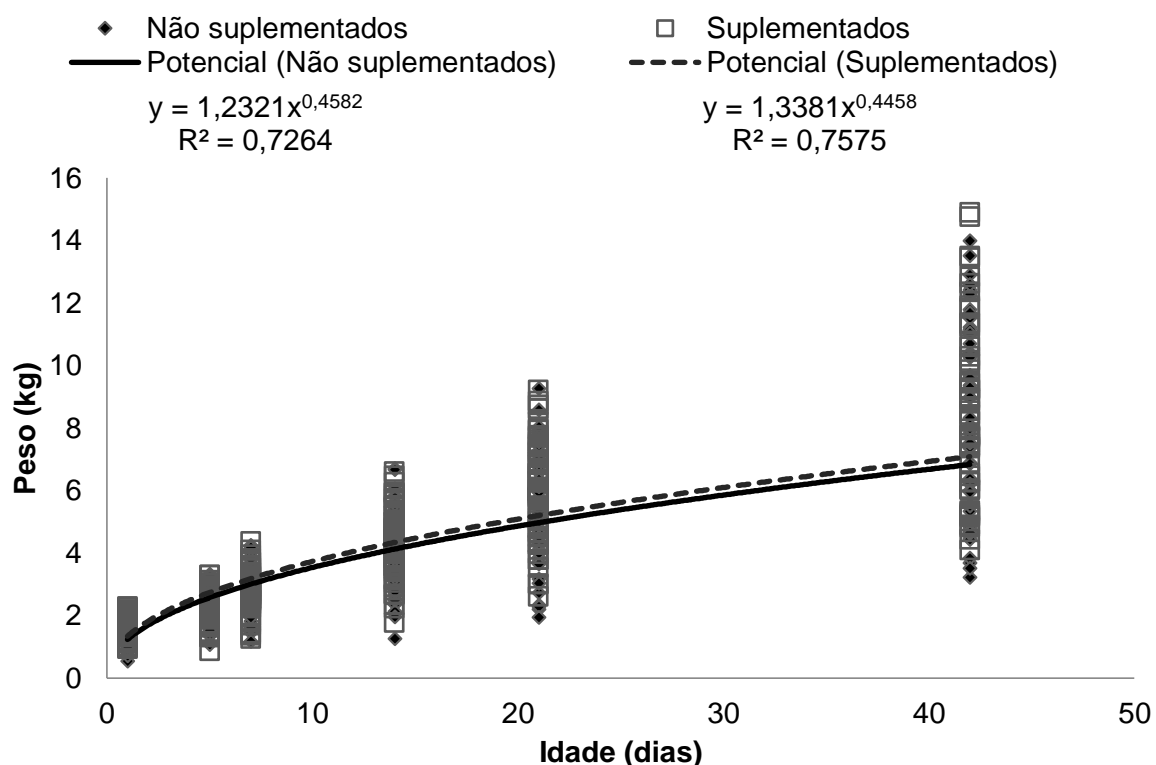


Figura 13 – Relação entre o peso e a idade (dos 1 aos 42 dias) dos leitões ‘suplementados’ e ‘não suplementados’ com leite de substituição a partir dos 4 dias de idade.

Apenas se registou durante 1ª semana em que os animais tiveram acesso a alimento *pré-starter* na forma sólida, sensivelmente entre os 7 e os 14 dias de idade, uma IMD significativamente superior nos leitões não suplementados com alimento líquido comparativamente aos leitões suplementados com este alimento. Contudo, a ingestão média diária de alimento *pré-starter* na forma sólida durante as 3 semanas de lactação foi muito reduzida nos animais de ambos os tratamentos (Quadro 22), ficando muito longe do geralmente registado. Whittemore e Kyriazakis (2007b) indicam uma IMD de alimento sólido de 10 a 30 gramas de alimento entre os 14 e os 21 dias de idade, e mais de 60 gramas por dia na quarta semana de vida. A ingestão média de alimento líquido (leite de substituição juntamente com alimento *pré-starter*) por parte dos leitões ‘suplementados’ durante as 3 semanas de tratamento foi de cerca de 9 g de MS dia⁻¹ leitão⁻¹, o que é muito inferior ao indicado noutros estudos (Sarkar *et al.*, 1981; Azain *et al.*, 1996; Dunshea *et al.*, 1999) que apresentam valores entre 20 e 66 g de MS dia⁻¹ leitão⁻¹. Este resultado também explica as baixas performances dos animais do tratamento ‘suplementados’. King *et al.* (1998), citados por King e Pluske (2003), já haviam mostrado que quando a ingestão de leite de substituição suplementar é muito reduzida, o conseqüente efeito no crescimento pode ser marginal. Estes reduzidos consumos de alimento podem dever-se, possivelmente, às inadequadas condições térmicas e sanitárias da exploração e aos erros de maneoio. As elevadas taxas de mortalidade pós-desmame nos dois tratamentos vêm reforçar a ideia anteriormente apresentada (quadro 23). Assim, pode-se indicar que a suplementação com leite de substituição deve ser realizada em condições higio-sanitárias adequadas, dada a fácil e rápida deterioração deste alimento.

Quadro 22 – Ingestão média diária (g de MS) por leitão nas 3 semanas de lactação, sensivelmente entre os 4 e os 25 dias de idade, do tratamento ‘suplementados’ e ‘não suplementados’.

| | | | Suplementados | Não suplementados | Valor de P |
|---|-----------------------------|-----------|---------------|-------------------|------------|
| Alimento líquido | Leite de substituição | 1ª semana | 5,09 | - | - |
| | | 2ª semana | 7,01 | - | - |
| | | 3ª semana | 3,01 | - | - |
| | Alimento <i>pré-starter</i> | 1ª semana | 0,37 | - | - |
| | | 2ª semana | 4,54 | - | - |
| | | 3ª semana | 6,85 | - | - |
| Alimento <i>pré-starter</i> na forma sólida | 1ª semana | 3,08 | 8,96 | 0,0006* | |
| | 2ª semana | 8,19 | 6,35 | 0,3091 | |
| | 3ª semana | 14,01 | 30,05 | 0,1648 | |

Alimento líquido: a 1ª semana representa IMD entre os 4 e os 11 dias de idade; 2ª semana: entre os 12 e os 18 dias de idade; 3ª semana: entre os 19 e os 25 dias de idade.

Alimento *pré-starter* na forma sólida: a 1ª semana representa IMD entre os 7 e os 11 dias de idade; 2ª semana: entre os 12 e os 18 dias de idade; 3ª semana: entre os 19 e os 25 dias de idade.

*Valores estatisticamente diferentes (P<0,05).

O quadro 23 aponta as elevadas taxas de mortalidade do ensaio experimental até aos 42 dias de idade devido ao problema sanitário ocorrido, especialmente após o desmame. Antes do desmame (1^o ao 25^o dia de idade), o tratamento ‘não suplementados’ sofreu uma taxa de mortalidade de 7%, enquanto o tratamento ‘suplementados’ registou 11%. Assim, inversamente ao registado por Wolter *et al.* (2002), que aponta uma tendência de redução da mortalidade antes do desmame nos leitões suplementados, o nosso estudo apresentou uma igual taxa de mortalidade entre ambos os tratamentos. Da mesma forma, também no período pós-desmame não verificámos quaisquer diferenças entre o tratamento ‘suplementados’ e o tratamento ‘não suplementados’ (27% vs. 20%; $P > 0,05$), sendo em ambos os casos valores muito elevados. Os valores de mortalidade tão elevados resultam sobretudo da mortalidade após o desmame, o que não é comum, resultando esse facto dos problemas sanitários ocorridos.

Quadro 23 – Mortalidade dos animais do ensaio 2 do 1^o ao 42^o dia de vida.

| Tratamento | Mortalidade | | |
|-------------------------------|---|------------------------------------|---|
| | Do 1 ^o ao 25 ^o dia de vida | Do desmame aos 42 dias de idade | Do 1 ^o ao 42 ^o dia de vida |
| Não suplementados | 5 (7%) | 10 (14%) | 15 (20%) |
| Suplementados | 8 (11%) | 12 (18%) | 20 (27%) |
| Valor de P¹ | 0,5633 | 0,6446 | 0,4403 |

¹ De acordo com o teste de Fisher (mais recomendado para tabelas 2x2).

2.4. Considerações finais

As performances de crescimento e a ingestão de alimento líquido apresentadas pelos leitões ‘suplementados’ são muito inferiores às alcançadas por outros autores em estudos similares. Contudo, ainda é visível uma tendência para a suplementação com leite de substituição (alimento líquido) produzir efeitos quando os leitões aumentam as suas necessidades alimentares, nomeadamente a partir dos 14 dias de idade.

Em ensaios futuros será necessário aumentar a amostra em estudo, melhorar o controlo sanitário dos animais e os dispositivos para distribuição de ambos os alimentos, sobretudo para prevenir o desperdício e, no caso do alimento líquido, ter em atenção a higiene e as condições de conservação. Deve ainda ser avaliada a composição do alimento líquido e a sua adequação aos animais em estudo.

III. Considerações gerais

Os resultados apresentados no primeiro estudo indicam que a adoção e o aleitamento artificial são duas estratégias de manejo para lidar com ninhadas numerosas, parecendo mais favorável a adoção para os leitões de baixo peso e o aleitamento artificial para os leitões bem desenvolvidos.

Os resultados do segundo ensaio mostram uma tendência dos efeitos positivos da suplementação com leite de substituição nos leitões que permanecem com a porca, quando estes aumentam as suas necessidades alimentares, nomeadamente a partir dos 14 dias de idade, sendo possível melhorar o seu peso ao desmame.

Em estudos futuros deve ser aprofundada a avaliação dos efeitos dos vários métodos de aleitamento em estudo, apreciando-se a composição da dieta e novos dispositivos de distribuição de alimento, numa amostra mais representativa.

IV. Bibliografia

- Agricultural Research Council (ARC). (1981). The Nutrient Requirements of Pigs. Commonwealth Agricultural Bureau, Slough, UK.
- Andersen, I. L., Berg, S. e Bøe, K. E. (2005). Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*)—purely accidental or a poor mother?. *Applied Animal Behaviour Science* 93(3-4): 229-243.
- Andersen, I. L., Haukvik, I. A. e Bøe, K. E. (2009). Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. *Animal* 3(4): 592-597.
- Alston-Mills, B., Iverson, S. J., e Thompson, M. P. (2000). A comparison of the composition of milks from Meishan and crossbred pigs. *Livestock Production Science*, 63(1), 85-91.
- Auldist, D. E., Stevenson, F. L., Kerr, M. G., Eason, P., e King, R. H. (1997). Lysine requirements of pigs from 2 to 7 kg live weight. *Animal Science*, 65(3), 501-508
- Auldist, D. E., Morrish, L., Eason, P. e King, R. H. (1998). The influence of litter size on milk production of sows. *Animal Science* 67(02): 333-337.
- Auldist, D. E., Carlson, D., Morrish, L., Wakeford, C. M., e King, R. H. (2000). The influence of suckling interval on milk production of sows. *Journal of Animal Science*, 78(8), 2026-2031.
- Averette, L. A., Odle, J., Monaco, M. H., e Donovan, S. M. (1999). Dietary fat during pregnancy and lactation increases milk fat and insulin-like growth factor I concentrations and improves neonatal growth rates in swine. *The Journal of Nutrition*, 129(12), 2123-2129.
- Azain, M. J., Tomkins, T., Sowinski, J. S., Arentson, R. A. e Jewell, D. E. (1996). Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. *Journal of Animal Science* 74: 2195-2202.
- Baxter, E. M., Jarvis, S., D'Eath, R. B., Ross, D. W., Robson, S. K., Farish, M., Nevison, I. M., Lawrence, A. B. e Edwards, S. A. (2008). Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. *Theriogenology* 69(6): 773-783.
- Baxter, E. M., Jarvis, S., Sherwood, L., Robson, S. K., Ormandy, E., Farish, M., Smurthwaite, K. M., Roehe, R., Lawrence, A. B. e Edwards, S. A. (2009). Indicators of piglet survival in an outdoor farrowing system. *Livestock Science* 124(1): 266-276.
- 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. e Lawrence, A. B. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare* 22(2): 219-238.
- Bérard, J., Kreuzer, M. e Bee, G. (2008). Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. *Journal of Animal Science* 86(9): 2357-2368.
- Bergstrom, J. R., Potterm, M. L., Tokach, M. D., Henry, S. C., Dritz, S. S., Nelssen, J. L., Goodband, R. D. e DeRouchey, J. M. (2009). Effects of Piglet Birth Weight and Litter Size on the Prewaning Growth Performance of Pigs on a Commercial Farm. In *KSU Swine Res. Rep.*, 1-7 Manhattan: Kansas State University.
- Bierhals, T., Heim, G., Piuco, P., Wentz, I. e Bortolozzo, F. P. (2010). Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. *Acta Scientiae* 38(1): 141-157.
- Bishop, J. A. (2011). Effects of cross fostering on growth and survival in swine. In *Animal Science*, Vol. Master of Science, 88 Raleigh, North Carolina: North Carolina State University.
- Black, J. L., Mullan, B. P., Lorsch, M. L. e Giles, L. R. (1993). Lactation in the sow during heat stress. *Livestock Production Science* 35(1-2): 153-170.
- Boyd, R. D., Moser, B. D., Lewis, A. J., Peo Jr, E. R., Johnson, R. K., e Nimmo, R. D. (1981). Effect of maternal dietary energy source on glucose homeostasis, liver glycogen and carcass lipid in the neonatal pig. *Journal of Animal Science* 53(5): 1316-1324
- Bruininx, E. M. A. M., Binnendijk, G. P., Van der Peet-Schwering, C. M. C., Schrama, J. W., Den Hartog, L. A., Everts, H., e Beynen, A. C. (2002). Effect of creep feed consumption

- on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. *Journal of Animal Science*, 80(6), 1413-1418.
- Cabrera, R. A., Boyd, R. D., Jungst, S. B., Wilson, E. R., Johnston, M. E., Vignes, J. L. e Odle, J. (2010). Impact of lactation length and piglet weaning weight on long-term growth and viability of progeny. *Journal of Animal Science* 88(7): 2265-2276.
- Cabrera, R. A. (2011). Improving Early Postnatal Piglet Health, Growth and Development: Effects of Supplemental Milk Replacer, IgG, Glutamine and Glutamic Acid. North Carolina State University.
- Camargo, E. G., Rego, J. C. C., Dias, L. T. e Teixeira, R. d. A. (2013). Effects of cross-fostering on performance of piglets. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 14: 142-148.
- Canario, L., Billon, Y., Caritez, J. C., Bidanel, J. P. e Laloë, D. (2009). Comparison of sow farrowing characteristics between a Chinese breed and three French breeds. *Livestock Science* 125(2-3): 132-140.
- Casellas, J., Noguera, J. L., Varona, L., Sánchez, A., Arqué, M. e Piedrafita, J. (2004a). Viability of Iberian x Meishan F2 newborn pigs. II. Survival analysis up to weaning. *Journal of Animal Science* 82(7): 1925-1930.
- Casellas, J., Rauw, W. M., Piedrafita, J., Sánchez, A., Arqué, M. e Noguera, J. L. (2004b). Viability of Iberian x Meishan F2 newborn pigs. I. Analysis of physiological and vitality variables. *Journal of Animal Science* 82(7): 1919-1924.
- Caugant, A. e Guéblez, R. (1993). Influence du poids à la naissance du porcelet sur les performances ultérieures. *Journées de la Recherche Porcine* 25: 123-128.
- CE (2008). Directiva 2008/120/CE relativa às normas mínimas de protecção de suínos. 5-13.
- CE (2009). *PRODUCTION COSTS AND MARGINS OF PIG FATTENING FARMS*. 2008. [report] Brussels: European Commission - Directorate-General for Agriculture and Rural Development, pp. 1-59.
- Charneca, R. (2010). Estudo de factores que influenciam a mortalidade de leitões Alentejanos: comparação com um genótipo convencional. In *Ciências Veterinárias*, Vol. Doutoramento, 220 Évora: Universidade de Évora.
- Coffey, M. T., Seerley, R. W., Martin, R. J., e Mabry, J. W. (1982). Effect of level, source and duration of feeding of supplemental energy in sow diets of metabolic and hormonal traits related to energy utilization in the baby pig. *Journal of Animal Science*, 55(2), 329-336.
- Coffey, M. T., Yates, J. A. e Combs, G. E. (1987). Effects of Feeding Sows Fat or Fructose during Late Gestation and Lactation. *Journal of Animal Science* 65(5): 1249-1256.
- Colson, V., Orgeur, P., Foury, A. e Mormède, P. (2006). Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behaviour and hormonal responses. *Applied Animal Behaviour Science* 98(1-2): 70-88.
- Cronin, G. M. e Smith, J. A. (1992). Effects of accommodation type and straw bedding around parturition and during lactation on the behaviour of primiparous sows and survival and growth of piglets to weaning. *Applied Animal Behaviour Science* 33(2): 191-208.
- Csapó, J., Martin, T. G., Csapó-Kiss, Z. S. e Házás, Z. (1996). Protein, fat, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. *International Dairy Journal* 6, 881-902.
- Damgaard, L. H., Rydhmer, L., Løvendahl, P. e Grandinson, K. (2003). Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. *Journal of Animal Science* 81(3): 604-610.
- Daza, A., Riopérez, J. e Centeno, C. (2004). Short communication. Changes in the composition of sow's milk between days 5 to 26 of lactation. *Spanish Journal of Agricultural Research* 2(3): 333-336.
- De Passillé, A. M. B., Rushen, J. e Hartsock, T. G. (1988). Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. *Canadian Journal of Animal Science* 68(2): 325-338.

- Deen, M. G. H. e Bilkei, G. (2004). Cross fostering of low-birthweight piglets. *Livestock Production Science* 90: 279-284.
- Devillers, N., Le Dividich, J., Farmer, C., Mounier, A. M., Lefebvre, M. e Prunier, A. (2005). Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets. *Journées de la Recherche Porcine* 37: 435-442.
- Devillers, N., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2006). Physiologie de la production de colostrum chez la truie. *INRA Productions Animales* 19(1): 29-38.
- Devillers, N., Farmer, C., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2007). Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal* 1(7): 1033-1041.
- Devillers, N., Le Dividich, J. e Prunier, A. (2011). Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal* 5(10): 1605-1612.
- Donovan, T. S., e Dritz, S. S. (2000). Effect of split nursing on variation in pig growth from birth to weaning. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 217(1), 79-81
- Dunsha, F. R., Kerton, D. J., Eason, P. J., e King, R. H. (1999). Supplemental skim milk before and after weaning improves growth performance of pigs. *Crop and Pasture Science*, 50(7), 1165-1170.
- Dunsha, F. R., Kerton, D. J., Eason, P. J., e King, R. H. (2000). Supplemental fermented milk increases growth performance of early-weaned pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 13(4), 511-515.
- Dyck, G. W. e Swierstra, E. E. (1987). Causes of piglet death from birth to weaning. *Canadian Journal of Animal Science* 67(2): 543-547.
- Edwards, S. A., Brade, M. A., Shephard, C. M., Simmins, P.H. e Riley, J. E. 1985. Effects of fractionated weaning on sow productivity and piglet performance. *Animal Production*. 40, 540.
- Edwards, S. A. e Fraser, D. (1997). Housing systems for farrowing and lactation. *Pig Journal* 39: 77-89.
- Edwards, S. A. (2002). Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions?. *Livestock Production Science* 78(1): 3-12.
- Efird, R. C., Armstrong, W. D. e Herman, D. L. (1982). The development of digestive capacity in young pigs: effects of weaning regimen and dietary treatment. *Journal of Animal Science* 55: 1370-1379.
- Eisemann J. H., Lewis H. E., Broome A. I., Sullivan K., Boyd R. D., Odle J. e Harrell R. J. (2013) Lysine requirement of 1.5–5.5 kg pigs fed liquid diets. *Animal Production Science*
- Eliasson, C. e Isberg, S. (2011). Production and composition of sow milk. *Swedish University of Agricultural Sciences*: 1-10.
- Elliot, R.F., Vander Noot, G.W., Gilbreath, R.L. e Fisher, H. (1971). Effect of dietary protein level on composition changes in sow colostrum and milk. *Journal of Animal Science* 32 (6), 1128-1137.
- Estany, J. e Sorensen, D. (1995). Estimation of genetic parameters for litter size in Danish Landrace and Yorkshire pigs. *Animal Science* 60(315-324).
- Étienne, M., Legault, C., Dourmad, J. Y. e Noblet, J. (2000). Production laitière de la truie: Estimation, composition, facteurs de variation et évolution. *Journées de la Recherche Porcine* 32: 253-264.
- Farmer, C. e Quesnel, H. (2009). Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. *Journal of Animal Science* 87: 56-64.
- Fraser, D. e Jones, R. M. (1975). The 'teat order' of suckling pigs: I. Relation to birth weight and subsequent growth. *The Journal of Agricultural Science* 84(03): 387-391.
- Fraser, D. e Rushen, J. (1992). Colostrum intake by newborn piglets. *Canadian Journal of Animal Science* 72: 1-13.
- Fraser, D., Pajor, E. A., e Feddes, J. J. R. (1994). The relationship between creep feeding behavior of piglets and adaptation to weaning: Effect of diet quality. *Canadian Journal of Animal Science*, 74(1), 1-6.

- Gadd, J. (2011). *Modern Pig Production Technology - A Practical Guide to Profit*. Nottingham/GB: Nottingham University Press.
- Garst, A. S., Ball, S. F., Williams, B. L., Wood, C. M., Knight, J. W., Moll, H. D., Aardema, C. H. e Gwazdauskas, F. C. (1999). Influence of pig substitution on milk yield, litter weights, and milk composition of machine milked sows. *Journal of Animal Science* 77(7): 1624-1630.
- Gaskins H.R. e Kelly, K. W. (1995). Immunology and neonatal mortality. In: Varley MA, editor. *The neonatal pig development and survival*. CAB International. p. 39–56
- Guéblez, R. e Dagorn, J. (2000). Hyperprolificité des truies...situation actuelle et perspectives. *TechniPorc* 23(2): 5-7.
- Hartsock, T. G. e Graves, H. B. (1976). Neonatal Behavior and Nutrition-Related Mortality in Domestic Swine. *Journal of Animal Science* 42(1): 235-241.
- Hay, M., Orgeur, P., Lévy, F., Le Dividich, J., Concordet, D., Nowak, R., Schaal, B. e Mormède, P. (2001). Neuroendocrine consequences of very early weaning in swine. *Physiology & Behavior*, 72(1), 263-269.
- Heim, G. (2010). Comportamento dos leitões e das fêmeas durante as mamadas e desempenho dos leitões quando submetidos a três diferentes manejos de uniformação. In *Ciências Veterinárias*, Vol. Mestre, 68 Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- Heim, G., Mellagi, A. P. G., Bierhals, T., de Souza, L. P., de Fries, H. C. C., Piuco, P., Seidel, E., Bernardi, M. L., Wentz, I. e Bortolozzo, F. P. (2012). Effects of cross-fostering within 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. *Livestock Science* 150(1-3): 121-127.
- Heo, S., Yang, Y. X., Jin, Z., Park, M. S., Yang, B. K., e Chae, B. J. (2008). Effects of dietary energy and lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk compositions and reproductive performance in primiparous sows. *Canadian Journal of Animal Science*, 88(2), 247-255.
- Herpin, P., Hulin, J. C., Le Dividich, J. e Fillaut, M. (2001). Effect of oxygen inhalation at birth on the reduction of early postnatal mortality in pigs. *Journal of Animal Science* 79(1): 5-10.
- Herpin, P., Damon, M. e Le Dividich, J. (2002). Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science* 78(1): 25-45.
- Hessel, E. F., Reiners, K., e Van den Weghe, H. A. (2006). Socializing piglets before weaning: Effects on behavior of lactating sows, pre-and postweaning behavior, and performance of piglets. *Journal of Animal Science*, 84(10), 2847-2855.
- Horrell, R. I. (1982). Immediate behavioural consequences of fostering 1-week-old piglets. *Journal of Agricultural Science, Camb*, 99, 329-336.
- Hoy, S., Lutter, C., Wähner, M. e Puppe, B. (1994). The effect of birth weight on the early postnatal vitality of piglets. *DTW. Deutsche tierärztliche Wochenschrift* 101(10): 393-396.
- Jackson, J. R., Hurley, W. L., Easter, R. A., Jensen, A. H., e Odle, J. (1995). Effects of induced or delayed parturition and supplemental dietary fat on colostrum and milk composition in sows. *Journal of animal science*, 73(7), 1906-1913
- Jarvis, S., Lawrence, A. B., McLean, K. A., Deans, L. A., Chirnside, J. e Calvert, S. K. (1997). The effect of environment on behavioural activity, ACTH, beta-endorphin and cortisol in pre-farrowing gilts. *Animal Science* 65(03): 465-472.
- Jarvis, S., D'Eath, R. B. e Fujita, K. (2005). Consistency of piglet crushing by sows. *Animal Welfare* 14(1): 43-51.
- Jensen, P. (1994). Fighting between unacquainted pigs—effects of age and of individual reaction pattern. *Applied Animal Behaviour Science*, 41(1), 37-52.
- Jultved, C. (2004). Rapport over P-rapporternes resultat April 2004. (Results from the P-reports, April 2004). *No. Notat* 421.
- Keenan, T. W., King, J. L., e Colenbrander, V. F. (1970). Comparative analysis of mammary tissue and milk lipids of the sow. *Journal of Animal Science*, 30(5), 806-811

- Kim, S. W., Hurley, W. L., Han, I. K. e Easter, R. A. (1999). Changes in tissue composition associated with mammary gland growth during lactation in sows. *Journal of Animal Science* 77(9): 2510-2516.
- Kim, S. W., Hurley, W. L., Hant, I. K. e Easter, R. A. (2000). Growth of nursing pigs related to the characteristics of nursed mammary glands. *Journal of Animal Science* 78(5): 1313-1318.
- Kim, J. H., Heo, K. N., Odle, J., Han, K., e Harrell, R. J. (2001). Liquid diets accelerate the growth of early-weaned pigs and the effects are maintained to market weight. *Journal of Animal Science*, 79(2), 427-434.
- Kim, S. W., McPherson, R. L., e Wu, G. (2004). Dietary arginine supplementation enhances the growth of milk-fed young pigs. *The Journal of Nutrition*, 134(3), 625-630.
- King, R. H., Mullan, B. P., Dunshea, F. R., e Dove, H. (1997). The influence of piglet body weight on milk production of sows. *Livestock Production Science*, 47(2), 169-174.
- King, R. e Pluske, J. (2003). Nutritional management of the pig in preparation for weaning. In: *Weaning the Pig: Concepts and Consequences*. Eds. J. Pluske, J. Le Dividich, e M. Verstegen. Netherlands: Wageningen Academic Publ is, pp. 37-51.
- King'ori, A. M. (2012). The Pre-Weaning Piglet: Colostrum and Milk Intake: a Review. *Journal of Animal Production Advances* 2(6): 277-283.
- Klobasa, F., Werhahn, E. e Butler, J. E. (1987). Composition of Sow Milk During Lactation. *Journal of Animal Science* 64(5): 1458-1466.
- Kuller, W. I., Soede, N. M., Van Beers-Schreurs, H. M. G., Langendijk, P., Taverne, M. A. M., Kemp, B., e Verheijden, J. H. M. (2007). Effects of intermittent suckling and creep feed intake on pig performance from birth to slaughter. *Journal of Animal Science*, 85(5), 1295-1301.
- Kuralkar, P., Kuralkar, S. V., e PGIVAS, A. (2010). Nutritional and Immunological Importance of Colostrum for the new born. *Veterinary World*, 3(1), 46-47.
- Lawrence, A. B., Petherick, J. C., McLean, K. A., Deans, L. A., Chirnside, J., Gaughan, A., Clutton, E. e Terlouw, E. M. C. (1994). The effect of environment on behaviour, plasma cortisol and prolactin in parturient sows. *Applied Animal Behaviour Science* 39(3): 313-330.
- Laws, J., Amusquivar, E., Laws, A., Herrera, E., Lean, I. J., Dodds, P. F. e Clarke, L. (2009). Supplementation of sow diets with oil during gestation: Sow body condition, milk yield and milk composition. *Livestock Science* 123(1): 88-96.
- Lay, D. C., Matteri, R. L., Carroll, J. A., Fangman, T. J. e Safranski, T. J. (2002). Prewaning survival in swine. *Journal of Animal Science* 80 (E. Suppl. 1): E74-E86.
- Le Cozler, Y., Pichodo, X., Roy, H., Guyomarc'h, C., Pellois, H., Quiniou, N., Louveau, I., Leuret, B., Lefaucheur, L. e Gondret, F. (2004). Influence du poids individuel et de la taille de la portée à la naissance sur la survie du porcelet, ses performances de croissance et d'abattage et la qualité de la viande. *Journées de la Recherche Porcine* 36: 443-450.
- Le Dividich, J. e Noblet, J. (1983). Thermoregulation and energy metabolism in the neonatal pig. *Ann Rech Vet* 14(4): 375-381.
- Le Dividich, J., Esnault, T., Lynch, B., Hoo-Paris, R., Castex, C., e Peiniau, J. (1991). Effect of colostrum fat level on fat deposition and plasma metabolites in the newborn pig. *Journal of Animal Science*, 69(6), 2480-2488.
- Le Dividich, J., Herpin, P. e Rosario-Ludovino, R. M. (1994). Utilization of colostrum energy by the newborn pig. *Journal of Animal Science* 72(8): 2082-2089.
- Le Dividich, J. (1999). A review – Neonatal and Weaned Pig : Management to Reduce Variation. Apresentada na « VIIth Biennial Conference » of the Australasian Pig Science Association. Adelaide, South Australia. 28 Novembro – 1 Dezembro.
- Le Dividich, J., e Sève, B. (2001) Energy Requirements of the Young Pig. In: *The Weaner pig: nutrition and management*. Eds. Varley, M. A., e Wiseman, J. CAB International, Wallingford, UK, 17-44.

- Le Dividich, J., Martineau, G., Madec, F. e Orgeur, P. (2003). Saving and rearing underprivileged and supernumerary piglets, and improving their health at weaning. In: *Weaning the Pig: Concepts and Consequences*. Eds. Pluske, J., Le Dividich, J. e Verstegen, M. Netherlands: Wageningen Academic Publishers, pp. 361-384.
- Le Dividich, J., Rooke, J. A. e Herpin, P. (2005a). Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. *The Journal of Agricultural Science* 143: 469-485.
- Le Dividich, J., Thomas, F., Renoult, H. e Oswald, I. (2005b). Acquisition de l'immunité passive chez le porcelet: rôle de la quantité d'immunoglobulines ingérées et de la perméabilité intestinale. *Journées de la Recherche Porcine* 37: 443-448.
- Le Dividich, J., Marion, J. e Thomas, F. (2007). Energy and nitrogen utilisation of sow colostrum and milk by piglet. *Canadian Journal of Animal Science*, 87(4): 571-577.
- Lecce, J. G. (1975). Rearing piglets artificially in a farm environment: a promise unfulfilled. *Journal of Animal Science*, 41(2), 659-666
- Legault, C. (1998). Génétique et prolificité chez la truie: la voie hyperprolifique et la voie sino-européenne. *INRA Productions Animales* 11: 214-218.
- Mahan, D. C. (1993). Effect of Weight, Split-Weaning, and Nursery Feeding Programs on Performance Responses of Pigs to 105 Kilograms Body Weight and Subsequent Effects on Sow Rebreding Interval. *Journal of Animal Science* 71: 1991-1995.
- Mahan, D. C., Cromwell, G. L., Ewan, R. C., Hamilton, C. R., e Yen, J. T. (1998). Evaluation of the feeding duration of a phase 1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. NCR-42 Committee on Swine Nutrition. *Journal of Animal Science*, 76(2), 578-583.
- Mallard, B. A., Kennedy, B. W. e Wilkie, B. N. (1991). The effect of swine leukocyte antigen haplotype on birth and weaning weights in miniature pigs and the role of statistical analysis in this estimation. *Journal of Animal Science* 69(2): 559-564.
- Mason, S. P., Jarvis, S., e Lawrence, A. B. (2003). Individual differences in responses of piglets to weaning at different ages. *Applied Animal Behaviour Science*, 80(2), 117-132.
- McBride, G. (1963). The "teat order" and communication in young pigs. *Animal Behaviour* 11(1): 53-56.
- Miller, H. M., Foxcroft, G. R. e Aherne, F. X. (2000). Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. *Animal Science* 71(141-148).
- Milligan, B. N., Fraser, D. e Kramer, D. L. (2001). The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. *Journal of Swine Health and Production* 9(4): 161-166.
- Milligan, B. N., Fraser, D. e Kramer, D. L. (2002). Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. *Livestock Production Science* 76(1-2): 181-191.
- National Research Council (NRC), 1998. Nutrient Requirements of Swine (10th Ed.) National Academy Press, Washington D.C.
- Neal, S. M. e Irvin, K. M. (1991). The effects of crossfostering pigs on survival and growth. *Journal of Animal Science* 69(1): 41-46.
- Ngo, T. T., Quiniou, N., Heugebaert, S., Paboeuf, F., e Dourmad, J. Y. (2012). Effect of parity and number of suckling piglets on milk production of sows. In 44e Journées de la Recherche Porcine en France, Paris, France, 7-8 February 2012. (Vol. 44, pp. 195-196). Institut du Porc.
- Odle, J., Zijlstra, R. T., e Donovan, S. M. (1996). Intestinal effects of milkborne growth factors in neonates of agricultural importance. *Journal of Animal Science*, 74(10), 2509-2522.
- Orgeur, P., Hay, M., Mormède, P., Salmon, H., Le Dividich, J., Nowak, R., Schaal, B. e Lévy, F. (2001). Behavioural, growth and immune consequences of early weaning in one-week-old Large-White piglets. *Reproduction Nutrition Development*, 41(4), 321-332.
- Pajor, E. A., Fraser, D., e Kramer, D. L. (1991). Consumption of solid food by suckling pigs: individual variation and relation to weight gain. *Applied Animal Behaviour Science*, 32(2), 139-155

- Pedersen, L. J., Studnitz, M., Jensen, K. H. e Giersing, A. M. (1998). Suckling behaviour of piglets in relation to accessibility to the sow and the presence of foreign litters. *Applied Animal Behaviour Science* 58(3): 267-279.
- Père, M.-C. e Étienne, M. (2000). Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. *Reprod. Nutr. Dev.* 40(4): 369-382.
- Pettigrew, J. E. (1981). Supplemental Dietary Fat for Peripartal Sows: a Review. *Journal of Animal Science* 53(1): 107-117.
- PigProgress (2013). *Provimi: Huge increase in number of RescuePig users*. [online] Retrieved from: <http://www.pigprogress.net/Growing-Finishing/Management/2013/10/Provimi-Huge-increase-in-number-of-RescuePig-users-1390330W/> [Accessed: 27 Oct 2013].
- Pinelli-Saavedra, A., Calderón de la Barca, A. M., Hernández, J., Valenzuela, R., e Scaife, J. R. (2008). Effect of supplementing sows feed with α -tocopherol acetate and vitamin C on transfer of α -tocopherol to piglet tissues, colostrum, and milk: Aspects of immune status of piglets. *Research in Veterinary Science*, 85(1), 92-100.
- Pitts, A. D., Weary, D. M., Pajor, E. A. e Fraser, D. (2000). Mixing at young ages reduces fighting in unacquainted domestic pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 68(3): 191-197.
- Pluske, J. R., Williams, I. H. e Aherne, F. X. (1995) Nutrition of the neonatal pig. In: Varley, M. A. (ed.) *The Neonatal Pig. Development and Survival*. CAB International, Wallingford, UK, 187-235.
- Pluske, J. R., e Williams, I. H. (1996). Split weaning increases the growth of light piglets during lactation. *Crop and Pasture Science*, 47(4), 513-523.
- Pluske, J. R. e Dong, G. Z. (1998). Factors influencing the utilisation of colostrum and milk. In: *The Lactating Sow*. Eds. Verstegen, M., Moughan, P. J. e Schrama, J. W. Netherlands: Wageningen Pers., 45-70
- Pluske, J. R., Kim, J. C., Hansen, C. F., Mullan, B. P., Payne, H. G., Hampson, D. J., Callesen, J. e Wilson, R. H. (2007). Piglet growth before and after weaning in relation to a qualitative estimate of solid (creep) feed intake during lactation: A pilot study*. *Archives of Animal Nutrition*, 61(6), 469-480.
- Price, E. O., Hutson, G. D., Price, M. I. e Borgwardt, R. (1994). Fostering in swine as affected by age of offspring. *Journal of Animal Science* 72(7): 1697-1701.
- Quesnel, H., Brossard, L., Valancogne, A. e Quiniou, N. (2008). Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. *Animal*, 2(12), 1842-1849.
- Quesnel, H. (2011). Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. *Animal* 5(10): 1546-1553.
- Quesnel, H., Farmer, C., e Devillers, N. (2012). Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science*, 146(2), 105-114.
- Quiniou, N. e Noblet, J. (1999). Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. *Journal of Animal Science* 77(8): 2124-2134.
- Quiniou, N., Dagorn, J. e Gaudré, D. (2002). Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* 78(1): 63-70.
- Rehfeldt, C. e Kuhn, G. (2006). Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science* 84(13 suppl): E113-E123.
- Robert, S. e Martineau, G. P. (2001). Effects of repeated cross-fosterings on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *Journal of Animal Science* 79: 88-93.
- Robinson, J. J., Sinclair, K. D. e McEvoy, T. G. 1999. Nutritional effects on foetal growth. *Anim. Sci.* 68:315-331.
- Roehe, R. (1999). Genetic determination of individual birth weight and its association with sow productivity traits using Bayesian analyses. *Journal of Animal Science* 77(2): 330-343.

- Roehe, R. e Kalm, E. (2000). Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. *Animal Science* 70: 227-240.
- Rolinec, M., Bíro, D., Šimko, M., Juráček, M. e Gálik, B. (2011). Changes in sow colostrum nutrients in the first 12 hours from the beginning of farrowing. *Krmiva* 53(4): 157-161.
- Rooke, J. A. e Bland, I. M. (2002). The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science* 78(1): 13-23.
- Rousseau, P., Levasseur, J., Le Dividich, J. e Vaudelet, J. C. (1998). Comportement thermorégulateur du porcelet nouveau-né. *Journées de la Recherche Porcine* 30: 311-317.
- Rozeboom, D. W., Pettigrew, J. E., Moser, R. L., Cornelius, S. G. e el Kandelgy, S. M. (1996). Influence of gilt age and body composition at first breeding on sow reproductive performance and longevity. *Journal of Animal Science* 74(1): 138-150.
- Rutherford, K. M. D., Baxter, E. M., D'Eath, R. B., Turner, S. P., Arnott, G., Roehe, R., Ask, B., Sandøe, P., Moustsen, V. A., Thorup, F., Edwards, S. A., Berg, P. e Lawrence, A. B. (2013). The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare* 22(2): 199-218.
- Salmon-Legagneur, E. (1958). Observations sur la production laitière des truies. *Ann. Zootech.* 7(2): 143-162.
- Salmon-Legagneur, E. (1965). Quelques aspects des relations nutritionnelles entre la gestation et la lactation chez la truie. Paris: Institut national de la recherche agronomique.
- Sărăndan, H., Sărăndan, R., Petroman, I., Sărăndan, M., Alda, M. e Corici, T. (2005) Growth performance of "underprivileged" piglets fed using an electronic milk dispenser. *Archiva Zootechnica* 8: 118-124
- Sarkar, N. K., Elliot, J., e Lodge, G. (1981). Effect of a skim milk supplement on growth and body composition of suckled pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 61(2), 507-509.
- SAS (2007).JMP 7.0. SAS Institute Inc.
- Seerley, R. W., Griffin, F. M. e McCampbell, H. C. (1978a). Effect of Sow's Dietary Energy Source on Sow's Milk and Piglet Carcass Composition. *Journal of Animal Science* 46(4): 1009-1017.
- Seerley, R. W., Maxwell, J. S. e McCampbell, H. C. (1978b). A Comparison of Energy Sources for Sows and Subsequent Effect on Piglets. *Journal of Animal Science* 47(5): 1114-1120.
- Skok, J., Brus, M., e Škorjanc, D. (2007). Growth of piglets in relation to milk intake and anatomical location of mammary glands. *Acta Agriculturae Scand Section A*, 57(3), 129-135.
- Southwood, O. I. e Kennedy, B. W. (1991). Genetic and environmental trends for litter size in swine. *Journal of Animal Science* 69(8): 3177-3182.
- Stalder, K. J., Knauer, M., Baas, T. J., Rothschild, M. F. e Mabry, J. W. (2004). Sow longevity. *Pig News and Information* 25(2): 53N-74N.
- Straw, B. E., Dewey, C. E. e Bürgi, E. J. (1998). Patterns of crossfostering and piglet mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. *Preventive Veterinary Medicine* 33: 83-89.
- Sulabo, R. C., Jacela, J. Y., Tokach, M. D., Dritz, S. S., Goodband, R. D., DeRouchey, J. M., e Nelssen, J. L. (2010). Effects of lactation feed intake and creep feeding on sow and piglet performance. *Journal of Animal Science*, 88(9), 3145-3153.
- Town, S. C., Patterson, J. L., Pereira, C. Z., Gourley, G. e Foxcroft, G. R. (2005). Embryonic and fetal development in a commercial dam-line genotype. *Animal Reproduction Science* 85(3-4): 301-316.
- Tuchscherer, M., Puppe, B., Tuchscherer, A. e Tiemann, U. (2000). Early identification of neonates at risk: Traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology* 54(3): 371-388.

- Vasdal, G., Østensen, I., Melišová, M., Bozděchová, B., Illmann, G. e Andersen, I. L. (2011). Management routines at the time of farrowing—effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows. *Livestock Science* 136(2-3): 225-231.
- Weary, D. M., Pajor, E. A., Thompson, B. K. e Fraser, D. (1996). Risky behaviour by piglets: a trade off between feeding and risk of mortality by maternal crushing?. *Animal Behaviour* 51(3): 619-624.
- Weary, D. M., Fraser, D., Phillips, P. A., Pajor, E. A. e Thompson, B. K. (1998). Crushing of piglets by sows: effects of litter features, pen features and sow behaviour. *Applied Animal Behaviour Science* 61(2): 103-111.
- Whittemore, C. e Kyriazakis, I. (2007a). Growth and Body Composition Changes in Pigs. In *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, 65-103: Blackwell Publishing Ltd.
- Whittemore, C. e Kyriazakis, I. (2007b). Optimisation of Feed Supply to Growing Pigs and Breeding Sows. In *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, 472-506: Blackwell Publishing Ltd.
- Whittemore, C. e Kyriazakis, I. (2007c). Reproduction. In *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, 104-147: Blackwell Publishing Ltd.
- Whittemore, C. e Kyriazakis, I. (2007d). Pig Behaviour and Welfare. In *Whittemore's Science and Practice of Pig Production*, 148-183: Blackwell Publishing Ltd.
- Widowski, T. M., Yuan, Y., e Gardner, J. M. (2005). Effect of accommodating sucking and nosing on the behaviour of artificially reared piglets. *Laboratory Animals*, 39(2), 240-250.
- Wigmore, P. M. C. e Stickland, N. C. (1983). Muscle development in large and small pig fetuses. *J. Anat.* 137(2): 235-245.
- Wills, R. W., Zimmerman, J. J., Yoon, K. J., Swenson, S. L., McGinley, M. J., Hill, H. T., Platt, K. B., Christopher-Hennings, J. e Nelson, E. A. (1997). Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: a persistent infection. *Veterinary Microbiology* 55: 231-240.
- Wolleswinkel, P. (2011). Rescue decks improve piglet survival rates. *PIG PROGRESS Piglet Feeding Special*. 2-3
- Wolter, B. F., Ellis, M., Corrigan, B. P. e DeDecker, J. M. (2002). The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. *Journal of Animal Science* 80(2): 301-308.
- Wu, G., Knabe, D. A., e Kim, S. W. (2004). Arginine nutrition in neonatal pigs. *The Journal of Nutrition*, 134(10), 2783S-2790S
- Xu, R. J., Wang, F. e Zhang, S. H. (2000). Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science* 66(2): 95-107.
- Zijlstra, R. T., Whang, K. Y., Easter, R. A. e Odle, J. (1996). Effect of feeding a milk replacer to early-weaned pigs on growth, body composition, and small intestinal morphology, compared with suckled littermates. *Journal of Animal Science* 74: 2948-2959.