

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

MODELAGEM DO PESO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS

Autor: José Zacarias Rampi

PORTO ALEGRE

2017/1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

MODELAGEM DO PESO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS

Autor: José Zacarias Rampi

Orientador: Ines Andretta

Coorientador: Rafael da Rosa Ulguim

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Veterinária
como requisito parcial para a obtenção de
Graduação em Medicina Veterinária**

PORTO ALEGRE

2017/1

RESUMO

A produtividade da fêmea suína aumentou de forma substancial nos últimos anos devido ao manejo, avanços genéticos e seleção. Porém, o peso médio dos leitões ao nascimento diminuiu, com consequente aumento da mortalidade durante a fase de maternidade. Algumas estratégias são fundamentais para minimizar o problema. Entre as principais, devemos enfatizar as estratégias de alimentação e nutrição durante a fase de gestação, pois as quantidades de nutrientes exigidos pelas fêmeas e seus conceptos devem ser corretamente atendidas. Para calcular de forma precisa a quantidade de nutrientes a serem fornecidos para a fêmea durante a fase de gestação, é fundamental ter o conhecimento do peso materno após o parto, o que permite estimar seu ganho de peso durante a gestação e o ganho dos seus conceptos. Assim, o objetivo do presente estudo foi desenvolver um modelo que possa prever o peso materno pós-parto. Foram utilizadas 141 fêmeas primíparas, sendo pesadas na transferência do galpão gestação para o galpão maternidade e pesadas novamente em até 12 horas pós-parto. Entre o período que ocorreu a transferência e a pesagem pós-parto, foi acompanhado o consumo de ração individual de cada animal. Antes de cada arraçãoamento foi realizada uma avaliação do consumo da fêmea, anotando sobras do último fornecimento de ração. Os leitões nascidos vivos e natimortos foram pesados em até 12 horas pós-parto. Os leitões mumificados foram identificados e registrados. O procedimento ‘*Best Subject*’ do software Minitab foi utilizado para escolha dos modelos analíticos. Após, as equações foram definidas utilizando o procedimento ‘*General Linear Model*’. Os termos que foram significativos ($P < 0,05$) e que geraram os modelos com maiores coeficientes de determinação foram: peso na transferência, peso da leitegada, número total de leitões e intervalo entre a transferência e o parto. O termo ‘peso na transferência’ foi identificado como o principal fator para estimar o peso pós-parto e, por isso, foi considerado em todas as equações propostas. Os termos ‘peso da leitegada’ ou ‘número total de leitões’ foram utilizados separadamente, pois são variáveis correlacionadas entre si ($r = 0,77$; $P < 0,01$). Neste contexto, a equação que melhor estimou o peso pós-parto de uma fêmea suína e que possui maior aplicabilidade prática é descrita da seguinte maneira: $y = 19,36 + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2) + (2,185 \times b3)$. Sendo: y , peso da fêmea pós-parto, expresso em kg; $b1$, peso pré-parto, expresso em kg; $b2$, total de leitões nascidos, n ; $b3$, intervalo entre a transferência e o parto, expresso em dias. A equação gerada possui um coeficiente de determinação satisfatório ($r^2 = 0,81$). É possível estimar o peso pós-parto de fêmeas suínas com boa confiabilidade. As equações de previsão são ferramentas que podem se tornar parte importante na rotina dos profissionais da área.

ABSTRACT

The productivity of the sow has increased substantially in recent years due to management, genetic advances and selection. However, the mean weight of piglets at birth decreases, with consequent increase in mortality during the farrowing phase. Some strategies are critical to minimizing the problem. Among the main ones, we should emphasize feeding and nutrition strategies during the gestation phase, since the amount of nutrients required by sows and their concepts must be correctly supplied. To accurately calculate the amount of nutrients to be supplied to the sow during the gestation phase, it is essential to have the knowledge of the maternal weight after farrowing, which allows estimating her weight gain during gestation and the gain of her concepts. Thus, the objective of the present study was to develop a model that can predict postpartum maternal weight. We used 141 primiparous females, being weighed in the transfer of the gestation shed to the farrowing shed and weighed again within 12 hours postpartum. Within the time the transfer occurred and the postpartum weighing, the consumption of individual rations of each animal was monitored. Before each feeding, an evaluation of the consumption of the female was made, noting leftovers from the last feed supply. Liveborn and stillborn piglets were weighed within 12 hours postpartum. The mummified piglets were identified and recorded. The 'Best Subject' procedure of the Minitab software was used to choose the analytical models. After, the equations were defined using the 'General Linear Model' procedure. The terms that were significant ($P < 0.05$) and generated the models with the highest coefficients of determination were: transfer weight, litter weight, total number of piglets and interval between transfer and farrowing. The term 'transfer weight' was identified as the main factor for estimating postpartum weight and therefore was considered in all proposed equations. The terms 'litter weight' or 'total number of piglets' were used separately, since they are correlated variables ($r = 0.77$, $P < 0.01$). In this context, the equation that best estimated the postpartum weight of a female pig and which has a greater practical applicability is described as follows: $y = 19,36 + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2) + (2,185 \times b3)$. Where: y , postpartum female weight, expressed in kg; $B1$, pre-farrowing weight, expressed in kg; $B2$, total of born piglets, n ; $B3$, interval between transfer and farrowing, expressed in days. The equation generated has a satisfactory coefficient of determination ($r^2 = 0.81$). It is possible to estimate the postpartum weight of swine females with good reliability. Prediction equations are tools that can become an important part of the routine of professionals in the field.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos são para minha família pelo apoio, paciência e auxílio, emocional e financeiro, imensuráveis. À minha Mãe, Odila Rampi, por sempre me incentivar e sempre ser um porto seguro em todos os momentos. Ao meu Tio, João Carlos Rampi, por me mostrar que a dedicação e a força de vontade são virtudes essenciais para se alcançar o sucesso, tanto profissional quanto pessoal. E a minha eterna “Nona Rosa” (*In memoriam*) que me acompanhou durante toda a minha vida e no início desse ano aos 98 anos de idade partiu para me acompanhar e me cuidar lá de cima. Amo todos vocês!

À minha namorada, Giuliana Marques, que a faculdade possibilitou conhecer, por todo carinho e afeto durante todos os nossos momentos. Agradeço por sempre me incentivar e me acalmar nos momentos mais complicados. Te amo!

Aos professores do Setor de Suínos, David Barcellos, Mari Lourdes Bernardi, Ivo Wentz, Fernando P. Bortolozzo, Ana Paula G. Mellagi. Em especial: ao Professor Rafael da Rosa Ulguim, pela amizade, oportunidades, compreensão, conselhos e ensinamentos durante todo o meu período de estagiário do Setor de Suínos; e à Professora Ines Andretta, do Grupo de Ensino e Pesquisa em Suinocultura, por toda paciência e dos ensinamentos nos últimos anos, além do auxílio a esse trabalho, desde a interpretação dos resultados até a elaboração.

Aos colegas de experimento, André, Deivison e Elisar, pelo auxílio no desenvolvimento do projeto e pelos momentos de descontração e trabalho, durante o nosso convívio caseiro e de granja.

Aos meus antigos colegas, que hoje são meus grandes amigos, do Setor de Suínos. Especialmente ao Diogo Fontana, Diogo Magnabosco, Evandro, Pedro, Jonas, Felipe, Luisa Zasso, por terem sido meus exemplos desde o início do estágio e por estarem junto comigo nos momentos de descontração e aprendizado.

A todos os meus amigos conquistados durante a minha longa trajetória na Favet-UFRGS, especialmente, Henrique, Mariana e Matheus. Um abraço a todos vocês!

Finalmente, agradeço à Empresa Master Agroindustrial, Grupo de Ensino e Pesquisa em Suinocultura e ao Setor de Suínos por me proporcionarem a realização de meu projeto de estudo para o TCC.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO:

- Figura 1** – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 1 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2)$). Constante (c) para a equação 1 = 30,20.....20
- Figura 2** – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 3 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2 + (2,185 \times b3)$). Constante (c) para a equação 3 = 19,36.....21
- Figura 3** – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 5 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2 + (2,185 \times b3) + (0,037 \times b4)$). $b4$ = consumo de ração, kg. Constante (c) para a equação 5 = 19,45.....22

LISTA DE TABELAS

ARTIGO:

Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados utilizados na avaliação.....23

Tabela 2 – Equações geradas através dos termos significativos que melhor determinam o peso materno pós-parto.....23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Nutrição da Fêmea Suína Gestante	10
2.1.1 Nutrição Energética da Fêmea Suína Gestante	10
2.1.2 Nutrição Proteica da Fêmea Suína Gestante	12
2.1.3 Crescimento fetal e Desenvolvimento da Glândula Mamária da Fêmea Suína Gestante	14
3 ARTIGO: MODELAGEM DO PESO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS	16
3.1 Introdução	16
3.2 Material e Métodos	17
3.3 Resultados e Discussão	18
3.4 Conclusões	20
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
REFERÊNCIAS	26

INTRODUÇÃO

A alimentação fornecida a uma fêmea suína durante a fase de gestação deve garantir o suprimento de nutrientes para a manutenção, o crescimento materno, a reposição das reservas de gordura e músculos utilizados durante a lactação anterior e o crescimento dos leitões. Outro ponto importante é fornecer nutrientes suficientes para um bom desenvolvimento mamário, que venha a produzir uma quantidade de leite satisfatória a sua prole. Estratégias nutricionais são adaptadas ao estágio fisiológico do animal, o peso-alvo pretendido na cobertura e ao parto, a ordem de parto, recuperação de reservas e estimar o desenvolvimento dos fetos principalmente no terço final da gestação (HANNAS et al., 2014).

Tais pontos impactam diretamente na produtividade e no desempenho da fêmea suína. Porém nem sempre são priorizados, devido ao alto custo com a alimentação durante a fase de gestação, que representa em média 12% do total gasto com a alimentação na suinocultura (HANNAS & ORLANDO, 2009).

Para atender todos os objetivos estabelecidos anteriormente, os modelos matemáticos foram desenvolvidos para estimar a quantidade de nutrientes requeridos durante a fase de gestação (NRC, 1998; NRC, 2012). Esses modelos dividem os nutrientes em três componentes principais: manutenção de fêmea, peso dos conceptos e ganho de peso materno. No entanto, para determinar o peso dos conceptos são necessários o peso materno pré e pós-parto.

Infelizmente, em condições comerciais, a remoção de uma fêmea recém-parida da gaiola de parto e a locomoção até a balança para ser pesada pode ser um desafio. Produtores expressam preocupação ao mover as fêmeas dentro e fora da gaiola de maternidade após o parto, pois temem impactar negativamente na mortalidade na maternidade (THOMAS et al., 2016). Portanto, uma equação é necessária para estimar o peso pós-parto a fim de evitar esse trabalho.

O objetivo do presente estudo foi desenvolver um modelo que possa prever o peso materno pós-parto, a fim de determinar os ganhos de peso materno e fetal durante a gestação.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Nutrição da Fêmea Suína Gestante

Há anos tem sido estudadas interações entre nutrição e reprodução, pois evidências mostram que a função reprodutiva é altamente prejudicada quando a nutrição ocorre de forma desacerbada. Este fato se deve pelo organismo apresentar funções prioritárias nas quais assimilam primeiro os nutrientes e a energia disposta pela alimentação. Após essa primeira associação o restante dos nutrientes e da energia será direcionado as funções secundárias, mas não menos importantes (reprodução). Sendo assim, quando ocorre uma baixa disponibilidade de alimentos e nutrientes ou quando existe elevada demanda energética sem que ocorra aumento na ingestão calórica diminuindo a infertilidade nos mamíferos.

A eficiência reprodutiva das fêmeas suínas representa um dos aspectos mais importantes para o sucesso da suinocultura, no qual a gestação e a lactação são as fases que influenciam diretamente a eficiência produtiva, que é expressa em número e peso de leitões produzidos por porca anualmente. Para maximizar o desempenho da fêmea durante sua vida produtiva a alimentação durante a fase gestacional deve atender todas as exigências da fêmea, seu desenvolvimento e de seus conceptos.

2.1.1 Nutrição Energética da Fêmea Suína Gestante

Durante a gestação, as fêmeas devem receber alimentação devidamente balanceada e suficiente para conservar seu estado nutricional adequado. Dessa forma, os programas de alimentação para fêmeas gestantes visam fornecer nutrientes necessários para assegurar a sobrevivência dos embriões, além de maximizar o número de leitões vivos ao parto, maior consumo de alimento durante a lactação e conseqüentemente, leitões mais pesados ao desmame (FLORES et. al., 2007).

A exigência energética das fêmeas em gestação está diretamente relacionada ao peso corporal, manejo e ambiente. O consumo de energia durante a gestação é normalmente limitado para controlar o ganho de peso e manter uma condição corporal (escore) apropriada (PENZ & VIOLA, 1998). O estado energético da fêmea gestante pode influenciar diretamente seu desempenho na lactação. O excesso de energia pode causar obesidade ao parto, o que resulta em consumo voluntário reduzido e perdas corporais elevadas durante a lactação (KIM & WU, 2008).

Comparando fêmeas gordas (349 g de gordura/kg de peso corporal) com magras (280 g de gordura/kg de peso corporal), mas com semelhantes pesos ao parto, Revell e colaboradores (1998) observaram uma redução de 30% no consumo e maior perda de gordura dorsal nas fêmeas gordas durante a lactação, efeitos que foram acompanhados por maior concentração de ácidos graxos não-esterificados e glicerol no sangue. A explicação é que altos índices de consumo alimentar durante a gestação irão reduzir os níveis de insulina durante a lactação e/ou diminuir a sensibilidade à insulina, o que, por sua vez, resultará em maior lipólise e maior nível de ácidos graxos não esterificados e, conseqüentemente, em um apetite reduzido.

A redução no consumo voluntário na lactação é um problema ainda maior em fêmeas de primeiro e segundo parto. Matrizes de primeiro parto apresentam capacidade de consumo alimentar cerca de 20% menor quando comparadas a porcas pluríparas (DOURMAD et al., 2002). De acordo com Boyd e colaboradores (2000), isso pode ser devido à menor capacidade gastrointestinal das fêmeas jovens. Como as primíparas ainda estão em fase de crescimento, esse insuficiente consumo pode acarretar efeitos prejudiciais em sua vida produtiva e reprodutiva futura.

O ganho de peso materno deve ser entendido como o ganho líquido de peso da fêmea durante o período de gestação, desconsiderando o ganho de peso atribuído ao útero, placenta, fluidos placentários, fetos e glândula mamária. De acordo com Tokach et al. (1999), a demanda energética para ganho de peso materno, considerando composição do ganho em 25% de gordura e 15% de proteína, é de aproximadamente 4,8 MJ (ou 1150 kcal) de energia metabolizável por dia. A contribuição do ganho de peso materno para a exigência energética da matriz é variável e está relacionada à fase de crescimento da matriz, sendo maior em fêmeas primíparas.

Além de diferir entre porcas nulíparas e pluríparas, as exigências energéticas se alteram durante a gestação. As exigências para ganho materno são maiores no primeiro terço de gestação e significativamente superiores em porcas primíparas (CLOSE & COLE, 2001). Por outro lado, a demanda energética para reprodução é maior no terço final de gestação, pois a retenção de energia pelo feto aumenta de forma exponencial com o tempo. Por este motivo, a quantidade de alimento pode ser aumentada durante o terço final da gestação para evitar que as fêmeas mobilizem os lipídios do corpo. A demanda energética total de uma fêmea gestante depende também da condição corporal da matriz no momento da cobertura (TROTIER et al., 2015).

Além dos fatores que foram citados anteriormente, o NRC (2012) preconiza ainda as condições ambientais (temperatura ambiental efetiva, tipo de piso e atividade) em que as fêmeas estão expostas. Para as fêmeas em um ambiente relativamente não estressante e termo-neutro, as exigências diárias de manutenção são estimadas em 100 kcal de energia metabolizável por kg de peso metabólico (ou seja, peso corporal $^{0.75}$). No entanto, o efeito das condições ambientais sobre as exigências de energia de manutenção das fêmeas deve ser analisada com cuidado. Como a ingestão alimentar dessas fêmeas geralmente é restrita, a produção de calor corporal é relativamente baixa em comparação com fêmeas lactantes alimentadas *ad libitum* ou fêmeas em crescimento. Quando a temperatura ambiental efetiva estiver abaixo da termo-neutralidade é necessário incrementar energia a alimentação, para manter a temperatura corporal. Esse cenário é verdadeiro quando as fêmeas são alojadas individualmente, mantidas em pisos de concreto que proporcionam altas taxas de perda de calor por condução. De acordo com NRC (2012), a temperatura inferior crítica é de 20°C e 16°C para fêmeas alojadas em gaiolas ou em gestação coletiva, respectivamente. As exigências diárias de energia metabolizável para manutenção são aumentados em 4,30 e 2,39 kcal por quilograma de peso corporal metabólico (considerado nesta revisão como: peso corporal $^{0.75}$) por cada 1°C abaixo da temperatura ideal para fêmeas alojadas em gaiolas ou em gestação coletiva, respectivamente.

O gasto energético dos suínos para locomover-se é bastante elevado quando comparado com outras espécies animais, devido ao comprimento do seu tronco. Portanto, o aumento dos níveis de atividade também aumentará as exigências de energia das fêmeas. Conforme revisado pelo NRC (2012), as fêmeas que ficam mais de 4 horas por dia em pé ou caminhando têm as exigências diárias de energia metabolizável aumentadas em 0,0717 kcal por quilograma de peso corporal metabólico por cada minuto adicional gasto em pé ou caminhando.

2.1.2 Nutrição Proteica da Fêmea Suína Gestante

As exigências de aminoácidos de matrizes em gestação dependem do número de fetos, das glândulas mamárias, do potencial de crescimento materno e das necessidades de manutenção. Esses componentes também afetam o perfil da proteína ideal necessário para a matriz em gestação (SUNG, 2014). Além disso, a restrição alimentar imposta durante a gestação poderá tornar-se um fator limitante para ingestão de proteínas, causando deficiências, especialmente durante o terço final da gestação. Assim, considerando um

fornecimento limitado de ração para restringir o consumo de energia, torna-se importante fornecer uma dieta que permita uma elevada eficiência de utilização da proteína.

Os principais requisitos que determinam a quantidade de aminoácidos para manutenção incluem as perdas endógenas basais de aminoácidos intestinais, que estão relacionadas ao tipo de alimentação, e às perdas de aminoácidos pela pele e pêlos, que estão relacionadas ao tamanho metabólico do corpo (NRC, 2012). O perfil de aminoácidos das perdas endógenas intestinais das fêmeas é assumido como sendo semelhante aos suínos em crescimento e terminação (NRC, 2012). Esses perfis têm relação às perdas de lisina ileal, que são únicas para a gestação (ingestão de matéria seca de 0,522 g/kg) e que são usadas para calcular as perdas intestinais para cada um dos aminoácidos essenciais. As perdas endógenas intestinais são aumentadas em 10% para incluir a contribuição de perdas intestinais maiores. Além dessas perdas físicas de aminoácidos, o catabolismo mínimo de aminoácidos também contribui para a manutenção dos requisitos de aminoácidos. Vale ressaltar que, para as fêmeas gestantes alimentadas com uma dieta que contém maiores níveis de fibra, as perdas endógenas de aminoácidos podem ser ligeiramente superiores, aumentando assim as exigências de manutenção (TROTIER et al., 2015).

Durante a gestação, as exigências proteicas para a manutenção têm sido estimadas com grande variabilidade, com valores entre 50 a 133 g de proteína/dia (PATIENCE, 1996), podendo estar relacionada à massa proteica corporal. O NRC estima a exigência diária de lisina digestível para manutenção em 36 mg para cada kg de peso metabólico. Recentemente, Samuel e colaboradores (2008) avaliaram as necessidades de lisina para manutenção em fêmeas de genótipo moderno usando a oxidação de aminoácidos como indicadores. Estes autores encontraram que a necessidade de lisina digestível é de 49 mg para cada kg de peso metabólico, valor que excede a recomendação do NRC em 30%.

Conforme descrito por Dourmad e colaboradores (1999, 2008), existem dois componentes principais na deposição de proteínas corporais em fêmeas gestantes, que podem ser relacionados como dependente do tempo e ou dependente da energia. A deposição de proteína dependente do tempo ocorre durante o início da gestação antes da energia ser direcionada ao crescimento fetal. A deposição de proteínas corporais dependentes da ingestão de energia se reflete ao aumento linear observado na deposição de proteína corporal com o aumento da ingestão de energia. Esta deposição de proteína corporal dependente da ingestão de energia pela fêmea e é maior em fêmeas de ordem de parto 1 (NRC, 2012).

Para que o crescimento fetal e o desenvolvimento do tecido mamário ocorram de forma rápida durante a fase final da gestação, as necessidades de aminoácidos tendem a ser

maiores nesta fase, particularmente em primíparas. Sendo que apresentam um padrão similar de deposição de proteínas com uma mudança na taxa de crescimento entre 60 e 80 dias de gestação. Em contra partida, o acúmulo de proteínas na placenta e nos fluídos corioalantóides acontece entre o 40° e 60° dias de gestação e permanece relativamente constante durante todo o restante da gestação. Por fim, o útero representa a menor contribuição na deposição total de proteínas, porém com um aumento linear à medida que a gestação avança (TROTIER et al., 2015).

Para cada componente anteriormente citado existe um perfil de aminoácidos ideal. O conhecimento de cada *pool* de aminoácidos, combinado com a taxa diária de aumento de proteínas, permite calcular diariamente a retenção total de aminoácidos no corpo da fêmea e dos fetos, o que é um contribuinte importante para determinar a quantidade necessária a ser fornecida. Os aminoácidos não são depositados em proteínas com 100% de eficiência, por exemplo, o valor estimado de eficiência de deposição para a lisina é de 49% durante a gestação segundo o NRC (2012).

2.1.3 Crescimento fetal e Desenvolvimento da Glândula Mamária da Fêmea Suína Gestante

O programa de alimentação durante a gestação é geralmente dividido em duas fases de arraçãoamento, de acordo com a demanda de desenvolvimento das fêmeas e dos fetos. Nos terços iniciais da gestação (0 a 70 dias), os planos de arraçãoamento visam atender a demanda para a reposição de tecidos, manutenção e ou crescimento das fêmeas, como mencionado nos tópicos anteriores. Já no terço final da gestação (70 dias até o parto), o metabolismo das fêmeas direciona os nutrientes principalmente para o desenvolvimento fetal, do útero e das glândulas mamárias (HANNAS et al., 2014).

Noblet e colaboradores (1997) estimaram que o crescimento fetal, do útero e da glândula mamária, fatores que representam as necessidades energéticas da reprodução, exigem um total de 1,59 MJ (ou 380 kcal) de energia metabolizável por dia para uma leitegada equivalente a 12 fetos, independentemente do peso da fêmea. Se forem considerados os genótipos modernos, nos quais se observam fêmeas com 16 fetos, estas exigências seriam de 1,98 MJ (ou 473 kcal) de energia metabolizável por dia, um aumento de 25% na necessidade de energia para reprodução. Segundo Close (2001), aos 114 dias de gestação, 60% do gasto energético com a reprodução é devido ao útero gravídico e o restante ao desenvolvimento das glândulas mamárias.

Para que o crescimento fetal e o desenvolvimento do tecido mamário ocorram de forma rápida durante a fase final da gestação, as necessidades de aminoácidos tendem a serem maiores nesta fase, particularmente em primíparas. Portanto, o crescimento muscular deverá ser considerado nas fêmeas mais jovens como parte de suas necessidades reprodutivas. De acordo com Mcpherson (2004) e Kim (2009) e seus colaboradores, um feto ganha 17,5g de proteína corporal do dia 0 ao 70 (0,25 g de proteína/dia) e 203,7 g de proteína do dia 70 ao 114 (4,63 g de proteína/dia). Se considerarmos uma fêmea com 16 fetos, são 4,0 e 74,1 g/dia de ganho proteico para o início e final da gestação, respectivamente. Isto equivale a uma diferença de 70,1 g de proteína/dia ou um aumento de 18,5 vezes na taxa de ganho proteico entre as fases inicial e final da gestação. Além da abordagem qualitativa, a composição de aminoácidos dos fetos também varia de forma significativa com o progresso da gestação (WU et al. 1999), o que pode alterar o perfil necessário de aminoácidos na exigência materna.

O ganho individual da glândula mamária é de aproximadamente 11,2 g de proteína do dia 0 até 80 (0,14 g de proteína/dia) e 115,9 g de proteína do dia 80 até 114 (3,41 g de proteína/dia). Se uma fêmea tem 16 glândulas mamárias, serão 2,2 e 54,6 g/dia de ganho proteico para as fases inicial e final da gestação, respectivamente. Isto representa uma diferença de 52,3 g ou um aumento de 24,4 vezes na taxa de ganho proteico entre o início e o fim da gestação (JI et al., 2006). As mudanças nas taxas e composição dos ganhos de tecidos afetam as necessidades individuais dos aminoácidos para o crescimento fetal e mamário durante a gestação.

Como observado, a nutrição de fêmeas gestantes não é uma tarefa simples. Vários fatores podem interferir na capacidade produtiva e reprodutiva desses animais. O estabelecimento de um programa nutricional deve levar em consideração o potencial genético do animal, o número de fetos, o desenvolvimento do aparelho mamário, a capacidade de consumo de alimento, a produção de leite e a mobilização de tecidos corporais. Práticas devem ser adotadas na granja, visando a maximizar o potencial genético destes animais. As alternativas podem envolver modificações químicas ou físicas da ração ou modificações de manejo (horário e quantidade das refeições). Para tais motivos é fundamental ter o maior número de informações possíveis da fêmea durante essa fase.

Assim o desenvolvimento de equações que facilitam a obtenção das informações é de suma importância. Posteriormente será mostrada uma equação que estima o peso da fêmea logo após o parto sem a necessidade de removê-las da gaiola para realizar a pesagem, assim facilitando o manejo nas granjas.

3 ARTIGO: MODELAGEM DO PESO PÓS-PARTO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS

3.1 Introdução

A alimentação fornecida a uma fêmea suína durante a fase de gestação deve garantir o suprimento de nutrientes para a manutenção, o crescimento materno, a reposição das reservas de gordura e músculos utilizados durante a lactação anterior e o crescimento dos leitões. Outro ponto importante é fornecer nutrientes suficientes para um bom desenvolvimento mamário, que venha a produzir uma quantidade de leite satisfatória a sua prole. Estratégias nutricionais são adaptadas ao estágio fisiológico do animal, o peso-alvo pretendido na cobertura e ao parto, a ordem de parto, recuperação de reservas e estimar o desenvolvimento dos fetos principalmente no terço final da gestação (HANNAS et al., 2014).

Tais pontos impactam diretamente na produtividade e no desempenho da fêmea suína. Porém nem sempre são priorizados, devido ao alto custo com a alimentação durante a fase de gestação, que representa em média 12% do total gasto com a alimentação na suinocultura (HANNAS & ORLANDO, 2009).

Para atender todos os objetivos estabelecidos anteriormente, os modelos matemáticos foram desenvolvidos para estimar a quantidade de nutrientes requeridos durante a fase de gestação (NRC, 1998; NRC, 2012). Esses modelos dividem os nutrientes em três componentes principais: manutenção de fêmea, peso dos conceptos e ganho de peso materno. No entanto, para determinar o peso dos conceptos são necessários o peso materno pré e pós-parto.

Infelizmente, em condições comerciais, a remoção de uma fêmea recém-parida da gaiola de parto e a locomoção até a balança para ser pesada pode ser um desafio. Produtores expressam preocupação ao mover as fêmeas dentro e fora da gaiola de maternidade após o parto, pois temem impactar negativamente na mortalidade na maternidade (THOMAS et al., 2016). Portanto, uma equação é necessária para estimar o peso pós-parto a fim de evitar esse trabalho.

O objetivo do presente estudo foi desenvolver um modelo que possa prever o peso materno pós-parto, a fim de determinar os ganhos de peso materno e fetal durante a gestação.

3.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o verão de 2017 (Jan-Fev) em uma granja denominada de “Quinto Sítio” com um plantel aproximado de 2.500 fêmeas, localizada em Iomerê – Santa Catarina. Foram utilizadas 141 (n) fêmeas de duas genéticas: Agroceres PIC (linhagens Camborough[®] e C-25[®]) e DB (linhagem DB-90[®]). Durante todo o período gestacional, as fêmeas foram alojadas em gaiolas individuais (2,5 × 0,6 m) com piso de concreto semi-ripado. A ambiência do galpão era controlada pelo manejo de cortinas. O acesso dos animais à água foi *ad libitum* durante todo o período do experimento.

As fêmeas receberam 1,9 kg de ração por dia durante os dois terços iniciais da gestação (0 - 89º dia). A partir do 90º dia de gestação, a quantidade diária de alimento fornecido aumentou para 2,4 kg de uma ração formulada com base em milho e farelo de soja (3255 kcal energia metabolizável/kg e 0,60% de lisina digestível). As fêmeas foram alimentadas individualmente com o uso do alimentador automático (*drops*), sendo o arração realizado uma vez por dia no galpão de gestação e duas vezes ao dia no galpão de maternidade (o primeiro logo no início da manhã e o segundo no início da tarde; nesse caso, a quantidade era dividida igualmente entre os arraçamentos).

A pesagem dos animais foi realizada durante a transferência das fêmeas do galpão gestação para as salas de maternidade. O escore corporal dos animais foi avaliado durante a pesagem através de avaliação visual, considerando uma escala de 1 (muito magro) até 5 (muito gordo). Estes procedimentos foram realizados entre o 109º e o 115º dia de gestação.

Entre o período que ocorreu a transferência e a pesagem pós-parto, foi acompanhado o consumo individual de cada animal. Antes de cada arração foi realizada uma avaliação do consumo da fêmea, anotando sobras do último fornecimento de ração. Ao parto, os leitões nascidos vivos e natimortos foram pesados em até 12 horas pós-parto, utilizando balanças com precisão de 5 g. Os leitões mumificados foram contabilizados e adicionais nos nascidos totais, porém o peso destes animais não foi utilizado para a elaboração da equação. Posteriormente a pesagem pós-parto, as fêmeas receberam alimentação *ad libitum* durante todo o período de lactação.

Os dados coletados foram analisados utilizando o software Minitab (Minitab for Windows, v. 17, Pennsylvania, USA). Primeiramente, as variáveis ‘peso na transferência’, ‘peso na maternidade’ e ‘perda de peso’ foram analisadas através do teste de “Grubbs” para a identificação de *outliers* (significância $P < 0,05$). Em seguida, o procedimento ‘*Best Subject*’ foi utilizado para escolha dos modelos analíticos. O peso pós-parto das fêmeas (kg) foi

considerado a variável dependente, enquanto as variáveis independentes testadas foram: escore corporal na transferência, peso na transferência (kg), número de leitões nascidos (considerando nascidos vivos e natimortos; kg), peso dos leitões nascidos (considerando nascidos vivos e natimortos; kg), consumo de ração na maternidade (kg) e intervalo entre as pesagens pré-parto e pós-parto (dias). As variáveis independentes que geraram modelos com maiores coeficientes de determinação foram selecionadas nesta etapa e analisadas utilizando o procedimento ‘*General Linear Model*’. A sequência de inclusão das variáveis nos modelos foi a mesma definida no procedimento anterior. A data de pesagem foi utilizada como fator aleatório nos modelos analíticos, enquanto a genética foi considerada como efeito fixo. A significância estatística para inclusão dos termos no modelo foi determinada em $P < 0,05$.

3.3 Resultados e Discussão

A descrição do banco de dados utilizado para as análises está apresentada na Tabela 1. O peso médio pré-parto das fêmeas pesadas na transferência foi de 200,08 kg variando de 152,5 a 249,0 kg, já o peso pós-parto médio foi de 177,9 kg com variação de 132,0 a 225,0 kg. O número de leitões nascidos variou de 4 a 20 leitões por parto, com uma média de 13,33 leitões por parição. O peso médio total da leitegada foi de 17,275 kg, sendo o peso individual médio por leitão de 1,295 kg. O intervalo entre as pesagens pré e pós-parto variou de 0 a 7 dias, sendo que a média foi de 3,61 dias entre as pesagens. Devido a granja realizar a transferência próxima a data prevista de parto, algumas fêmeas pariram horas após a transferência e esta diferença não foi contabilizada nas análises.

Os termos que foram significativos ($P < 0,05$) e que geraram os modelos com maiores coeficientes de determinação são descritos na Tabela 2. O termo ‘peso na transferência’ foi identificado como o principal fator para estimar o peso pós-parto e, por isso, foi considerado em todas as equações propostas. Os termos ‘peso da leitegada’ ou ‘número total de leitões’ foram utilizados separadamente, pois são variáveis correlacionadas entre si ($r = 0,77$; $P < 0,01$).

Houve pouca variação entre as constantes, os coeficientes angulares e os coeficientes de determinação nas equações que consideravam o ‘peso da leitegada’ em comparação com os modelos obtidos a partir do ‘número total de leitões’. Por isso, os gráficos identidade (Figura 1) são semelhantes entre as equações. Neste caso, a escolha entre os modelos pode ser baseada na facilidade de coleta dos dados, uma vez que o número de leitões nascidos é uma informação obtida com mais facilidade e acurácia que o peso dos animais.

A inclusão do termo ‘intervalo entre as pesagens’ melhorou o coeficiente de determinação em cerca de três pontos percentuais. Neste contexto, a equação que melhor estima o peso pós-parto de uma fêmea suína e que possui maior aplicabilidade prática é descrita da seguinte maneira (equação 3):

$$y = 19,36 + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2) + (2,185 \times b3)$$

Sendo:

y , peso da fêmea pós-parto, expresso em kg;

$b1$, peso pré-parto, expresso em kg;

$b2$, total de leitões nascidos, n ;

$b3$, intervalo entre a transferência e o parto, expresso em dias.

Equação semelhante foi obtida por THOMAS e seus colaboradores (2016). Este estudo foi desenvolvido utilizando 150 fêmeas, divididas em 4 grupos por ordem de parto (OP) 1, OP 2, OP 3 e OP>4. Os pesquisadores realizaram a pesagem pré-parto entre os dias 110-112 de gestação e a pesagem pós-parto em até 24 horas após o parto. Neste trabalho prévio, os termos que definiram a equação foram peso pré-parto da fêmea, número de leitões e dias entre a pesagem pré e pós-parto.

A melhora no coeficiente de determinação após a inclusão do termo ‘consumo total de ração’ foi pouco expressiva. Além disso, é preciso considerar que esta é uma variável difícil de ser obtida em algumas granjas devido à forma de arrazoamento utilizada. Em uma condição de criação comercial, a acurácia entre os dados coletados e o consumo real também pode ser questionável, o que reduziria a aplicabilidade e a confiabilidade dos resultados estimados a partir destas equações.

O consumo médio de ração das fêmeas no intervalo entre a pesagem da transferência e o parto foi de 5,37 kg de ração. Porém, estes dados apresentaram alta variação, com consumo mínimo de 0,0 kg e consumo máximo de 21,45 kg. Portanto, os dias transcorridos entre as pesagens tornam-se importantes na predição de peso materno pós-parto. O modelo prediz que, para cada dia na maternidade, a fêmea aumenta cerca de 2,09 kg de peso corporal (estimativa considerando a média entre os coeficientes angulares para o termo nas equações 3, 4, 5 e 6, quando os demais termos são mantidos constantes). O ganho de peso corporal durante esse período é atribuído principalmente ao desenvolvimento da glândula mamária, ao aumento dos fluídos placentários e ao ganho de peso dos fetos e materno. Close (2001) deixa claro que aos 114 dias de gestação, de uma fêmea primípara, 70% dos gastos energéticos são com a manutenção da fêmea, 15% com o ganho materno e o restante com a reprodução, sendo que 60% do gasto energético com a reprodução é devido ao útero gravídico, e o restante, ao

desenvolvimento da glândula mamária. Estas estimativas também inferem sobre o aumento de peso nos últimos dias de gestação.

As equações de previsão são ferramentas que podem se tornar parte importante na rotina dos profissionais da área. No entanto, é essencial que sejam usadas corretamente para evitar a geração de informações errôneas. É importante perceber que as equações são válidas enquanto as variáveis de entrada consistem em valores confiáveis e dentro dos intervalos usados para gerar a equação primária (THOMAS et al., 2016). A aplicação de equações que incorporam critérios adequados para estimar a peso materno pós-parto nos permitirão entender melhor a partição entre o ganho de peso materno e dos conceptos ao longo da gestação. Isso permitirá uma melhor compreensão da partição de nutrientes e de energia alimentar, sobretudo quanto aos ganhos como tecido materno.

O próximo passo para tornar as equações ainda mais confiáveis é realizar a validação dos modelos utilizando dados coletados em outro grupo de fêmeas. Neste protocolo, os animais serão avaliados da mesma forma que neste estudo e os dados serão analisados de forma a comparar o peso real (peso obtido no próximo estudo) e o peso simulado com as equações desenvolvidas no presente estudo.

3.4 Conclusões

O peso pré-parto expresso em kg, o número total de leitões nascidos e o intervalo entre a transferência e o parto são os termos que formam a equação que melhor estima o peso pós-parto de uma fêmea suína e que possui maior aplicabilidade prática. No entanto, é importante perceber que as equações são válidas enquanto as variáveis de entrada consistem em valores confiáveis e dentro dos intervalos usados para gerar a equação primária.

Figura 1 – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 1 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2)$). Constante (c) para a equação 1 = 30,20.

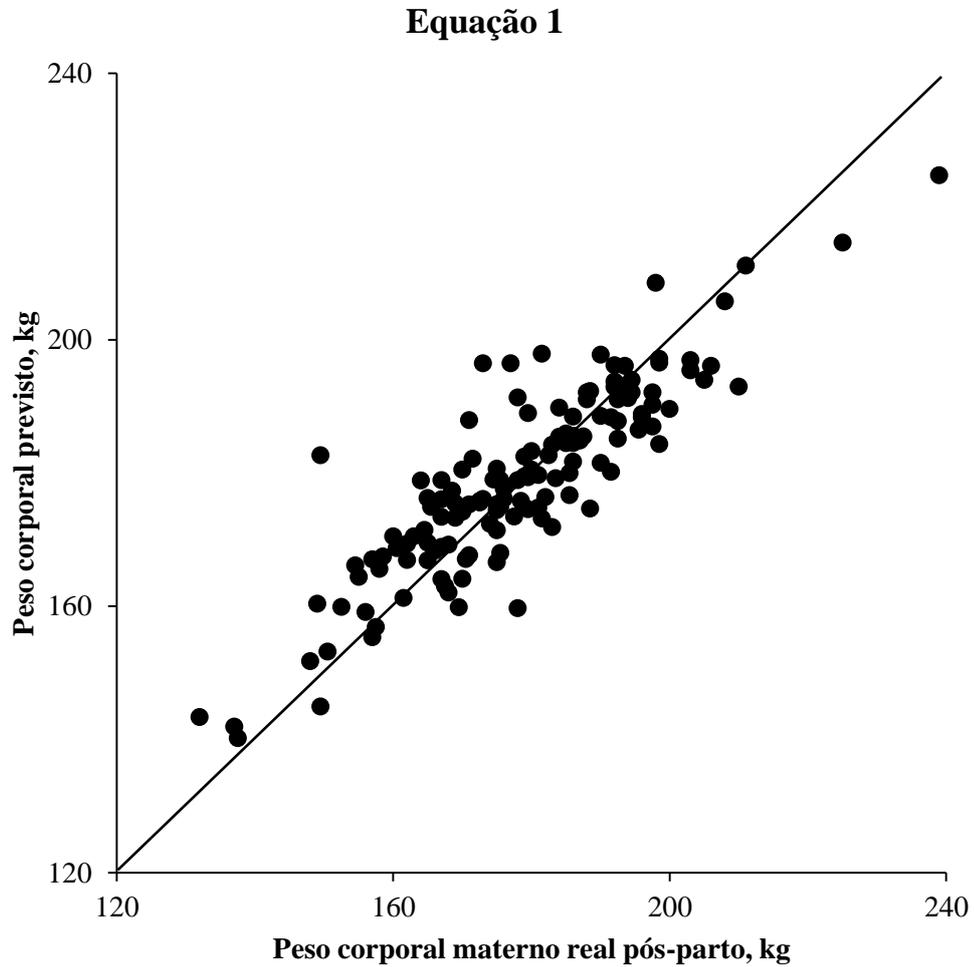


Figura 2 – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 3 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2 + (2,185 \times b3)$). Constante (c) para a equação 3 = 19,36.

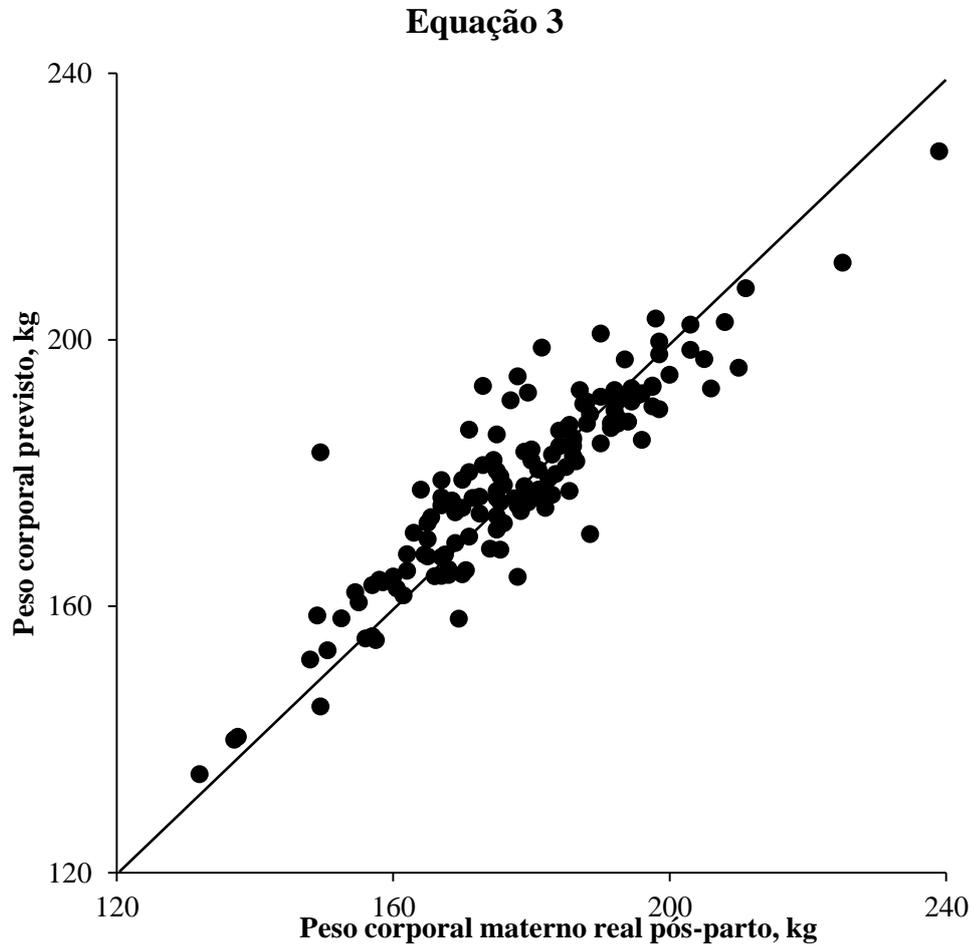


Figura 3 – Dispersão do peso corporal materno real (kg) versus peso corporal materno previsto (kg) utilizando a equação 5 ($y = c + (0,8432 \times b1) + (-1,302 \times b2 + (2,185 \times b3) + (0,037 \times b4)$). $b4$ = consumo de ração, kg. Constante (c) para a equação 5 = 19,45

Equação 5

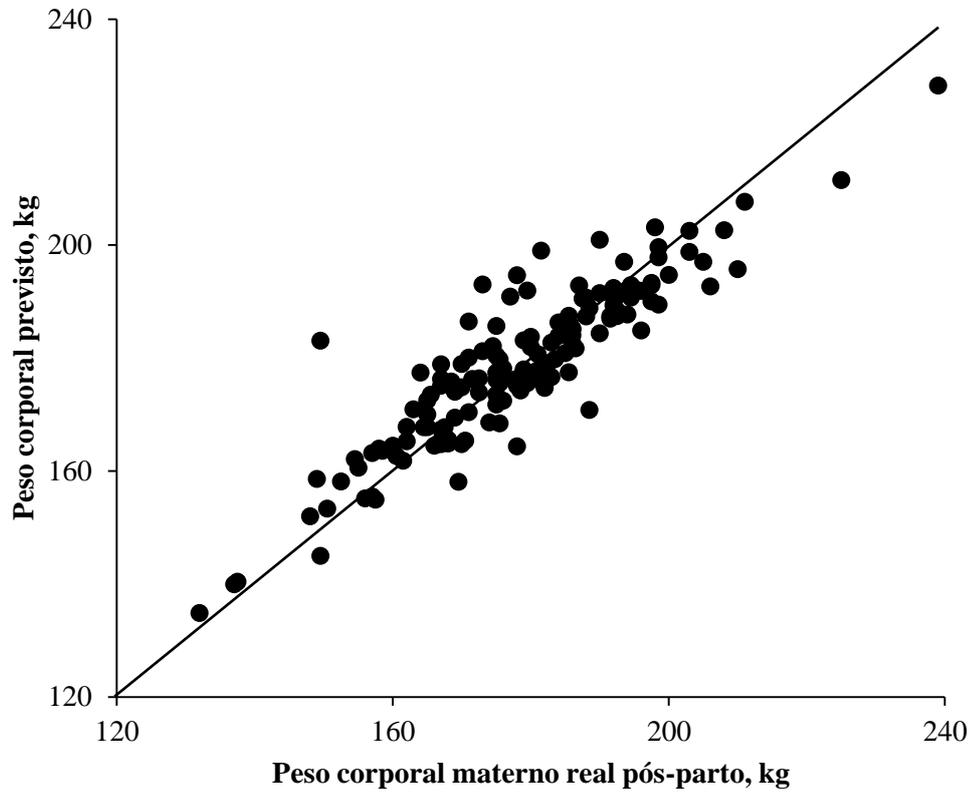


Tabela 1 – Estatística descritiva dos dados utilizados na avaliação¹.

Itens	Média	Erro padrão	Mínimo	Máximo
Peso na transferência, kg	200,08	1,380	152,50	249,00
Peso na maternidade, kg	177,88	1,340	132,00	225,00
Leitões nascidos*, n	13,33	0,258	4,00	20,00
Peso da leitegada*, kg	17,275	0,301	6,15	26,57
Intervalo entre pesagens, dias	3,61	0,127	0,00	7,00
Consumo de ração total, kg	5,37	0,357	0,00	21,45

¹ Foram utilizadas 141 fêmeas (primíparas) para a modelagem do peso materno pós-parto.

*Leitões nascidos vivos + leitões natimortos.

Tabela 2 – Equações geradas através dos termos significativos que melhor determinam o peso materno pós-parto¹.

Equação	Constante	Termos					R²
		Peso na transferência, kg	Leitões nascidos*, n	Peso da leitegada*, kg	Intervalo entre pesagens, dias	Consumo de ração total, kg	
1	30,20 ± 8,59	0,8302 ± 0,0428	-1,315 ± 0,218	-	-	-	0,7822
2	30,10 ± 8,59	0,8429 ± 0,0433	-	-1,167 ± 0,194	-	-	0,7821
3	19,36 ± 8,32	0,8432 ± 0,0399	-1,302 ± 0,203	-	2,185 ± 0,467	-	0,8134
4	18,94 ± 8,25	0,8575 ± 0,0401	-	-1,180 ± 0,179	2,271 ± 0,464	-	0,8158
5	19,45 ± 8,39	0,8428 ± 0,0402	-1,303 ± 0,204	-	2,126 ± 0,680	0,037 ± 0,311	0,8135
6	19,31 ± 8,32	0,8565 ± 0,0403	-	-1,189 ± 0,181	2,059 ± 0,676	0,134 ± 0,311	0,8160

¹ Foram utilizadas 141 fêmeas (primíparas) para a modelagem do peso materno pós-parto.

*Leitões nascidos vivos + leitões natimortos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estabelecer planos nutricionais para fêmeas é extremamente difícil, visto que diversos são os fatores que influenciam diretamente na capacidade produtiva e reprodutiva desses animais. Porém, é fundamental que a formulação de dietas atenda a exigências nutricionais das fêmeas e seus conceptos durante a gestação. Este ajuste correto entre nutrientes necessários e ofertados na gestação deve garantir um período lactacional sem perdas excessivas de peso corporal, com um desenvolvimento satisfatório dos leitões e retornando ao estro em no máximo sete dias após o desmame. Através desse trabalho, foi possível gerar equações que auxiliam os pesquisadores e nutricionistas a estimar o peso corporal das fêmeas. Dados confiáveis sobre esta característica permitem que as exigências sejam estimadas com mais precisão, atender o que vai auxiliar os profissionais da área a melhor calcular e atender tais exigências, assim maximizando o potencial das fêmeas e de seus conceptos.

REFERÊNCIAS

- BOYD, R.D.; TOUCHETTE, K.J.; CASTRO, G. **Recent advances in the nutrition of the prolific sow.** *In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM – RECENT ADVANCES IN ANIMAL NUTRITION*, 2000. Korea. **Proceedings... Seoul: Asian- Australian Association of Animal Production Societies**, 2000, v. 13, p. 261-277.
- CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. **Nutrition of sows and boars.** 1st. Ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2001, p. 377.
- DOURMAD, J.Y.; ETIENNE, M.; VALANCOGNE, A.; DUBOIS, S.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. **Animal Feed Science and Technology.** Saint-Gilles. v. 143, p. 372-386, 2008.
- DOURMAD, J.Y.; M. ETIENNE. Dietary lysine and threonine requirements of the pregnant sow estimated by nitrogen balance. **Journal of Animal Science.** Saint-Gilles, v. 80, p. 2144-2150. 2002.
- DOURMAD, J.Y.; NOBLET, J.; PERE, M.C.; ETIENNE, M. Mating, pregnancy and prenatal growth. *In: KYRIAZAKIS. Quantitative Biology of the Pig.* I. (ed.). CABI, Wallingford, UK. 1999, p. 129-152.
- FLORES, J.A.R.; IBARGÜENGOYTIA, J.A.C.; MEJÍA-GUADARRAMA, C.A. Manejo y alimentación de la cerda en lactación. *In: MEJÍA-GUADARRAMA C.A.; IBARGÜENGOYTIA J.A.C.; FLORES J.A.R.; VARELA D.B.; LANDIN G.M.; ROSALES S.G. Alimentación del trato reproductor porcino.* Coyoacán: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. I. (ed.), 2007, p.91- 117.
- HANNAS, M. I.; ORLANDO, U. Como atender as exigências nutricionais das diferentes genéticas na suinocultura: foco na fase de recria e gestação. **Acta Scientiae Veterinariae.** Porto Alegre. v. 37, p. 165-174, 2009.
- HANNAS, M. I.; LESCADO, D. Nutrição e Alimentação da Fêmea Gestante. Curvas de alimentação da fêmea gestante: fundamentos e aplicações. *In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de Suínos. Teoria e prática.* 1ª Edição. Brasília: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014, Cap. 9.3, p. 375-378.
- JI, F.; HURLEY, W. L.; KIM, S.W. Characterization of mammary gland development in pregnant gilts. **Journal of Animal Science.** v. 84, p. 579–587, 2006.
- KIM, S. W. Nutrição e Alimentação da Fêmea Gestante. Exigências nutricionais da fêmea suína gestante. *In: Associação Brasileira de Criadores de Suínos. Produção de Suínos. Teoria e prática.* 1ª Edição. Brasília: Associação Brasileira de Criadores de Suínos, 2014, Cap. 9.1, p. 386-392.
- KIM, S. W.; W. L. HURLEY; G. WU AND F. JI. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science.** v. 87, p.123–132, 2009.
- KIM, S. W.; WU, G. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis. **Amino Acids.** v. 37, p. 89-95, 2008.

MCPHERSON, R.L.; JI, F.; WU, G.; BLANTON JR. J.R.; KIM, S.W. Growth and composition changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**. v. 82, p. 2534-2540, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Swine**, 10th Rev. Ed. Washington, DC: National Academy Press. 1998, p. 210.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 2012. **Nutrient Requirements of Swine**, 11th Rev. Ed. Washington, DC: National Academy Press. 2012, p. 420.

NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; ETIENNE, M. & LE DIVIDICH, J. Energy metabolism in pregnant sows and newborn pigs. **Journal of Animal Science**. v. 75. p. 2708-2714. 1997.

PATIENCE, J.F. Meeting the energy and protein requirements of the high producing sow. **Animal Feed Science and Technology**. v. 58, p. 49-64, 1996.

PENZ JÚNIOR, A.M.; VIOLA, E.S. Nutrição. In: *SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S. et al. Suinocultura intensiva: Produção, manejo e saúde do rebanho*. Brasília: Embrapa/SPI. 1998, p.45-60.

REVELL, D.K.; WILLIAMS, I.H.; MULLAN, B.P.; RANDFORD, J.L.; SMITS, R.J. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: I. Voluntary feed intake, weight loss, and plasma metabolites. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 1729-1737, 1998.

SAMUEL, R. S.; S. MOEHN; P. B. PENCHARZ; AND R. O. BALL. Dietary lysine requirement for maintenance is $49 \text{ mg/kg}^{0.75}$ in a population of modern, high producing sows. **Advances in Pork Production**. v. 19, p. 219-223, 2008.

THOMAS, L.L.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, M.D.; TOKACH, J.M.; DEROUCHÉY, J.M.; WOODWORTH, J.C. Generating an Equation to Predict Post-Farrow Maternal Weight in Multiple Parity Sows. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**. v. 2, p. 70-76, 2016.

TOKACH, M.; DRITZ, D.V.M.; GOODBAND, B. Nutrition for optimal performance of the female pig. In: **Pig farmers Conference**. 1999. Disponível em: <http://www.teagasc.ie/publications/pig1999/paper12.htm> . Acesso em: 06 mai. 2017.

TROTTIER, N.L.; JOHNSTON, L.J.; LANGE, C.F.M. Applied amino acid and energy feeding of sows. IN: *Chantal Farmer. The Gestating and Lactating Sow*. 1ª Edição. Canadá. 2015, v. 1, cap. 6, p. 117-146.

WU, G., T. L. OTT, D. A. KNABE, AND F. W. BAZER. Amino acid composition of the fetal pig. **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 1031–1038, 1999.