



PRISCILA MARA RODARTE LIMA E PIERONI

**ESTIMATIVA DO PESO DE FETOS SUÍNOS
POR MEIO DO EXAME
ULTRASSONOGRÁFICO**

LAVRAS – MG

2013

PRISCILA MARA RODARTE LIMA E PIERONI

**ESTIMATIVA DO PESO DE FETOS SUÍNOS POR MEIO DO EXAME
ULTRASSONOGRÁFICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Antonio Carlos Cunha Lacrete Junior

LAVRAS –MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Pieroni, Priscila Mara Rodarte Lima e.

Estimativa do peso de fetos suínos por meio do exame
ultrassonográfico / Priscila Mara Rodarte Lima e Pieroni. – Lavras :
UFLA, 2013.

51 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Antônio Carlos Cunha Lacrete Júnior.

Bibliografia.

1. Suinocultura. 2. Gestação. 3. Biometria fetal. I. Universidade
Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.0892647

PRISCILA MARA RODARTE LIMA E PIERONI

**ESTIMATIVA DO PESO DE FETOS SUÍNOS POR MEIO DO EXAME
ULTRASSONOGRÁFICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de Julho de 2013.

Dr. Marcio Gilberto Zangerônimo UFLA

Dr. João Domingos Scalon UFLA

Dra. Fabrízia Portes Cury Lima UNIPAC BOM DESPACHO

Dr. Antonio Carlos Cunha Lacreta Junior
Orientador

LAVRAS – MG

2013

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por tudo o que sou.

Ao meu marido, Paulo Márcio pelo incentivo, compreensão, companheirismo e amor incondicional.

Aos meus pais, por sempre acreditarem que eu conseguiria.

Ao meu orientador, Antonio Carlos Cunha Lacrete Junior, por acreditar que conseguiríamos desenvolver este projeto.

Ao secretário Berin, por sempre estar disponível para nós, pós-graduandos.

Ao coordenador do programa, Márcio Gilberto Zangerônimo, pela oportunidade.

Ao professor João Domingos Scalon, por nos auxiliar sendo de fundamental importância para nosso trabalho.

À professora Fabrícia, por aceitar meu convite.

RESUMO GERAL

Na suinocultura, a busca por gestações cada vez maiores, muitas vezes, gera leitões de baixo peso ao nascimento, contribuindo para o aumento do refugo no plantel e baixo peso ao abate, ocasionando, conseqüentemente, prejuízos significativos ao sistema produtivo. Dessa forma, a estimativa precoce do peso dos fetos suínos reflete em tempo hábil para a implementação, também precoce, de ações tecnológicas com o intuito de reduzir as perdas econômicas e auxiliar na melhora da produção da indústria suinícola. Objetivou-se, neste trabalho, estimar o peso de leitões em diferentes idades gestacionais por meio do exame ultrassonográfico obstétrico. Para tal, foram utilizadas 15 marrãs de linhagem comercial, com adequado *status* sanitário, durante um período experimental de quatro meses. As marrãs foram divididas em três grupos: Grupo I- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 50 dias gestação (n = 5) Grupo II- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 80 dias gestação (n = 5) e Grupo III- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 106 dias de gestação (n = 5). As medidas biométricas fetais, tomadas por meio do exame ultrassonográfico, bem como os pesos fetais tomados após o abate de cada uma das fêmeas dos grupos experimentais, foram utilizados para desenvolver uma equação que pudesse prever o peso fetal, a partir das variáveis ultrassonográficas. Para tal foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla. A partir da equação encontrada, foi possível estimar com 92% a variabilidade do peso e validar os pesos fetais com 95% de confiabilidade.

Palavras-chave: Gestação. Suinocultura. Biometria fetal.

GENERAL ABSTRACT

In swine production, the search for larger pregnancies often generates piglets with low birth weight, contributing to the increased waste in the flock and low weight at slaughter, consequently, causing significant damage to the productive system. Thus, the early estimation of pig fetus weight reflects in time for the also early implementation of technological actions in order to reduce economic losses, and assist in improving the production in pig industry. This study aimed at estimating the weight of piglets at different gestational ages by means of the obstetrics ultrasonography exam. To this end, we used 15 gilts from a commercial line, with appropriate health status, during a trial period of four months. The gilts were divided into three groups: Group I consisting of pregnant females which were slaughtered with 50 gestational days ($n = 5$); Group II consisting of pregnant females which were slaughtered with 80 gestational days ($n = 5$); and Group III consisting of pregnant females which were slaughtered with 106 gestational days ($n = 5$). The fetal biometry measurements taken with the ultrasonography exam, as well as fetal weights were taken after the slaughter of each female of the experimental groups, were used to develop an equation which would predict fetal weight based on the ultrasound variables. For this we used a multiple linear regression model. From the equation obtained, it was possible to estimate weight variability with 92% accuracy and validate fetal weights 95% accuracy.

Keywords: Gestation. Swine culture. Fetal biometry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

ARTIGO 1

- Figura 1. Imagens ultrassonográficas das medidas biométricas fetais aos 49 (A-B), 79 (C-D) e 104 (E-F) dias de gestação. DBP: diâmetro biparietal; DOCF: diâmetro occípetofrontal; DAT: diâmetro axial transverso e DAP: diâmetro anteroposterior.39
- Figura 2. Imagens ultrassonográficas do comprimento do fêmur (CF) aos 79 (A) e 105 (B) dias de gestação.40
- Figura 3. Peso dos fetos observados e estimados pela equação $PF = 475,72 - 17,23DG - 48,06DOCF + 21,04 DAP + 1,29 (DIA \times DOCF) - 1,01 (CF \times DOCF) + 0,58 (CF \times DAP) - 0,87 (DOCF \times DAP)$ em que PF = peso do feto, DG = dias de gestação, DOCF = diâmetro occípetofrontal, DAP = diâmetro anteroposterior e CF= comprimento do fêmur.46

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE – ARTIGO

ARTIGO 1

- Tabela 1. Medidas biométricas de fetos suínos obtidas por exame ultrassonográfico obstétrico de marrãs* em diferentes estágios da gestação.....43
- Tabela 2. Estimativas dos parâmetros, erro padrão, valor t e de probabilidade do modelo ajustado entre os valores observados (peso real dos fetos) e as medidas biométricas obtidas pelo exame ultrassonográfico em marrãs em diferentes estágios da gestação.44
- Tabela 3. Peso médio estimado* e observado** dos fetos e seus respectivos erros-padrão, obtidos de marrãs em diferentes idades gestacionais.45

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	11
1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1 Gestação em suínos	13
2.2 O problema com os leitões de baixo peso	17
2.3 Ultrassonografia obstétrica em suínos	18
2.4 Estimativa do peso fetal por ultrassom	20
2.5 Regressão linear múltipla	22
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25
SEGUNDA PARTE - ARTIGO	31
ARTIGO 1 Estimativa do peso de fetos suínos por meio do exame ultrassonográfico	31

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Por haver um consumo cada vez maior de carne suína, a suinocultura tornou-se uma atividade econômica mundialmente explorada e pertencente ao chamado agronegócio. No Brasil, o agronegócio apresenta-se como mola propulsora da economia, garantindo um percentual significativo de crescimento do PIB (produto interno bruto), da geração de emprego e renda *per capita*. As atividades relacionadas à suinocultura ocupam lugar de destaque no cenário brasileiro do agronegócio, pois contribuem para o setor social e econômico.

Dentro deste cenário, a suinocultura ganha cada vez mais importância, passando a ser amplamente estudada para que novas técnicas sejam desenvolvidas no que tange à reprodução suína.

Uma das características da suinocultura atual é a de usar fêmeas suínas hiperprolíferas, fato que contribui para o aumento do número de leitões produzidos por porca, ao ano. No entanto, esse avanço no melhoramento genético trouxe como consequência o aumento no número de leitões com baixo peso ao nascimento, contribuindo para o crescimento do refugo no plantel e baixo peso ao abate, que geram prejuízos significativos ao sistema produtivo como um todo.

Segundo Rens et al. (2005), o baixo peso de leitões ao nascer predispõe a uma menor chance de sobrevivência dos mesmos. Quiniou, Dagorn e Gaudré (2002) afirmam que essa sobrevivência diminuiu ainda mais em leitões que apresentam média inferior a 1,0 kg. O baixo crescimento fetal pode estar relacionado a vários fatores como sanidade, genética e qualidade de desempenho dos animais.

A ultrassonografia é um método de diagnóstico prático e efetivo. A utilização dessa técnica vem crescendo nos últimos anos, principalmente para a realização de acompanhamento gestacional em muitas espécies. Além do diagnóstico precoce, a ultrassonografia obstétrica também permite a avaliação da viabilidade fetal, durante o período de gestação (TORRES, 2008). Essas informações são importantes, pois auxiliam no manejo reprodutivo e no acompanhamento do desenvolvimento embrionário e fetal, permitindo a detecção de prováveis perdas, e a reintrodução imediata dessas fêmeas em reprodução, bem como o descarte.

Na suinocultura, a ultrassonografia já foi utilizada para avaliação e acompanhamento do trato reprodutivo em fêmeas, detecção precoce de gestação e viabilidade fetal, determinação do número de fetos, e também na indústria de carne suína. Entretanto, não existem na literatura relatos da sua aplicação na estimativa do peso fetal em suínos.

Objetivou-se, com o presente experimento, estimar por meio do exame ultrassonográfico obstétrico, o peso de fetos suínos. Para tal, foi proposta uma análise de regressão linear múltipla, correlacionando o peso dos fetos após o abate das fêmeas gestantes, em três diferentes períodos de gestação (50, 80 e 106 dias), com as variáveis biométricas ultrassonográficas obtidas nos mesmos períodos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestação em suínos

De acordo com Hafez (1993), a gestação de suínos, assim como de outros mamíferos, acontece no interior do útero da fêmea, onde o embrião se desenvolve. Inicialmente, relaciona-se com a nutrição do feto em desenvolvimento e com as consequentes adaptações maternas necessárias a esse período (HAFEZ; JAINUDEEN, 2004).

Segundo Granados, Dias e Sales (2006), a gestação é o período que vai da fecundação do óvulo pelo espermatozoide até o momento do parto (ou aborto). Em suínos, a gestação tem duração média de 114 dias (três meses, três semanas e três dias) , podendo variar para mais ou menos quatro dias, dependendo da genética, linhagem, ambiente e manejo. O período gestacional é dividido em três fases: ovo ou zigoto, embrionária ou organogênese, e fetal (ALVARENGA et al., 2011).

A primeira fase vai desde a fecundação até o desenvolvimento das membranas fetais primitivas do zigoto no útero (ALVARENGA et al., 2011). Diversas alterações acontecem na estrutura celular após a fecundação. Essas modificações são responsáveis pela origem embrionária; assim, em poucas horas, uma única célula sofre sucessivas divisões, formando duas populações distintas que, futuramente, constituirão o embrião e as membranas extraembrionárias (MARTINAT-BOTTÉ et al., 1998).

A fecundação inicia-se quando há a fusão dos gametas masculino e feminino, formando uma única célula chamada zigoto (HAFEZ, 1993). Esse processo ocorre na ampola da tuba uterina, e sua segmentação acontece à medida que o ovócito fertilizado se desloca. Essa segmentação origina as células

que recebem o nome de blastômeros. Com a ocorrência de mitoses e clivagens, o zigoto se transforma em mórula (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 1995).

Entre o 6º e 7º dia de gestação, o embrião passa a ser conhecido como blastocisto (MARTINAT-BOTTÉ et al., 1998). O acúmulo gradual de líquido na tuba origina uma cavidade na porção central da mórula e afasta os blastômeros que passam a constituir uma camada periférica, o trofoblasto ou trofotoderma. Nessa fase, o blastocisto torna-se dependente do ambiente uterino para sobreviver.

Ambas as categorias celulares do blastocisto são essenciais para o desenvolvimento embrionário: o trofoblasto está envolvido nas interações com o útero resultando na implantação, e a massa celular interna dará origem ao embrião e aos folhetos embrionários (ectoderma, endoderma e mesoderma) que, posteriormente, resultarão na diferenciação dos tecidos e órgãos do feto e também na formação das membranas fetais (FREITAS, 2006). Segundo Geisert et al. (1982), em poucos dias, os blastocistos passam da forma ovóide para tubular e, posteriormente, para filamentoso.

Por volta do 12º, 13º dia após a fecundação, acontece o reconhecimento materno da gestação e, conseqüentemente, o início do processo de implantação do embrião (SPENCER et al., 2004). De acordo com Hughes e Varley (1980), para o reconhecimento materno da gestação, são necessários no mínimo quatro embriões que produzirão estrógeno suficiente para desencadear o início da sinalização gestacional.

A ação do estrógeno, movimentos peristálticos de baixa intensidade e movimentos ondulares dos cílios das células epiteliais da tuba uterina irão controlar a passagem do blastocisto da tuba para o útero (FREITAS, 2006). O tempo que o embrião leva para chegar ao útero é variável entre as espécies animais, sendo que, em suínos, a fase do zigoto dura aproximadamente 12 dias (HAFEZ, 1993).

Nos suínos, quando o corpo lúteo se desenvolve, produzindo a progesterona, responsável pelo desenvolvimento e preparação do endométrio para o desenvolvimento fetal, tem início a segunda fase da gestação: a fase embrionária ou organogênese. Nessa fase, a implantação dos embriões acontece nos cornos uterinos, por volta do 17º ao 24º dia após a fertilização. Nesse período, formam-se os tecidos, órgãos e sistemas mais importantes do organismo (ALVARENGA et al., 2011; MARTINAT-BOTTÉ et al., 1998). Essa fase estará terminada, aproximadamente, a partir do 35º dia gestacional (PANZARDI et al., 2007).

O desenvolvimento do embrião dentro do corpo da mãe influencia sobremaneira os mecanismos e funções desse organismo materno. Dessa forma, a fisiologia materna é modificada, por meio de mecanismos endócrinos, a fim de sustentar a si e a gestação (FREITAS, 2006).

Dentre os inúmeros hormônios secretados durante a gestação está a progesterona. Esse hormônio é produzido pelo corpo lúteo e induz à secreção de nutrientes básicos que atuarão no crescimento do conceito até o final do processo de implantação, além de auxiliar na redução do tônus uterino e da contratilidade do miométrio, permitindo a expansão, a adesão e a implantação do conceito (FREITAS, 2006). Portanto, como afirma Torres (2008), esse hormônio é fundamental para a manutenção da gestação.

Segundo Junqueira e Carneiro (1995), ao chegar ao útero, o blastocisto permanece em contato com o endométrio durante um período de tempo e é envolvido pela secreção das glândulas endometriais. A implantação ocorre quando, ainda na fase de blastocisto, a zona pelúcida se rompe permitindo que as células trofoblásticas entrem em contato direto com o endométrio ao qual aderem. Imediatamente, começa uma multiplicação intensa dessas células que irão assegurar sua nutrição por meio do endométrio, uma vez que o trofoblasto é capaz de obter os nutrientes do útero por meio de endocitose e também por

fagocitose. Esse fenômeno se intensifica à medida que aumenta a função nutricional do trofoblasto.

Mesmo diante das diferenças existentes entre os mamíferos, no que se refere aos processos de implantação, o blastocisto apresenta características similares em todas as espécies. Tal evento pode ser resumido como uma série de interações complexas entre dois tecidos, o endométrio e o trofoblasto, que darão origem às estruturas placentárias (TORRES, 2008).

A placenta separa o organismo materno e o feto, portanto desempenha papel fundamental ao assegurar o desenvolvimento do feto. Fisiologicamente, substitui o trato gastrointestinal, os pulmões, os rins, o fígado e as glândulas endócrinas do feto. Dessa forma, todo o contato do feto se dá através da placenta (HAFEZ; JAINUDEEN, 2004). No que se refere à formação da placenta, González (2002) esclarece que sua origem provém da fusão das membranas fetais com o endométrio, o que explica a interrelação fisiológica entre a mãe e o feto, estando unida ao embrião por um cordão de vasos sanguíneos.

Existem inúmeros tipos de placenta nas diferentes espécies e elas são classificadas segundo o número de camadas que integram a unidade fetoplacentária (TORRES, 2008). Na espécie suína, a placenta é do tipo epiteliocorial cotiledonária, possuindo de uma a cinco camadas (MIGLINO; PEREIRA; CARVALHO, 2001). Essa placentação está caracterizada pelos placentomas, locais de maior área de contato entre feto e mãe, onde os cotilédones fetais se fusionam com as carúnculas, as quais são projeções especiais da mucosa uterina. Os placentomas são as unidades fetoplacentárias funcionais (GONZÁLEZ, 2002).

No 35º dia de gestação inicia-se o segundo terço da fase gestacional. Nessa fase, apesar da organogênese estar completa, ainda ocorre o processo de calcificação do esqueleto dos fetos, para que haja o término do desenvolvimento corporal desses (WU et al., 1999).

Por fim, ocorre o terceiro terço de gestação, que culmina com a fase em que se observa grande ganho de peso e maior taxa de crescimento, se comparado aos outros períodos (MCPHERSON et al., 2004).

2.2 O problema com os leitões de baixo peso

No mínimo dois terços da variação no tamanho das leitegadas são devido à mortalidade pré-natal (LENDE, 2000). Apesar da mortalidade embrionária ser, quantitativamente, mais importante que a mortalidade fetal, essa última pode ser responsável por perdas acima de um leitão por parto. Segundo Lende e Schoenmaker (1990), a importância da mortalidade fetal em suínos tem aumentado devido ao aumento na taxa de ovulação e provável limitação da capacidade uterina. O espaço uterino limitado pode prejudicar o desenvolvimento dos leitões, pois gestações com elevado número de conceptos fazem com que diminua a área de contato do embrião/feto com a parede uterina (BAZER et al., 1990) levando à competição entre os fetos intrauterinos (RAMPACEK et al., 1975).

O menor peso ao nascimento predispõe a uma menor chance de sobrevivência dos leitões (RENS et al., 2005), principalmente naqueles indivíduos com média inferior a 1,0 kg (QUINIQU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). Esses animais possuem menores níveis de reservas energéticas corporais, maior sensibilidade ao frio, demoram mais tempo para alcançar os tetos e mamar efetivamente, além de terem menor habilidade em escolher os melhores tetos (PANZARDI et al., 2009). Esses fatores, em conjunto, predispõem à menor aquisição de imunidade passiva, gerando um quadro de subnutrição, resultando em altas taxas de mortalidade pós-natal e comprometendo o desenvolvimento futuro (QUINIQU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002).

Outro fator importante é a capacidade termorregulatória dos leitões, que possui grande impacto em sua viabilidade, sendo esse parâmetro fisiológico diretamente relacionado ao peso ao nascimento. Leitões mais leves possuem maior superfície corporal em relação ao seu peso, estando, portanto, mais propensos a um quadro de hipotermia (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Esses leitões apresentam pior rendimento de carcaça, percentual de carne e área muscular de lombo, além de maior percentual de gordura interna, em relação àqueles com peso adequado ao nascimento (REHFELDT; KUHN, 2006).

2.3 Ultrassonografia obstétrica em suínos

A ultrassonografia foi utilizada na indústria suína na década de 1950 para avaliar carcaças de animais ainda vivos (MOOLLER, 2002). As primeiras técnicas ultrassonográficas utilizadas no diagnóstico gestacional de suínos foram em modo *Doppler* e modo A (STURION et al., 2012). Posteriormente, por meio da ultrassonografia em modo B, diagnosticaram prenhez em fêmeas suínas que se encontravam entre a sexta e a décima terceira semana pós-cobertura (PEQUENO; ALFARO; WISCHRAL, 2009a).

A partir de então, inúmeros estudos surgiram com o intuito de evidenciar a eficiência da ultrassonografia na produção suína. Em 2005, sua aplicação passou a diagnosticar também falhas reprodutivas de origem uterina e, a cada dia, mais vantagens e utilizações vão sendo descobertas pela ciência (CORTEZ et al., 2006).

Dessa forma, a indústria suína tornou-se extremamente interessada nas utilizações de ultrassonografias, uma vez que a produtividade de uma criação suína depende, diretamente, da eficiência reprodutiva do rebanho (MOELLER, 2002). Assim, destaca-se que o desempenho produtivo dos suínos está

diretamente ligado ao número de leitões desmamados por fêmea/ano, além da quantidade de dias não produtivos, improdutivos ou abertos (WILLIAM; PINEIRO; DE LA SOTA, 2001).

Na suinocultura, a utilização da ultrassonografia tem impacto positivo no desenvolvimento da avaliação do desempenho reprodutivo, principalmente das fêmeas. Com o uso dessa tecnologia, é possível diagnosticar a gestação precocemente, determinar a viabilidade embrionária e fetal; estabelecer melhores programas de inseminação artificial para cada granja; diminuir o tempo de introdução de fêmeas de reposição sem prejudicar seu desempenho reprodutivo; determinar patologias do trato urogenital, como a presença de cistos ovarianos ou mesmo infecções urinárias (PEQUENO; ALFARO; WISCHRAL, 2009b, p. 11).

Para realizar a ultrassonografia transabdominal do trato reprodutivo em suínos, a fêmea deve estar em gaiolas de gestação, para que a movimentação seja limitada. As imagens ultrassonográficas obstétricas em modo B podem ser obtidas usando-se transdutores convexo de 3,5MHz e linear de 5MHz. Para a localização do útero deve-se, primeiramente, localizar a bexiga colocando o transdutor na região paramamária próxima à perna, voltado para a coluna e inclinado ligeiramente para frente, estando o útero cranial à mesma (KNOX; ALTHOUSE, 1999).

Segundo Flowers et al. (1999), nos suínos é possível realizar o diagnóstico da gestação a partir do 17º dia após cobertura ou inseminação artificial. Entretanto, a acurácia nessa idade é baixa, devido à pequena quantidade de líquido amniótico. Dessa forma, para que se tenham maiores índices de confiabilidade do diagnóstico ultrassonográfico da prenhez, esse deve ser realizado no 21º da gestação. No entanto, Simões, Fontes e Almeida (2009) relataram que, no 18º dia de gestação a vesícula já pode ser visualizada e apresenta um diâmetro de aproximadamente 10 mm.

De acordo com Cortez et al. (2006) e Williams, Pineiro e De La Sota (2001), por meio da ultrassonografia, é possível visualizar as vesículas embrionárias e também o embrião (estrutura ecogênica no interior da vesícula), bem como acompanhar seu crescimento e viabilidade, estimar a idade gestacional e, portanto, o momento do parto.

Martinat-Botté et al. (2005) esclarecem que as vantagens na utilização da ultrassonografia ultrapassam a questão do diagnóstico de prenhez, já que o ultrassom pode ser usado para supervisionar a gestação, possibilitando-se avaliar a porcentagem de fêmeas que permanecem gestantes e, dessa forma, estabelecer a mortalidade embrionária ou fetal.

Portanto, a utilização da ultrassonografia na suinocultura gera duas consequências básicas com relação à produtividade e reprodução: a primeira é a melhora significativa dos retornos ao estro e a segunda é a diminuição dos dias não produtivos e o descarte de fêmeas. Com isso, a técnica ultrassonográfica pode ser considerada uma ferramenta eficiente na otimização do manejo dos suínos (CORTEZ et al., 2006).

2.4 Estimativa do peso fetal por ultrassom

A ultrassonografia pode ser utilizada para se determinar o peso fetal estimado (PFE) em humanos. Esse conhecimento é importante em qualquer gestação, uma vez que a relação entre o peso fetal e a idade gestacional pode fornecer subsídios para o diagnóstico de condições maternas e fetais que estejam prejudicando o desenvolvimento do potencial intrínseco de crescimento do feto. Assim, é possível reduzir a morbidade e mortalidade associadas ao retardo de crescimento intrauterino (RCIU) (HADLOCK; HARRIST; MARTINEZ-POYER, 1991).

Desde a década de 1970, várias fórmulas foram desenvolvidas, utilizando-se diversas combinações entre os parâmetros biométricos fetais como: o diâmetro biparietal (DBP), diâmetro occipitofrontal (DOCF), diâmetro ântero posterior (DAP) e diâmetro axial transverso (DAT), circunferência cefálica (CC), circunferência abdominal (CA) e o comprimento do fêmur (CF), mas nenhuma foi considerada superior à outra (HADLOCK et al., 1985; RICCI et al., 2011).

Contudo, essa determinação do peso é sempre complicada, pois é difícil estabelecer os padrões normais, uma vez que muitos fatores não patológicos, como as características populacionais e os fatores ambientais influenciam nessa estimativa. Para Cecatti (2000), uma das variantes mais importantes é o potencial intrínseco de crescimento individual do feto.

Além disso, a técnica para a estimativa do peso fetal pode sofrer variações que vão desde fórmulas já inclusas nos aparelhos ultrassonográficos, até variações do observador. De acordo com Ricci et al. (2011), a experiência do operador é importante para uma melhor estimativa do peso fetal. Predanic et al. (2002) demonstram a curva de aprendizado na estimativa do peso fetal, observando significativa melhora na acurácia entre os residentes em treinamento após 24 meses; porém, até mesmo entre os operadores experientes, há diferença interobservador.

Segundo Ricci et al. (2011), a biometria fetal constitui-se da obtenção das seguintes medidas: diâmetro biparietal (DBP), diâmetro occipitofrontal (DOCF), diâmetro ântero posterior (DAP) e diâmetro axial transverso (DAT) e comprimento do fêmur (CF), que podem ser utilizadas em fórmulas para estimativas do peso fetal.

2.5 Regressão linear múltipla

A regressão linear múltipla consiste em determinar-se uma função matemática que busca descrever o comportamento de determinada variável chamada de dependente, com base nos valores de duas ou mais variáveis chamadas de independentes, realizando assim projeções a partir dessa relação descoberta. Objetiva-se, na regressão linear múltipla, estimar os valores da variável dependente selecionada pelo pesquisador, com base nos valores conhecidos ou fixados das variáveis independentes (COELHO-BARROS et al., 2008).

De acordo com Esteves e Sousa (2007), a combinação linear de variáveis independentes, usadas coletivamente para prever a variável dependente, é também conhecida como equação ou modelo de regressão. Uma generalização seria a regressão linear múltipla, cujo modelo sistemático utilizado é dado por:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots \beta_n X_n + \epsilon$$

Onde,

Y é a variável dependente;

X_1, X_2, \dots, X_n são as variáveis independentes;

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_n$ são denominadas parâmetros da regressão;

ϵ é o termo que representa o resíduo ou erro da regressão.

β_0 é denominado intercepto, ou coeficiente linear que representa o valor de Y quando X é igual a zero.

β_1, \dots, β_n são chamados coeficientes angulares.

O primeiro passo para a estimação do modelo de regressão é a seleção das variáveis e a sua identificação como dependente e independente. Podendo realizar a estimação Stepwise , também chamado de método por etapas ou passo a passo, sendo este o mais comum dos métodos de busca sequencial, que possibilita examinar a contribuição adicional de cada variável independente ao modelo, pois cada variável é considerada para inclusão, antes do desenvolvimento da equação. A partir daí, avalia-se quais serão mais significativas chegando-se ao modelo mais adequado (TORRES; ABBAD, 2002).

O diagrama de dispersão é um gráfico em que são plotadas duas variáveis, no qual permite-se analisar o comportamento das variáveis em estudo, podendo ser uma reta ou uma curva exponencial, entre outras (COELHO-BARROS et al., 2008).

Entretanto, antes de se utilizar um modelo de regressão linear para estimação e predizer a variável resposta deve-se saber se o modelo é válido, ou seja, se esses regressores ou algum deles contribui para explicar a variável resposta (ESTEVES; SOUSA, 2007).

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo em muito poderá auxiliar granjas industriais com o intuito de diagnosticar-se o baixo peso no decorrer da gestação , pois um menor peso ao nascimento predispõe a uma menor chance de sobrevivência dos leitões, principalmente em indivíduos com média inferior a 1 Kg. Isso pode servir de base para novos projetos relacionados à estimativa de peso desenvolvendo outros modelos de regressão e também projetos baseados no aumento de peso dos fetos, a partir do diagnóstico desfavorável.

Nesse sentido, na suinocultura, torna-se relevante a utilização da ultrassonografia para estimar o peso dos fetos, uma vez que permite detectar a média do peso da leitegada e elaborar estratégias para reverter essa situação.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA, A. L. N. et al. **Aspectos reprodutivos e estresse na espécie suína**. Lavras: UFLA, 2011. 40 p. (Boletim Técnico, 86).

BAZER, F. W. et al. Physiological limits to reproduction. In: WORLD CONGRESS GENETIC APPLIED LIVESTOCK PRODUCTION, 4., 1990, Edinburgh. **Proceedings...** Edinburgh: Scotland, 1990. p. 292.

CECATTI, J. G. Curva dos valores normais de peso fetal estimado por ultrasonografia segundo a idade gestacional. **Caderno de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 4, p. 1083-1090, out./dez. 2000.

COELHO-BARROS, E. A. et al. Métodos de estimação em regressão linear múltipla: aplicação a dados clínicos. **Revista Colombiana de Estadística**, Bogotá, v. 31, n. 1, p. 111-129, 2008.

CORTEZ, A. A. et al. Uso do eco-ultrassom, doppler e ultrasonografia modo-B para o diagnóstico precoce de gestação em suínos. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, Recife, v. 9, n. 1, p. 9-16, jan./abr. 2006.

ESTEVES, E.; SOUSA, C. **Análise de dados e planejamento experimental**. Faro: Universidade do Algarve, 2007. 32 p.

FLOWERS, W. L. et al. Real-time ultrasonography and pregnancy diagnosis in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 1, p. 1-9, Jan. 1999.

FREITAS, E. S. de. **Proliferação, apoptose e morfometria do útero e da placenta de ratas hipertireóideas na gestação e no pós-parto associadas a desenvolvimento fetal**. 2006. 72 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

GEISERT, R. D. et al. Establishment of pregnancy in the pig: II., cellular remodeling of the porcine blastocyst elongation on day 12 of pregnancy. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 27, p. 941-955, 1982.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Introdução à endocrinologia reprodutiva veterinária**. Porto Alegre: UFRGS, 2002. 147 p.

GRANADOS, L. B. C.; DIAS, A. J. B.; SALES, M. P. **Aspectos gerais da reprodução de caprinos e ovinos**. Campos dos Goytacazes: PROEX/UENF, 2006. 54 p.

HADLOCK, F. P. et al. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: a prospective study. **American Journal of Obstetrics and Gynecology**, Saint Louis, v. 151, n. 3, p. 333-337, 1985.

HADLOCK, F. P.; HARRIST, R. B.; MARTINEZ-POYER, J. Utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. **Radiology**, Boston, v. 181, n. 1, p. 129-133, Oct. 1991.

HAFEZ, E. S. E. Anatomy of female reproduction. In: _____. **Reproduction in farm animals**. 6th ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p. 20-55.

HAFEZ, E. S. E.; JAINUDEEN, M. R. Fisiologia da reprodução. In: _____. **Reprodução animal**. 7. ed. São Paulo: Manole, 2004. p. 141-155.

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 78, n. 1, p. 25-45, Nov. 2002.

HUGHES, P.; VARLEY, M. Pregnancy. In: _____. **Reproduction in the pig**. London: Butterworths, 1980. p. 93-123.

JUNQUEIRA, L. C. U.; CARNEIRO, J. Aparelho reprodutor feminino. In: _____. **Histologia básica**. 8. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1995. p. 367-388.

KNOX, R.; ALTHOUSE, G. C. Visualising the reproductive tract of the female pig using real-time ultrasonography. **Swine Health Production**, Ontario, v. 7, n. 5, p. 207-215, 1999.

LENDE, T. van der. Embryonic and fetal mortality in swine: causes, consequences and how to prevent these losses. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE REPRODUÇÃO E INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL EM SUÍNOS, 7., 2000, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: UFPR, 2000. p. 243-252.

LENDE, T. van der; SCHOENMAKER, G. J. W. The relationship between ovulation rate and litter size before and after day 35 of pregnancy in gilts and sows: an analysis of published data. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 217-229, 1990.

MARTINAT-BOTTÉ, F. et al. Echographie & reproduction chez la truie. In: _____. **Bases et application pratiques**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1998. p. 105-110.

_____. Gestação. In: _____. **Ultrasonografía y reproducción en cerdas: principios y aplicaciones prácticas**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2005. p. 52-73.

MCPHERSON, R. L. et al. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, n. 9, p. 2534-2540, Sept. 2004.

MIGLINO, M. A.; PEREIRA, F. T. V.; CARVALHO, A. F. A morfologia placentária dos suínos domésticos. **Arquivos de Ciência Veterinária e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 4, n. 1, p. 71-76, 2001.

MOELLER, S. J. Evolution and use of ultrasonic technology in the swine industry. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 2, p. 19-27, 2002.

PANZARDI, A. et al. Eventos cronológicos da gestação: da deposição dos espermatozoides no trato reprodutivo feminino ao desenvolvimento dos fetos. In: BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. (Ed.). **Suinocultura em ação 4: a fêmea suína gestante**. Porto Alegre: UFRS, 2007. p. 43-71.

_____. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. S49-S60, 2009. Suplemento.

PEQUENO, A. P.; ALFARO, C. E. Z.; WISCHRAL, A. Acurácia da ultrassonografia modo-B no diagnóstico de gestação e determinação do número de fetos em matrizes suínas. **Ciências Veterinárias nos Trópicos**, Recife, v. 12, n. 1/3, p. 28-34, 2009a.

_____. Utilização do ultrassom modo-B no estudo do sistema reprodutivo de fêmeas suínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 33, n. 3, p. 161-168, jul./set. 2009b.

PREDANIC, M. et al. Ultrasonographic estimation of fetal weight: acquiring accuracy in residency. **Journal of Ultrasound in Medicine**, Philadelphia, v. 21, n. 5, p. 495-500, 2002.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 78, n. 1, p. 63-70, Nov. 2002.

RAMPACEK, G. R. et al. Uterine capacity and progesterin levels in superinducted gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 41, p. 564-567, 1975.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 113-123, 2006. Supplement.

RENS, B. T. T. M. van et al. Preweaning piglet mortality in relation to placental efficiency. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, n. 1, p. 144-151, Jan. 2005.

RICCI, A. G. et al. Acurácia da estimativa ultrassonográfica do peso fetal e influência de fatores maternos e fetais. **Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 9, p. 240-245, 2011.

SIMÕES, J.; FONTES, P.; ALMEIDA, J. C. Diagnóstico de gestação e de patologias uterinas por ecografia em ruminantes, eqüinos e suínos: fundamentos teórico-práticos. **Veterinária**, Vila Real, v. 1, n. 1, p. 1-66, 2009.

SPENCER, T. E. et al. Conceptus signals for establishment and maintenance of pregnancy. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 82, n. 83, p. 537-550, 2004.

STURION, D. J. et al. **Diagnóstico gestacional ultrassonográfico em porcas:** relato de casos. Disponível em:
<http://fio.edu.br/cic/anais/2010_ix_cic/pdf/09VET/12VET.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2012.

TORRES, C. A. **Estimação da idade gestacional por ultra-sonografia no primeiro terço da gestação em cabras saanen.** 2008. 58 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

TORRES, C. V.; ABBAD, G. Regressão múltipla stepwise e hierárquica em psicologia organizacional: aplicações, problemas e soluções. **Estudos de Psicologia**, Campinas, v. 7, p. 19-29, 2002. Número especial.

WILLIAM, S.; PINEIRO, P.; DE LA SOTA, R. L. Ultrasonografía reproductiva em producción porcina. **Analecta Veterinária**, La Plata, v. 21, n. 1, p. 50-56, 2001.

WU, G. et al. Amino acid composition of the fetal pig. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 129, n. 5, p. 1031-1038, May 1999.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

**ARTIGO 1 Estimativa do peso de fetos suínos por meio do exame
ultrassonográfico**

Priscila Mara Rodarte Lima e Pieroni^a

Artigo formatado segundo as normas da Theriogenology para submissão

^a Departamento de Ciências Veterinárias, Campus Universitário – Universidade Federal de Lavras, 37200-000 Lavras/MG, Brasil. Email: priscilarodarte@yahoo.com.br.

RESUMO

Na suinocultura, a estimativa precoce do peso dos fetos suínos, reflete em tempo hábil para implementação, também precoce, de ações tecnológicas para reduzir as perdas econômicas, e auxiliar na melhora da produção da indústria suinícola. Sendo assim, busca-se por gestações cada vez maiores, muitas vezes, gera leitões de baixo peso ao nascimento, contribuindo para o aumento do refugo no plantel e baixo peso ao abate, ocasionando, conseqüentemente, prejuízos significativos ao sistema produtivo. Objetivou-se, neste estudo, estimar o peso de leitões em diferentes idades, por meio do exame ultrassonográfico obstétrico. Para tal, foram utilizadas 15 marrãs de linhagem comercial, com adequado *status* sanitário, durante um período experimental de quatro meses. As marrãs foram divididas em três grupos: Grupo I- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 50 dias de gestação (n = 5), Grupo II- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 80 dias de gestação (n = 5) e Grupo III- constituído por fêmeas gestantes que foram abatidas aos 106 dias de gestação (n = 5). As medidas biométricas fetais, tomadas por meio do exame ultrassonográfico, bem como os pesos fetais, tomados após o abate de cada uma das fêmeas dos grupos experimentais, foram utilizados para desenvolver uma equação que pudesse prever o peso fetal, a partir das variáveis ultrassonográficas. Para tal foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla. A partir da equação encontrada, foi possível estimar e

validar os pesos fetais com 95% de confiabilidade explicando 92% da variabilidade dos pesos.

Palavras-chave: Gestação. Suinocultura. Ultrassonografia.

ABSTRACT

In swine production, the early estimation of the weight of fetuses reflects in time for the also early implementation of technological actions with the intention of reducing economic loss and aid in improving production in the swine industry. Thus, the search for increasingly larger gestations often generated low weight piglets at birth, contributing in increasing rejects in the flock and low weight at slaughter and, consequently, significant loss to the productive system. The objective of this study was to estimate piglet weight at different ages by means of the obstetric ultrasonography exam. In order to do this, we used 15 gilts of a commercial line, with an adequate health status, during an experimental period of four months. The gilts were divided into three groups: Group I consisting of pregnant females which were slaughtered with 50 gestational days (n = 5); Group II consisting of pregnant females which were slaughtered with 80 gestational days (n = 5); and Group III consisting of pregnant females which were slaughtered with 106 gestational days (n = 5). The

fetal biometry measurements taken with the ultrasonography exam, as well as fetal weights were taken after the slaughter of each female of the experimental groups, were used to develop an equation which would predict fetal weight based on the ultrasound variables. For this we used a multiple linear regression model. From the equation obtained, it was possible to estimate weight variability with 95% accuracy and validate fetal weights 95% accuracy.

Keywords: Gestation. Swine culture. Ultrasonography.

1. Introdução

A produção mundial de suínos cresce a cada ano, assim como o mercado consumidor. Para acompanhar esse crescimento, os produtores utilizam diversos recursos para aumentar a produtividade que, por sua vez, está também relacionada à eficiência reprodutiva das matrizes suínas. O avanço do melhoramento genético fez surgir linhagens hiperprolíferas, porém, trouxe como consequência o aumento no número de leitões com baixo peso ao nascimento. Leitões de baixo peso contribuem para a heterogeneidade dos lotes, fato que interfere de forma negativa no sistema produtivo [1]. Dessa forma, torna-se importante o uso de ferramentas que possam identificar, de forma precoce, porcas responsáveis por leitegadas desuniformes. A partir dessa identificação, o produtor poderá implementar suas ações no que tange à elaboração de planos nutricionais específicos, ou até mesmo determinar o descarte prematuro desses animais do plantel [2].

Na suinocultura, o exame ultrassonográfico em modo B, modo A e modo *Doppler* já foram utilizados para avaliação do trato reprodutivo em fêmeas [3,4,5], detecção precoce de gestação e viabilidade fetal [3,6,7,8,9,10], determinação do número de fetos [9], e também na indústria de carne suína [11], para avaliação de carcaças em suínos vivos. Entretanto, não existem na literatura relatos da sua aplicação na estimativa do peso fetal nessa espécie, cuja técnica poderia identificar precocemente as matrizes com leitegadas desuniformes e com baixa viabilidade econômica.

Em humanos, a relação entre o peso fetal e a idade gestacional é facilmente obtida, e pode fornecer subsídios para o diagnóstico de condições maternas e fetais que estejam prejudicando o desenvolvimento do feto [12]. As estimativas de peso fetal nessa espécie podem ser feitas a partir de equações que utilizem medidas biométricas fetais obtidas por meio da ultrassonografia obstétrica [12,13,14] com adaptações. Essa técnica poderia também ser aplicada na espécie suína auxiliando o produtor na tomada de decisões ou auxiliando em pesquisas que envolvam o estudo do desenvolvimento fetal sem a necessidade de abate das fêmeas.

Objetivou-se, no presente experimento, determinar uma função matemática para estimar por meio do exame ultrassonográfico obstétrico em modo B, o peso de fetos suínos em diferentes fases de gestação.

2. Material e Métodos

2.1. Animais e Local do experimento

Foram utilizadas, entre abril de 2013 e julho de 2013, 15 marrãs de linhagem comercial DB 90 (Danbred), com 7 meses de idade aproximadamente, com média de peso de 178 Kg, possuindo *status* de rebanho livre de doenças

importantes conferido pelo MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, Brasil) e GSMD (Granja de Suínos com Mínimo de Doenças). O experimento foi realizado nas dependências da Fazenda da Mata e no Frigorífico Formigão, ambos localizados no município de Formiga, Minas Gerais, Brasil e teve a aprovação da comissão de Ética de Uso de Animais, na Universidade Federal de Lavras, sob protocolo número 073/12.

Os animais foram alojados em galpão separado do restante do plantel e dispostos em gaiolas de gestação (2,20 x 0,6 m com 1,0 m de altura), sempre intercalados por uma gaiola vazia, de maneira a facilitar os procedimentos experimentais. No momento dos exames, foi utilizada uma porta de metal, adaptada à gaiola, atrás das marrãs, de forma que limitasse a movimentação do animal durante o procedimento. Os animais receberam água *ad libitum* e foram alimentados duas vezes ao dia com ração balanceada, produzida na própria granja para atender às exigências nutricionais mínimas para essa fase [15].

Para identificação e controle, os animais receberam brinco na orelha esquerda numerados de 01 a 15 e ficha individual com número, data do cio, data das inseminações artificiais e data provável do parto.

2.2. Detecção do cio, inseminação artificial e diagnóstico da gestação

Depois de alojadas, as marrãs foram observadas, diariamente, por um funcionário, que passava com o macho na frente das gaiolas duas vezes ao dia para a detecção do cio. A inseminação artificial foi realizada com sêmen resfriado imediatamente após a detecção do cio, e repetida 12 e 24 horas após a primeira dose, seguindo protocolo proposto por Oberlender et al. [16]. As doses inseminantes foram processadas na granja com sêmen de três machos da raça Large White.

Para o diagnóstico da gestação, as marrãs foram submetidas semanalmente ao exame ultrassonográfico, para o condicionamento dos animais,

tornando-os menos susceptíveis o estresse do procedimento, a fim de garantir a precisão nas tomadas das medidas fetais. Para tal procedimento, utilizou-se equipamento para ultrassonografia bidimensional, em escala de cinza, da marca KAI XIN (modelo KX2000, Xuzhou Kaixin Eletronic, Jiangsu, China), equipado com um transdutor microconvexo multifrequencial de 5 a 9 MHz. A calibragem do equipamento foi ajustada pelo observador, de forma a obter a melhor qualidade de imagem para a situação e ambiente. Os exames ultrassonográficos foram realizados com os animais em posição quadrupedal, dentro das gaiolas de gestação. Após aplicação do gel acústico na pele, o transdutor foi posicionado na região paramamária [4], para identificação da vesícula urinária, que serviu de janela acústica para estruturas reprodutivas, principalmente para visibilização do útero. Em seguida, realizou-se a varredura do órgão para identificação das vesículas embrionárias. A gestação foi considerada a partir da identificação das vesículas embrionárias, visibilizadas como uma imagem anecogênica de forma circular, por vezes irregular, no interior do útero, com ou sem a presença do embrião [9].

2.3. Grupos Experimentais

Após a confirmação da gestação, as marrãs foram distribuídas aleatoriamente em três grupos experimentais de cinco fêmeas cada. O grupo I consistiu do grupo de fêmeas que foram abatidas aos 50 dias de gestação, o grupo 2 aos 80 dias e o grupo 3 aos 106 dias..

2.4. Exame ultrassonográfico para tomada das variáveis biométricas fetais

Após a formação dos grupos realizaram-se-se exames ultrassonográficos semanais, seguindo o mesmo protocolo descrito para o diagnóstico da gestação.

Durante os exames, buscou-se avaliar a viabilidade dos fetos através da presença de batimentos cardíacos e mobilidade, bem como o desenvolvimento fetal, por meio da organogênese e mineralização do esqueleto. A partir da mineralização do esqueleto, as seguintes variáveis biométricas fetais foram tomadas: comprimento do fêmur (CF), diâmetro biparietal (DBP), diâmetro occipitofrontal (DOCF), diâmetro anteroposterior (DAP) e diâmetro axial-transverso (DAT). O DBP e DOCF foram mensurados em plano dorsal do crânio, na altura dos olhos e do osso nasal (Figuras 1A, 1C e 1E). O DAT compreendeu a medida entre a coluna e a porção ventral do abdome e o DAP medido a partir do abdome fetal, de lado a lado, perpendicular ao DAT, ambos tomados em plano transversal do abdome na altura do fígado, onde a imagem abdominal pareceu ser a mais arredondada possível (Figuras 1B, 1D e 1F). O CF foi medido a partir do alinhamento do transdutor ao longo do eixo longitudinal do osso, preferencialmente paralelo ao osso, tomando-se como base a parte mineralizada da diáfise óssea (Figura 2). Em cada fêmea gestante, realizaram-se cinco tomadas aleatórias de cada parâmetro.

Embora as variáveis biométricas tenham sido tomadas semanalmente, para o presente estudo foram consideradas somente aquelas obtidas aos 49, 79 e 104 dias de gestação, ou seja, aquelas tomadas um dia antes do abate

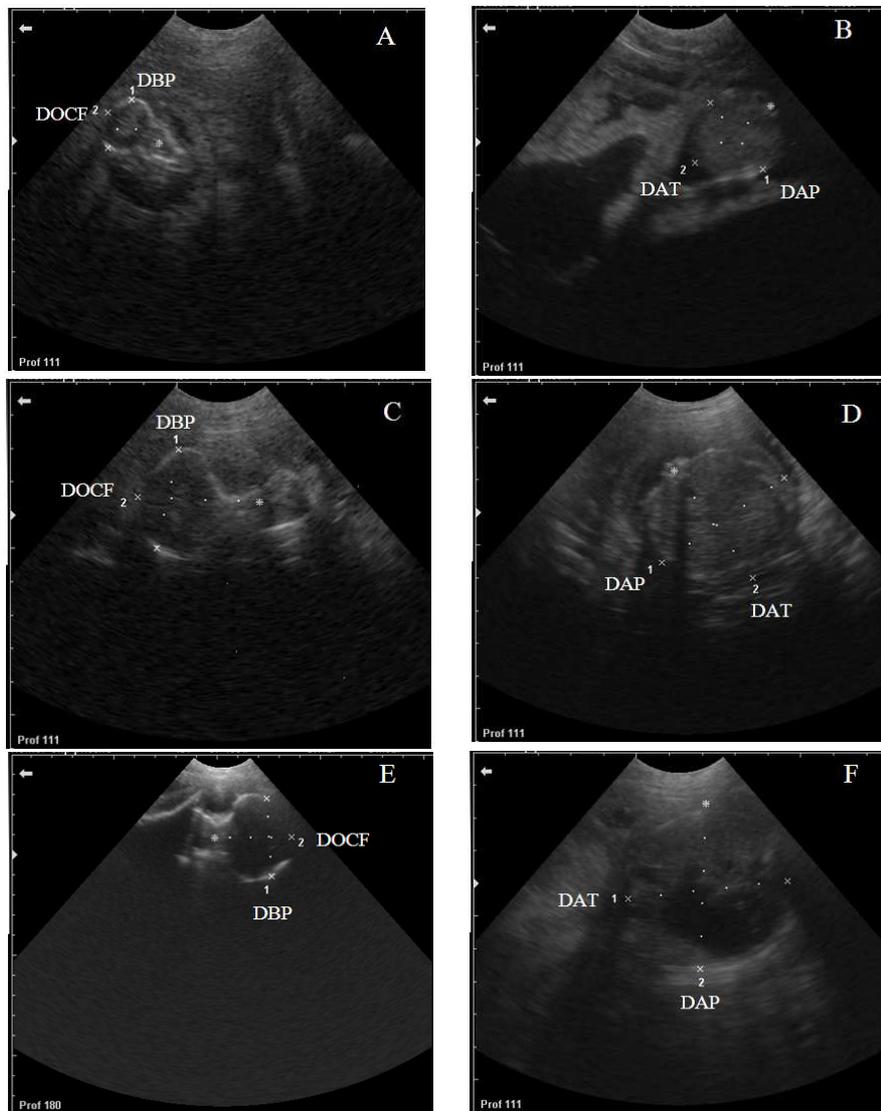


Figura 1. Imagens ultrassonográficas das medidas biométricas fetais aos 49 (A-B), 79 (C-D) e 104 (E-F) dias de gestação. DBP: diâmetro biparietal; DOCF: diâmetro occípetofrontal; DAT: diâmetro axial transverso e DAP: diâmetro anteroposterior.

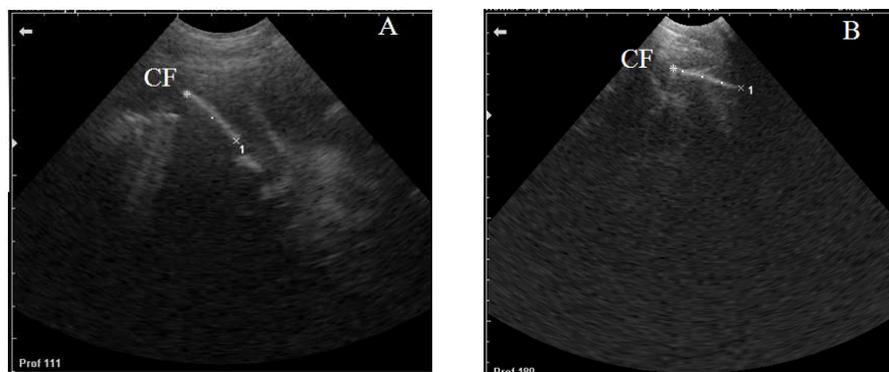


Figura 2. Imagens ultrassonográficas do comprimento do fêmur (CF) aos 79 (A) e 105 (B) dias de gestação.

2.5. Abate das fêmeas e Pesagem dos fetos

Os animais do grupo 1 foram abatidos aos 50 dias de gestação, do grupo 2 aos 80 dias de gestação e do grupo 3 aos 105 dias de gestação. O abate foi realizado sempre no período da manhã, por meio de insensibilização elétrica e sangria, de acordo com as normas da Portaria N° 711, de 1° de novembro de 1995 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento [17]. Após o abate, todo o trato reprodutivo foi retirado e a coleta dos fetos realizada após a incisão do útero. Cinco fetos foram aleatoriamente selecionados e pesados em balança de precisão (Micronal[®], modelo B400, São Paulo, Brasil) ainda nas dependências do Frigorífico.

2.6. Análise Estatística

Uma análise de regressão linear múltipla foi realizada utilizando-se o software R [14]. Estimou-se o peso real dos fetos (PF) considerando-a como variável dependente e as medidas biométricas fetais tomadas durante os exames ultrassonográficos (DBP, DOCP, DTA, DAP, CF) e a idade gestacional (IG) as

variáveis independentes. As cinco medidas tomadas nas fêmeas foram associadas ao peso dos cinco fetos, escolhidos aleatoriamente após o abate. As maiores medidas foram associadas aos fetos mais pesados.

Primeiramente, partiu-se do modelo aditivo completo usando todas as variáveis e suas interações tomadas duas a duas, como segue:

$$PF = IG + CF + DBP + DOCF + DTA + DAP + (IG \times CF) + (IG \times DBP) + (IG \times DOCF) + (IG \times DTA) + (IG \times DAP) + (CF \times DBP) + (CF \times DOCF) + (CF \times DTA) + (CF \times DAP) + (DBP \times DOCF) + (DBP \times DTA) + (DBP \times DAP) + (DOCF \times DTA) + (DOCF \times DAP) + (DTA \times DAP)$$

Esse modelo completo foi então submetido ao procedimento estatístico *Stepwise*, a fim de selecionar variáveis significativas e não colineares entre si, que requer que todos os coeficientes sejam diferentes de zero, resultando então no modelo abaixo:

$$PF = IG + CF + DOCF + DAP + (DIA \times DOCF) + (CF \times DOCF) + (CF \times DAP) + (DBP \times DTA) + (DBP \times DAP) + (DOCF \times DTA) + (DOCF \times DAP)$$

Para a validação do modelo, os valores de pesos de 75 fetos (cinco de cada fêmea), que não foram utilizados nas análises estatísticas anteriores (valores reais observados), foram comparados com os valores estimados pelo modelo.

3. Resultados

O diagnóstico da gestação pelo exame ultrassonográfico foi realizado, com sucesso, entre 18° e 20° dia após a inseminação. A partir do 35° dia, foi possível identificar os batimentos cardíacos nos embriões e todas as medidas

biométricas dos ossos puderam ser obtidas a partir do 42º dia de gestação, com exceção do fêmur, que pode ser identificado somente a partir do 56º dia de gestação. As medidas biométricas observadas no presente estudo estão apresentadas na Tabela 1.

As estimativas dos parâmetros, erro padrão, valor *t* e *p* do modelo ajustado entre os valores observados (peso real dos fetos) e as medidas biométricas obtidas pelo exame ultrassonográfico estão apresentados na Tabela 2. As variáveis biométricas que melhor se ajustaram ($P < 0,01$) para estimar o peso dos fetos foram, além do dia de gestação (DG), o diâmetro occípetofrontal (DOCF), o diâmetro anteroposterior (DAP) e as interações DG x DOCF e do comprimento do fêmur com o DOCF, DAP e DAT. Dessa forma, a seguinte equação foi proposta para estimar o peso dos fetos:

$$\begin{aligned} PF = & 475,72 - 17,23DG - 48,06DOCF + 21,04 DAP + 1,29 (DIA \times DOCF) - \\ & 1,01 (CF \times DOCF) + 0,58 (CF \times DAP) - 0,87 (DOCF \times DAP); \\ R^2 = & 0,92; 52 \text{ graus de liberdade; erro padrão } 111,3. \end{aligned}$$

Em que:

DG = dias de gestação;

DOCF = diâmetro occípetofrontal;

DAP = diâmetro anteroposterior;

CF= comprimento do fêmur.

Tabela 1. Medidas biométricas de fetos suínos obtidas por exame ultrassonográfico obstétrico de marrãs* em diferentes estágios da gestação.

	CF	CBP	DOCF	DAP	DAT
<i>- 49 dias de gestação -</i>					
Número de marrãs	5	5	5	5	5
Número de medidas	0	25	25	25	25
Média	-	14,95	16,66	26,68	23,74
Desvio	-	2,71	2,13	3,21	2,26
Mínimo	-	10,90	13,10	20,80	19,60
Máximo	-	23,00	23,70	32,50	27,20
<i>- 79 dias de gestação -</i>					
Número de marrãs	5	5	5	5	5
Número de medidas	25	25	25	25	25
Média	18,83	30,10	34,59	39,16	38,15
Desvio	1,16	3,08	2,93	4,09	3,02
Mínimo	15,40	23,90	29,70	33,10	33,10
Máximo	21,40	36,70	39,50	47,40	43,70
<i>- 105 dias de gestação -</i>					
Número de marrãs	5	5	5	5	5
Número de medidas	25	25	25	25	25
Média	32,82	34,46	38,77	63,67	59,12
Desvio	2,67	5,12	5,89	5,40	5,46
Mínimo	24,70	21,00	28,90	53,60	51,50
Máximo	37,20	40,80	46,40	73,90	73,50

CF: comprimento do fêmur; DBP: diâmetro biparietal; DOCF: diâmetro occipetofrontal; DAT: diâmetro axial transverso; DAP: diâmetro anteroposterior.

Tabela 2. Estimativas dos parâmetros, erro padrão, valor t e de probabilidade do modelo ajustado entre os valores observados (peso real dos fetos) e as medidas biométricas obtidas pelo exame ultrassonográfico em marrãs em diferentes estágios da gestação.

Coeficientes	Estimativa	Erro-padrão	Valor t	P =
Intercepto	475,72	319,28	1,49	<0,01
DG	-17,23	10,97	-1,57	<0,01
DOCF	-48,06	9,45	-5,08	<0,01
DAP	21,04	12,12	-1,74	<0,01
DG x DOCF	1,29	0,31	4,21	<0,01
CF x DOCF	-1,01	0,41	-2,47	<0,01
CF x DAP	0,58	0,25	2,32	<0,01
DOCF x DAP	-0,87	0,39	-2,25	<0,01

DG: Dias de gestação; DOCF: diâmetro occípetofrontal; DAP: diâmetro anteroposterior; CF: comprimento do fêmur.

O peso médio estimado dos fetos de diferentes marrãs, em diferentes idades gestacionais e peso médio observado com seus respectivos desvios-padrão, estão apresentados na Tabela 3 e a relação entre os valores observados e estimados está apresentada na Figura 3.

Tabela 3. Peso médio estimado* e observado** dos fetos e seus respectivos erros-padrão, obtidos de marrãs em diferentes idades gestacionais.

Marrã	Estimado		Observado	
	Peso médio (g)	Desvio-padrão	Peso médio (g)	Desvio-padrão
<i>- 49 dias de gestação -</i>				
1	46	19	45	17
2	37	15	47	17
3	62	14	35	12
4	40	15	45	17
5	48	19	37	13
<i>- 79 dias de gestação -</i>				
6	404	48	367	131
7	357	27	379	13
8	398	25	492	71
9	392	17	365	50
10	390	39	357	33
<i>- 105 dias de gestação -</i>				
11	1154	97	1112	222
12	1211	36	1336	185
13	1114	30	1009	146
14	1161	53	1104	93
15	1203	20	1277	27

* peso médio estimado (n = 5) por meio de medidas ultrassonográficas utilizadas na equação $PF = 475,72 - 17,23DG - 48,06DOCF + 21,04 DAP + 1,29 (DIA \times DOCF) - 1,01 (CF \times DOCF) + 0,58 (CF \times DAP) - 0,87 (DOCF \times DAP)$ em que PF = peso do feto, DG = dias de gestação, DOCF = diâmetro occípetofrontal, DAP = diâmetro anteroposterior e CF = comprimento do fêmur.

** n = 5 fetos

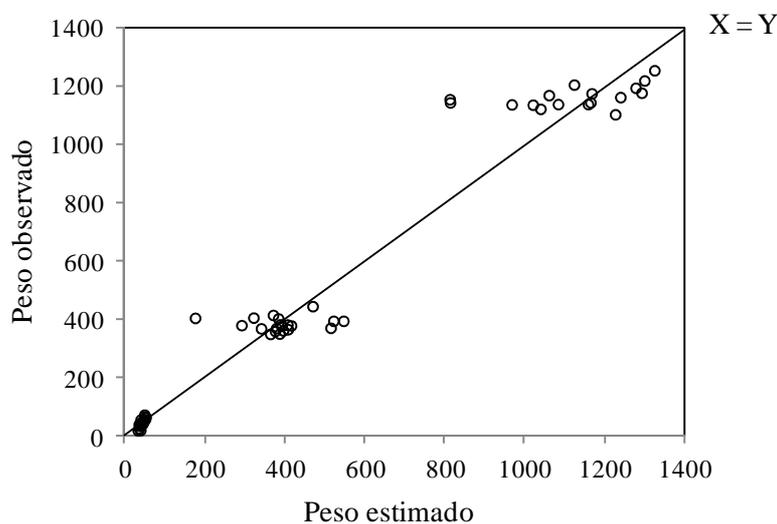


Figura 3. Peso dos fetos observados e estimados pela equação $PF = 475,72 - 17,23DG - 48,06DOCF + 21,04 DAP + 1,29 (DIA \times DOCF) - 1,01 (CF \times DOCF) + 0,58 (CF \times DAP) - 0,87 (DOCF \times DAP)$ em que PF = peso do feto, DG = dias de gestação, DOCF = diâmetro occípitocefálico, DAP = diâmetro anteroposterior e CF= comprimento do fêmur.

4. Discussão

A ultrassonografia transretal em suínos foi descrita por Knox e Flowers [8] como o método de escolha para obtenção de imagens com qualidade diagnóstica para os órgãos genitais da fêmea. Em contraposição a esses autores, foi possível a captação de imagens ultrassonográficas de alta qualidade pelo método transabdominal. A opção da técnica transabdominal, em detrimento da transretal para esse experimento, foi em virtude das fêmeas serem nulíparas e não estarem acostumadas à manipulação. Além disso, a técnica transabdominal é menos invasiva, diminuindo os riscos de lesões retais por acidente.

Uma das desvantagens observadas no emprego da técnica ultrassonográfica transabdominal se dá quando há acúmulo gasoso no trato gastrointestinal. Este fato dificulta a detecção do útero, principalmente no início da gestação, e aumenta o tempo total de exame. A presença de gás interfere na propagação das ondas sonoras gerando o artefato de reverberação, que prejudica a nitidez da imagem ultrassonográfica [18]. Portanto, deve-se evitar a realização do exame ultrassonográfico nos momentos pós-prandiais, aproximadamente 40 a 60 minutos após a alimentação, nos quais a formação e concentração de gases no trato gastrointestinal são maiores. Passado o tempo pós-prandial imediato, encontra-se o melhor momento para a realização do procedimento, no qual os animais apresentam-se calmos e mais receptivos ao procedimento.

Durante os primeiros exames ultrassonográficos realizados com os animais em posição quadrupedal, os mesmos ficavam agitados e inquietos, dentro das gaiolas de gestação. Contudo, a rotina semanal de trabalho condicionou os animais, que passaram a permanecer em decúbito lateral durante todo o período do exame, facilitando sobremaneira a tomada das imagens necessárias para a condução do experimento. Também, deve-se evitar a realização dos exames nos momentos que precedem a hora da alimentação, em função do maior grau de agitação dos animais, dificultando a avaliação ultrassonográfica adequada.

Por meio da metodologia proposta, foi possível o acompanhamento ultrassonográfico com qualidade da gestação nos animais do experimento. O período para se realizar o diagnóstico gestacional em suínos foi descrito por Pequeno et al. [9], entre o 18º ao 22º dia após inseminação ou monta natural. Corroborando com esses autores, observou-se que o 18º dia foi o mais precoce para se detectar a gestação, confirmada a partir da detecção das vesículas embrionárias, visibilizadas como uma imagem anecogênica, de forma circular, por vezes irregular, no interior do útero, com ou sem a presença do embrião.

Assim como Pequeno et al. [9], os batimentos cardíacos foram detectados a partir do 35º dia de gestação. No 42º dia foi possível identificar o esqueleto fetal calcificado. Como descrito por Knox e Flowers [8], a calcificação do esqueleto fetal suíno inicia-se pelas costelas e coluna vertebral a partir do 40º dia, permitindo a tomada dos parâmetros biométricos a partir dessa idade gestacional.

Na fase fetal observa-se grande ganho de peso e maior taxa de crescimento se comparado aos períodos de ovo e organogênese. Dessa forma, se propôs que os pesos seriam tomados no início da fase fetal, aos 50 dias de gestação, desde que se pudesse observar a calcificação do esqueleto ao exame ultrassonográfico, no final da fase fetal, uma semana antes do parto, aos 105 dias de gestação, evitando assim que partos prematuros prejudicassem a última tomada ultrassonográfica antes do abate e, por fim, uma pesagem intermediária, entre o início e o fim da fase fetal, aos 80 dias de gestação [19].

A partir das medidas biométricas fetais obtidas de marrãs em diferentes idades gestacionais por meio do exame ultrassonográfico, e das medidas reais dos pesos dos fetos obtidos após abate das fêmeas, foi possível obter uma equação para estimar o peso fetal de fêmeas suínas, em diferentes idades gestacionais. Os parâmetros biométricos utilizados nesse experimento foram escolhidos baseando-se em trabalhos com humanos [15]. As medidas que foram mais efetivas em estimar o peso dos fetos foram o DBP, DOCF, CF, DTA e DAP, provavelmente por estarem mais relacionadas ao tamanho fetal.

Em humanos, a acurácia da estimativa do peso fetal por meio desses parâmetros foi maior quando o intervalo entre o exame ultrassonográfico e o nascimento foi inferior a 24 horas [15]. Com base nessa informação, todos os parâmetros biométricos, obtidos dos fetos suínos, foram tomados um dia antes do abate dos animais. Mesmo assim, pode-se notar que a variabilidade entre os

pesos estimados pela função matemática, e os pesos reais ficou na ordem de 92%, conferindo à função matemática uma boa confiabilidade.

Funções matemáticas para estimativa do peso fetal só foram descritas até o momento por Hadlock et al. [13] e Ricci et al. [15] em humanos. Nesses trabalhos, os autores incluíram somente gestantes de fetos únicos. O presente experimento trata de gestação em espécie múltipara de difícil quantificação de fetos. Embora Pequeno et al. [5] tenham obtido uma acurácia de 98% na visualização da quantidade das vesículas entre os dias 21 e 22 de gestação, o risco de contagens errôneas é muito grande, principalmente em se tratando de linhagens hiperprolíferas, sendo este um método pouco confiável [18]. Além disso, na técnica utilizada há riscos de se tomar os parâmetros biométricos do mesmo feto. Dessa forma, optou-se pela tomada de cinco medidas aleatórias de cada parâmetro biométrico mensurado. Outra limitação encontrada é a impossibilidade de se obter medidas de um feto e correlacionar com o peso do mesmo feto. Por isso, para a associação das medidas com os pesos reais, foram escolhidos, aleatoriamente, cinco fetos após o abate dos animais. Em humanos, a estimativa do peso fetal, por meio do exame ultrassonográfico, nas diferentes fases da gestação, é de extrema relevância, uma vez que o baixo peso fetal pode indicar alterações maternas ou fetais que põem em risco o bem estar de ambos. Nessa mesma linha de raciocínio, o uso de técnicas que possam prever o peso fetal em suínos contribuiriam para detecção de problemas intra e extra gestacionais que culminam com o baixo ganho de peso pós-natal.

Desta forma, esse estudo poderá auxiliar granjas industriais com o intuito de diagnosticar o baixo peso no decorrer da gestação. Como foi relatado por Van Rens et al. [20], um menor peso ao nascimento predispõe a uma menor chance de sobrevivência dos leitões, principalmente em indivíduos com média inferior a 1 Kg, como citado por Quiniou et al. [1]. Acredita-se também, que o estudo proposto possa servir de fomento para outros experimentos que tenham

como finalidade a estimativa do peso fetal em suínos. Vale ressaltar que o presente estudo foi conduzido em fêmeas primíparas de uma única linhagem comercial, havendo a necessidade de estudos de validação da equação obtida, com outras linhagens comerciais e também em matrizes que já gestaram em outros momentos.

Por fim, acredita-se que a utilização da ultrassonografia para estimar o peso dos fetos seja altamente relevante para suinocultura moderna, uma vez que permite a estimativa da média do peso da leitegada que, por sua vez, oportuniza a elaboração de estratégias de manejo com intuito de reverter situações onde se encontram leitões com peso abaixo do ideal para a fase de desenvolvimento gestacional.

Referências

- [1] Quiniou N, Dagorn J, Gaudré D. Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest Prod Sci* 2002;78:63-70.
- [2] Sturion DJ, Sturion MAT, Sturion D. *Diagnóstico gestacional ultrassonográfico em porcas: relato de casos*. Disponível em: http://fio.edu.br/cic/anais/2010_ix_cic/pdf/09VET/12VET.pdf. Acesso em: 10 nov. 2012.
- [3] Cortez AA, Aquino-Cortez A, Silva MC, Barros DQ, Remédios FR, Silva LDM, Toniolli R. Uso do eco-ultrassom, doppler e ultrassonografia modo-B para o diagnóstico precoce de gestação em suínos. *Ciênc Vet Tróp* 2006;9:9-16.
- [4] Knox R, Althouse GC. Visualising the reproductive tract of the female pig using real-time ultrasonography. *Swine Health Prod* 1999;7:207-15.
- [5] Pequeno AP, Alfaro CEZ, Wischral A. Utilização do ultrassom modo-B no estudo do sistema reprodutivo de fêmeas suínas. *Rev Bras Reprod Anim* 2009;33(3):161-8.

- [6] Almond GW, Dial GD. Pregnancy diagnosis in swine: principles, applications, and accuracy of available techniques. *J Am Vet Med Assoc* 1987;191(7):858-70.
- [7] Inaba T, Nakazima Y, Matsui N, Imori T. Early pregnancy diagnosis in sows by ultrasonic linear electronic scanning. *Theriogenology* 1983;20(1):97-101.
- [8] Knox R, Flowers W. Using real-time ultrasound for pregnancy diagnosis in swine. In: U.S. Pork. *Pork industry handbook*. Washington: USPCE; 2004, p.30-37.
- [9] Pequeno AP, Alfaro CEZ, Wischral A. Acurácia da ultrassonografia modo-B no diagnóstico de gestação e determinação do número de fetos em matrizes suínas. *Ciênc Vet Tróp* 2009;12(1/3):28-34.
- [10] Rostagno HS, Albino LFT, Donzele JL. *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3.ed. Viçosa, MG: UFV; 2011.
- [11] Moeller SJ. Evolution and use of ultrasonic technology in the swine industry. *J Anim Sci* 2002;80(2):19-27.
- [12] Hadlock FP, Harrist RB, Martinez-Poyer J. Utero analysis of fetal growth: a sonographic weight standard. *Radiology* 1991;181:129-33.
- [13] Hadlock FP, Harrist RB, Sharman RS, Deter RL, Park SK. Estimation of fetal weight with the use of head, body, and femur measurements: a prospective study. *Am J Obstet Gynecol* 1985;151(3):333-7.
- [14] R Development Core Team. *R: a language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2013.
- [15] Ricci AG, Brizot ML, Liao AW, Zugaib M. Acurácia da estimativa ultrassonográfica do peso fetal e influência de fatores maternos e fetais. *Rev Bras Ginecol Obstet* 2011;33(9):240-5.
- [16] Oberlender G, Murgas LDS, Mesquita SP. *Inseminação artificial em suínos*. Lavras: UFLA; 2008.

- [17] Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. *Portaria nº 711*, de 1 de novembro de 1995. Brasília; 1995. Disponível em: http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/concursos/em_amentamento/portarias/port%20711.doc. Acesso em: 20 jun. 2013.
- [18] Nyland TG, Mattoon JS, Herrgesell EJ, Wisner ER. Physical principles, instrumentation and safety of diagnostic ultrasound. In: Nyland TG, Mattoon JS, editors. *Small animal diagnostic ultrasound*. Philadelphia: W.B. Saunders; 2002, chap. 12.
- [19] Mcpherson RL, Ji F, Wu G, Blanton JR, Kim SW. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. *J Anim Sci* 2004;82:2534-40.
- [20] Van Rens BTTM, De Koning G, Bergsma R, Van Der Lende T. Preweaning piglet mortality in relation to placental efficiency. *J Anim Sci* 2005;83:144-51.

(VERSÃO PRELIMINAR DO ARTIGO)