

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

DESEMPENHO PRODUTIVO DE PORCAS. 1.
EFEITO DO TIPO DE ALOJAMENTO NA
MATERNIDADE. 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE
AMINOÁCIDOS NA GESTAÇÃO

Carolina Fonseca Osava
Médica Veterinária

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
2011

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA**

**DESEMPENHO PRODUTIVO DE PORCAS. 1.
EFEITO DO TIPO DE ALOJAMENTO NA
MATERNIDADE. 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE
AMINOÁCIDOS NA GESTAÇÃO**

Carolina Fonseca Osava

Orientador: Prof. Dr. Robson Carlos Antunes

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária - UFU, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências Veterinárias (Produção Animal).

UBERLÂNDIA – MINAS GERAIS - BRASIL
Agosto de 2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

O81d Osava, Carolina Fonseca, 1984-
2011 Desempenho produtivos de porcas. 1. efeito do tipo de alojamento na maternidade. 2. efeito da suplementação de aminoácidos na gestação / Carolina Fonseca Osava. -- 2011.
55 f. : il.

Orientador: Robson Carlos Antunes.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.
Inclui bibliografia.

1. Veterinária - Teses. 2. Suíno - Nutrição - Teses. I. Antunes, Robson Carlos, 1968- . II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. III. Título.

CDU:

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

CAROLINA FONSECA OSAVA – Nascida em 24 de abril de 1984, natural de Registro – SP, filha mais nova de Kazuto Nelson Osava e Maria Giselia Fonseca Osava, irmã de Vanessa Fonseca Osava. Aos 4 anos de idade mudou-se para Limeira-SP, onde viveu sua infância e adolescência, e toda a formação escolar até o ensino médio. No ano de 2003, foi para Uberlândia-MG realizar o sonho de fazer a faculdade de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Uberlândia, a qual concluiu em 2008. Em 2009, ingressou na Pós Graduação no Curso de Mestrado em Ciências Veterinárias na Universidade Federal Uberlândia, a qual está almejando o título de mestre.

*“Ando devagar porque já tive pressa
e levo esse sorriso porque já chorei demais.
Cada um de nós compõe a sua história,
cada ser em si carrega o dom de ser capaz e ser feliz.”*
(Almir Sater)

Dedico,

Àquele que me deu o dom da vida, Obrigada Senhor!

Aos que me proporcionaram realizar todos meus sonhos
e estiveram ao meu lado, sem hesitar, em todos os momentos.

Obrigada mãe Giselia, pai Nelson e irmã Vanessa.

Com todo meu amor, obrigada!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, aos meus pais Kazuto Nelson e Maria Giselia, e minha irmã Vanessa, assim como todos meus familiares que estiveram presentes nos momentos de derrotas e vitórias.

Ao meu orientador e amigo Robson Carlos Antunes, pela confiança que sempre depositou em mim, pelos conselhos e pelas inúmeras reuniões que, as vezes, eram só pra falar de receitas, piadas e papos descontraídos, mas que no final sempre tinha milhares de trabalhos a fazer e concluir. E por despertar em mim o amor a suinocultura.

A todos meus professores do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, que contribuíram para minha formação, em especial o Prof. Dr. Evandro, pelo apoio e confiança e a Professora Natasha pelas análises estatísticas.

A todos os funcionários da Faculdade de Medicina Veterinária pelo apoio durante esses 8 anos nesta instituição, a coordenação, a secretaria e aos laboratórios.

Ao meu co-orientador Dr. Eduardo Terra Nogueira, que fez tornar realidade o crescimento da pesquisa em suinocultura na UFU, estendo este agradecimento a todos da Ajinomoto Nutrição Animal, Marianne Kutschensko, Luciano Sá e Edgar Ishikawa, pelo apoio financeiro e intelectual a pesquisa.

A Professora Helena Emilia e todos do BIOPA – UFRPE, e as meninas que me acolheram com todo carinho na minha ida até Recife – PE.

A todos os funcionários da Fazenda Capim Branco da UFU e da Granja Grinpisa, em especial ao João Antônio Zanardo pela colaboração e estar sempre a disposição quando precisei.

A minha família mineira Carol Nagib, Kásmia Nagib e Wellington Nascimento, que desde o primeiro dia que cheguei a Uberlândia me receberam e me acolheram como se fosse da família.

Aos meus amigos que me ajudaram durante todo esse período que estive em Uberlândia, Carol Nagib, Thiago Braga, Luana Ribeiro, Ana Cláudia, Fabiana, Andressa, Leo, Marina, Guilherme, Lucas Torido, Paula, Líria, Bernardo, entre outros, que se eu me esqueci me desculpem.

A Capes – Cnpq pela concessão da bolsa de estudo.

E finalmente, a todos que contribuíram direta e indiretamente para que eu concluísse mais uma fase da minha vida e carreira.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	II
PALAVRAS-CHAVE.....	II
ABSTRACT.....	III
KEYWORDS.....	III
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	
1.1 Introdução	1
1.2 Eficiência Placentária.....	3
1.3 Nutrição de Fêmeas Gestantes.....	4
1.4 Arginina.....	6
1.5 Glutamina.....	8
Referências.....	10
CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÃO DA EFICIÊNCIA PLACENTÁRIA E O DESEMPENHO PÓS NATAL DE LEITÕES E A INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE ALOJAMENTO, GAIOLA INDIVIDUAL E BAIA, NA MATERNIDADE EM FÊMEAS SUÍNAS.	
Resumo.....	17
Palavras-Chave.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	21
Resultados e Discussão.....	23
Conclusão.....	27
Referências.....	28
CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DE ARGININA, GLUTAMINA E AMINOGUT® A PARTIR DE 40 DIAS DE GESTAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS	
Resumo.....	32
Palavras-Chave.....	32
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	35
Resultados e Discussão.....	41
Conclusão.....	50
Referências.....	51

DESEMPENHO PRODUTIVO DE PORCAS. 1. EFEITO DO TIPO DE ALOJAMENTO NA MATERNIDADE. 2. EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE AMINOÁCIDOS NA GESTAÇÃO

RESUMO – O presente trabalho teve como objetivos avaliar dois tipos de alojamento das fêmeas suínas no final da gestação, em baia e gaiola individual, para o parto e durante o período de lactação, e a eficiência placentária, correlacionando-a ao desempenho pós-natal dos leitões. E também o efeito da suplementação de arginina e glutamina a partir dos 40 dias de gestação de fêmeas suínas primíparas, analisou-se o desempenho produtivo e a evolução da leitegada até o desmame. Acompanhou-se 10 fêmeas primíparas que com 105 dias de gestação, cinco foram alojadas em gaiolas convencionais na maternidade e as outras cinco em baias com enriquecimento ambiental de feno. Os partos foram acompanhados, coletadas individualmente cada placenta e seu respectivo leitão, sendo pesados e medidos o comprimento e cor, e os leitões acompanhados até o desmame. Outras 80 fêmeas primíparas foram submetidas a um delineamento em blocos ao acaso e esquema fatorial: suplementação com 1% de Arginina, 1% de Glutamina, 1% de AminoGut® e 05,% de Arginina+0,5% de AminoGut®, e dois períodos gestacionais, dos 40 aos 85 dias de gestação e de 40 dias de gestação até o parto. Acompanhou-se os partos, e todos os parâmetros produtivos. O tipo de alojamento durante o parto e toda lactação não influenciou no desempenho pós natal dos leitões, mas houve correlações positivas entre a eficiência placentária e o peso do leitão ao nascer, ao tamanho do leitão e ao tamanho, peso e coloração da placenta. A suplementação de aminoácidos, Arginina, Glutamina e AminoGut® não influenciaram no número total de nascidos, nascidos vivos, peso ao nascer, natimortos, peso de desmame. Mas houve efeito benéfico no número de mumificados e a eficiência placentária se mostrou melhor em suplementações dos 40 dias de gestação até o parto na utilização de 1% de AminoGut® e na combinação de 0,5% de Arginina e 0,5% de AminoGut®. Concluiu-se que os manejos adotados na gestação, seja ele nutricional ou ambiental, contribuem para um melhor desempenho e sobrevivência do leitão.

Palavras-chave: Aminoácido, desempenho, placenta, suíno, óxido nítrico.

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF SOWS. 1. EFFECT OF THE TYPE OF ACCOMMODATION IN MATERNITY. 2. EFFECT OF AMINO ACID SUPPLEMENTATION IN PREGNANCY

ABSTRACT - The present work aimed to evaluate two types of housing sows in late pregnancy in an individual cage and pen, for birth and during lactation, and placental efficiency, correlating it to the performance of post-natal piglets. And also the effect of supplementation of arginine and glutamine after 40 days of gestation of primiparous sows, we analyzed the productive performance and the evolution of litter until weaning. Was followed by 10 primiparous females that with 105 days of gestation, five were housed in conventional cages in the maternity ward and the other five in cages with environmental enrichment of hay. The births were followed, each individually collected placenta and their respective piglets, being weighed and measured the length and color, and accompanied the piglets until weaning. Another 80 primiparous females were subjected to a randomized block design and a factorial: supplementation with 1% arginine, 1% glutamine, 1% AminoGut® and 05,% +0.5% of the Arginine AminoGut®, and two gestational periods, from 40 to 85 days of gestation and 40 days of gestation until delivery. Was accompanied by the Parthians, and all production parameters. The type of accommodation during the birth and throughout lactation did not influence the postnatal performance of piglets, but there were positive correlations between placental efficiency and piglet weight at birth, the size of the piglet and the size, weight and color of the placenta. Supplementation of amino acids, arginine, glutamine and AminoGut® did not influence the total number of births, live births, birth weight, stillbirth, weaning weight. But there was a beneficial effect on the number of mummified and placental efficiency was better in 40 days of supplementation of gestation until delivery in the use of 1% AminoGut® and the combination of 0.5% Arginine and 0.5% AminoGut®. It was concluded that the managements adopted during pregnancy, be it nutritional or environmental, contribute to a better performance and piglet survival.

Key-words: Amino acid, performance, placenta, pork, nitric oxide.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 Introdução

A suinocultura deve ter elevados índices de produtividade para ser lucrativa. Ao avaliar o desempenho da suinocultura moderna devem ser considerados alguns fatores de produção, principalmente a genética, nutrição, reprodução, ambiente e sanidade. Um dos fatores que pode limitar a produção é o baixo número de leitões terminados por porca por ano, que é altamente e positivamente correlacionado com os leitões nascidos por parto. Como a redução do período entre partos é limitada, o aumento da eficiência reprodutiva das porcas deve ser obtido através do aumento do número e do peso de leitões nascidos e desmamados.

A qualidade de um leitão está diretamente relacionada ao seu peso ao nascimento que, por sua vez, está correlacionado à sua capacidade de sobrevivência e ao seu desempenho pós-natal. Portanto, o peso ao nascer é uma importante característica econômica para a suinocultura, visto que leitões que apresentam um peso baixo possuem menores taxas de sobrevivência, bem como piores taxas de crescimento (QUINIOU et al., 2002).

O fenótipo de um leitão recém-nascido é resultante de seu desenvolvimento embrionário e fetal. Sendo este um processo bastante complexo e altamente integrado, pois depende do suprimento de nutrientes ao embrião/feto e de sua habilidade em utilizar os substratos disponíveis (REHFELDT & KUHN, 2006).

A nutrição materna controla o crescimento fetal diretamente por meio do fornecimento de glicose, aminoácidos e elementos essenciais para o conceito (ROBINSON et al., 1999). Na espécie suína, além da nutrição materna, a competição entre os fetos dentro do útero pelos nutrientes também afeta o crescimento fetal.

Do ponto de vista fisiológico, as condições uterinas são fundamentais para a sobrevivência e desenvolvimento dos leitões. Isso significa que se forem selecionadas porcas com ambiente uterino adequado, as leitegadas poderão ser maiores e mais pesadas. (GEISERT & SCHMITT, 2002).

O conceito de capacidade uterina foi estabelecido usando diferentes técnicas experimentais para se estudar os efeitos da lotação uterina no suíno, DZIUK (1968) e BAZER et al. (1969) sugeriram inicialmente que a seleção de embriões poderia ser o resultado da competição entre eles por algum fator bioquímico no útero necessário à continuação do seu desenvolvimento. Entretanto, no terço final da gestação, a competição intra-uterina para o estabelecimento de uma área adequada para troca de nutrientes entre as circulações materna e fetal poderia limitar o tamanho da leitegada.

Assim sendo, a vascularização da placenta possui um papel importante no desenvolvimento pré-natal dos leitões, de tal modo que quanto mais eficiente esta, melhor será o crescimento destes animais dentro do útero. E a baixa eficiência da placenta é o principal responsável por grandes taxas de mortalidade pré-natal, ocasionando maior número de natimortos e mumificados ao parto (WILSON et al., 1998).

Dessa maneira vê-se claramente a importância da eficiência placentária, nas trocas de nutrientes entre mãe e feto, a partir de uma adequada nutrição e de um bom manejo praticado em momentos que antecipam o parto e durante o período da maternidade, correlacionando-se aos parâmetros associados à produção suína (peso do leitão ao nascer, tamanho de leitegada), ocasionando diminuição da mortalidade fetal, desenvolvimento pós-natal e vitalidade do leitão, e conseqüentemente aumento da leitegada.

Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram comparar o desempenho reprodutivo e pós-natal de porcas alojadas durante a gestação em gaiolas individuais e baias avaliando a eficiência placentária e correlacionando-a ao desempenho pós-natal dos leitões. E avaliar a suplementação de arginina, glutamina e AminoGut® a partir dos 40 dias de gestação de fêmeas suínas.

1.2 Eficiência Placentária

A sobrevivência fetal, peso fetal e peso do leitão ao nascer são determinantes no número de leitões nascidos, na maior taxa de leitões desmamados por parto e conseqüentemente no desempenho zootécnico e econômico da atividade.

A eficiência placentária é um parâmetro de grande valor para a maximização destes resultados, e está correlacionada a superfície uterina, peso e tamanho da placenta, vascularização da placenta, troca de nutrientes mãe-feto e peso e tamanho do feto.

Há uma correlação entre a sobrevivência dos fetos está e a nutrição fetal, que é determinada pela quantidade de nutriente transferida pela mãe, a qual depende tanto do tamanho da placenta como do fluxo sanguíneo. VAN RENS et al. (2005) demonstraram que há uma dependência entre o peso fetal e o peso do leitão ao nascimento sobre o tamanho da placenta, conforme seu aumento ou diminuição.

Eficiência placentária é um índice obtido a partir da divisão do peso do leitão ao nascimento pelo peso da sua placenta. Quando a eficiência placentária é elevada, as placentas menores seriam capazes de manter o desenvolvimento e a viabilidade fetal (WILSON et al., 1998).

Os pesos fetais e placentários também são reduzidos quando a área de superfície uterina é reduzida (KNIGHT et al., 1977). A área de contato da placenta com o endométrio é também uma variável importante no desenvolvimento fetal, porque a placenta do suíno é do tipo epiteliocorial difusa e possui áreas especializadas de absorção. Fato relevante, pois esta é uma região de transferência de nutrientes entre mãe e feto (MIGLINO et al., 2001).

O menor peso do feto, menor tamanho da placenta e maior comprimento uterino são itens importantes para incrementar a capacidade uterina e aumentar o número de leitões nascidos (GONÇALVES, 2005).

A restrição do crescimento fetal quando a placenta é relativamente grande pode ser devido há uma capacidade limitada do crescimento fetal ou

uma restrição no funcionamento da placenta devido ao maior tamanho. (VALLET, 2000; VAN RENS & VAN DER LENDE, 2000, 2002; VALLET et al., 2002)

Segundo LEENHOUWERS et al. (2002) um aumento na sobrevivência dos leitões na leitegada está associado com as diminuições no peso de placenta médio e dentro da leitegada há uma variação no peso de placenta, e aumento na eficiência placentária média.

CHARNOCK-JONES et al. (2001) observaram que o fator de crescimento vascular endotelial é produzido pelo tecido placentário, o que pode estimular o crescimento de vasos e capilares para esta região, estimulando o crescimento continuado de vasos ao longo da gestação, aumentando a área de superfície, assim aumentando a capacidade de troca da placenta. VALLET (2000) propôs que a eficiência placentária aumentada está associada à vascularização da placenta aumentada.

Sendo assim, placentas que possuem maior vascularização e uma boa angiogênese, aumentam sua eficiência e possibilitam maior transferência de nutrientes e oxigênio para os fetos, proporcionando maior viabilidade dos mesmos.

1.3 Nutrição de Fêmeas Gestantes

A matriz suína moderna caracteriza-se por precocidade, maiores taxas de concepção, número e peso de leitões nascidos e desmamados e maior peso corporal. Estas características da porca moderna estão correlacionadas à uma maior exigência nutricional. Mesmo assim, ainda hoje, a nutrição vem sendo feito com quantidades de nutrientes e alimentos constantes durante toda a gestação.

O alimento fornecido a fêmea deve ser suficiente para garantir sua manutenção, crescimento, trabalho e produção. Na gestação em especial com

crescimento fetal, placentário e seu conteúdo, glândulas mamárias, as exigências são crescentes de energia, aminoácidos essenciais, ácidos graxos essenciais e minerais.

As matrizes suínas modernas que estão disponíveis atualmente no mercado são mais precoces, mais produtivas, possuem maior peso corporal e são mais exigentes nutricionalmente (PAIVA, 2004). A produtividade desta fêmea aumentou substancialmente nos últimos anos, devido ao manejo e avanços genéticos, seleção baseada em parâmetros tais como tamanho de leitegada, intervalo desmama-estro e eficiência na lactação (SILVA, 2011)

Embora, as fêmeas tenham se tornado mais produtivas devido aos avanços genéticos, as mesmas são mais exigentes nutricionalmente e menos resistentes aos desafios nutricionais. As necessidades nutricionais das fêmeas modernas e a disponibilidade de nutrientes da dieta para as mesmas são pouco conhecidas em comparação ao conhecimento que se tem dos suínos em fase de crescimento e terminação (SILVA, 2011)

Segundo NOBLET et al. (1990), as exigências nutricionais de uma porca gestante correspondem ao somatório das exigências para manutenção, crescimento uterino e crescimento dos conceptos (fetos e membranas associadas). Desse modo, os aminoácidos da dieta devem estar balanceados para garantir as necessidades dos fetos, das glândulas mamárias, manutenção e crescimento materno (KIM & WU, 2005).

No entanto, em estudo KIM et al. (2009) demonstrou que leitoas e porcas possuem exigências nutricionais diferentes e dependentes do estágio de gestação, assim como, JI (2004), observaram que o balanço ideal de aminoácidos varia com o estágio de gestação.

Portanto, a nutrição materna desempenha um importante papel na regulação do crescimento, desenvolvimento e sobrevivência fetal (WU et al., 2004), fornecendo a porca gestante nutrientes adequados, incluindo quantidades adequadas de aminoácidos, é vital para o crescimento fetal (MCPHETERSON et al., 2004).

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 também ser considerado nas fêmeas mais jovens como parte de suas necessidades reprodutivas.

As recomendações das relações de aminoácidos disponíveis para porcas gestantes são baseadas em estudos com suínos em crescimento (MAHAN & SHIELDS, 1998) e são consideradas constantes durante a gestação (NRC, 1998).

O balanço ideal de aminoácidos para leitoas gestantes é diferente antes e depois dos 70 dias de gestação. Indicando que o perfil ótimo de aminoácidos na dieta depende do estágio de gestação para suportar as necessidades de crescimento e manutenção. E a nutrição pré-natal e o peso ao nascimento podem ser determinantes para o crescimento do tecido muscular esquelético e, conseqüentemente, afetar o desempenho pós-natal dos leitões (BEE, 2004).

O crescimento fetal pode ser influenciado por um desequilíbrio entre os níveis de proteína e energia durante a gestação (ALMEIDA, 2009), assim como perdas embrionárias e fetais, devido a condições intra-uterinas desfavoráveis (WU et al., 2006).

1.4 Arginina

Os aminoácidos da família da arginina (arginina, prolina e glutamina) são substratos essenciais para um bom desenvolvimento da placenta e de fetos suínos (WU et al., 2004). Desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal servindo de substrato para a síntese de proteína, como intermediária no ciclo da uréia e como precursora na síntese de vários compostos metabólicos importantes, incluindo o óxido nítrico e poliaminas (WU & MORRIS, 1998).

A arginina é sintetizada principalmente pela via intestino-renal a partir da glutamina/glutamato e prolina; os quais são convertidos em um intermediário comum, a pirrolina-5-carboxilato que dará origem à citrulina, que, após liberada

pelos enterócitos, será absorvida por células extra-hepáticas (principalmente nos rins) para conversão em arginina (WU, 1998)

A arginina, além de ser utilizada para a síntese de proteína e detoxificação da amônia, é a maior carreadora de nitrogênio para os fetos suínos e é um dos aminoácidos mais abundantes nos tecidos fetais (WU et al., 1999) e no fluido alantóide durante o início da gestação (WU et al., 1996), demonstrando a sua importância na sobrevivência, crescimento e desenvolvimento fetal de leitões.

Muitos tipos celulares utilizam a arginina como precursor de óxido nítrico, sendo este metabólito importante em vários processos, incluindo a vasodilatação, resposta imune, neurotransmissão e adesão de plaquetas e leucócitos (MATEO et al., 2007, 2008).

O óxido nítrico sintetizado, a partir de arginina, é um importante regulador de vários processos reprodutivos de fêmeas, como a manutenção da gestação e parto (ROSSELLI et al., 1998), crescimento e desenvolvimento placentário (KWON et al., 2004). Também atua como regulador de outros sistemas vasculares do feto, como adrenal (RIQUELME et al., 2002) e gastrointestinal (FAN et al., 1998). É capaz de regular as concentrações plasmáticas fetais de cortisol e catecolaminas (RIQUELME et al., 2002) e atuar na angiogênese (MATSUNAGA et al., 2002)

O óxido nítrico tem um papel extremamente importante, na vascularização da placenta e na regulação de seu fluxo sanguíneo. É um potente vasodilatador capaz de regular o tônus vascular e a hemodinâmica, exercendo ainda importante papel na secreção do fator de crescimento endotélio vascular (ZHAN et al., 2008), sendo este relacionada à vascularização placentária, ao fluxo sanguíneo materno-fetal e responsável pela transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (BIRD et al., 2003).

WU & MORRIS (1998) mostraram que dietas suplementadas com L-arginina é benéfica para melhorar o desempenho reprodutivo de fêmeas suínas, na qual normalmente observa-se o crescimento intra-uterino retardado,

através da maior deposição de proteínas e da taxa de crescimento de leitões lactentes.

A pobre nutrição aminoacídica em fêmeas suínas gestantes resulta em baixas concentrações de arginina na placenta e plasma fetal, bem como diminuição da atividade de óxido nítrico sintase placentária e ornitina descarboxilase (WU et al., 1998).

No terço final de gestação um aumento da síntese de óxido nítrico pode contribuir para melhorar a transferência de substratos vitais do sangue materno ao feto (MANSER et al., 2004), especialmente porque o crescimento fetal em suínos aumenta substancialmente durante a segunda metade da gestação iniciando aproximadamente aos 70 dias de gestação (WU et al., 1999), havendo uma maior degradação de arginina nesta fase (WU et al., 2005)

1.5 Glutamina

A glutamina é classificada tradicionalmente como um aminoácido não essencial. A classificação diz respeito à independência do nosso organismo em sintetizá-la (WATFORD, 2004), no entanto, pode ser considerada como condicionalmente essencial, principalmente em condições de estresse, tais como lesões, infecções, parto e desmame (LI et al., 2007; WANG et al., 2008).

A glutamina atua como principal substrato energético para células de intensa multiplicação, como os enterócitos, linfócitos, macrófagos e células renais; participa em muitos processos metabólicos, como a síntese de proteínas, gliconeogênese, transferência de nitrogênios entre os órgãos, a biossíntese de ácido nucléico, a resposta imune, além de participar da síntese de poliaminas, moléculas essenciais para a proliferação, diferenciação e reparo das células epiteliais (WU, 2007).

CURI (2005) relatou que a glutamina também desempenha importantes funções no metabolismo, proliferação celular, secreção de hormônios, modulação da função imune e homeostasia do organismo todo.

A glutamina e o glutamato são os principais precursores para síntese intestinal de arginina, sendo intensivamente catabolizados pelo intestino delgado. A síntese dos nucleotídeos purina e pirimidina e da glutathione representam vias fisiologicamente importantes para a utilização de glutamina e de glutamato, respectivamente (WU, 1998).

A produção de arginina a partir de glutamina, na verdade, ocorre em várias reações, que envolvem a produção de ornitina e citrulina. A glutamina, portanto, é importante para manter uma baixa concentração de amônia pela formação de uréia, mantendo o equilíbrio ácido-básico do organismo, evitando distúrbios do sistema nervoso central (RHODE et al., 1998; FREITAS, 2000). Assim como, em respostas a presença de antígenos, há um aumento na conversão de glutamina em arginina, e de arginina em óxido nítrico (MURPHY & NEWSHOLME, 1998), com a finalidade de suprir a demanda de radicais livres necessárias para os macrófagos.

Em condições elevadas de degradação de proteína, a glutamina pode atuar como regulador metabólico para aumentar a síntese de proteína e reduzir o catabolismo protéico. Estas circunstâncias podem incluir situações de estresses, infecções, início de lactação ou subnutrição (LOBLEY et al, 2001).

A transição entre a gestação e a lactação, com perda de massa muscular, pode justificar a suplementação com glutamina em porcas primíparas, com o intuito de minimizar esses efeitos e o prolongamento do retorno do cio pós-desmame (CARVALHO et al., 2008)

A suplementação de glutamina na dieta dos animais é importante para propiciar melhor desempenho aos animais e redução da mortalidade, reduzindo a incidência de complicações em situações de estresse (FREITAS & PENA, 2006).

Referências

ALMEIDA, F.R.C.L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leitão ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37 (Supl 1), p.31 - 33, 2009.

BAZER, F. W., ROBISON, O.W., CLAWSON, A.J., ULBERG, L.C. Uterine capacity at two stages of gestation in gilts following embryo superinduction. **Journal of Animal Science**, v.29, p. 30 - 34, 1969.

BEE G. Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.826-836, 2004.

BIRD, I.M.; ZHANG, L.B.; MAGNESS, R.R. Possible mechanisms underlying pregnancy-induced changes in uterine artery endothelial function. **Animal Journal Physiology**, v. 284, p.245–258, 2003.

CARVALHO, L.E.; MANSO, H.E.C.C.C.; NEPOMUCENO, R.C.; AQUINO, T.M.F.; RIBEIRO, J.C. Suplementação com glutamina em porcas primíparas no terço final de gestação e período de lactação sobre a prolificidade no parto seguinte. I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, **Anais...**, Setembro, 2008.

CHARNOCK-JONES, D.S.; CLARRK, D.E.; LICENCE, D.; DAY, K.; WOODING, F.B.P.; SMITH, S.K. Distribution of vascular endothelial growth factor (VGEF) and its binding sites at the maternal-fetal interface during gestation in pigs. **Reproduction**, v.122, p.753-760, 2001.

CURI, R. Molecular mechanism of glutamine action. **Journal of Cell Physiology**, v. 204, p.392-401, 2005.

DZIUK, P. J. Effect of number of embryos and uterine space on embryo survival in the pig. **Journal of Animal Science** 27: 673-676, 1968.

FAN, W.Q.; SMOLICH, J.J.; WILD, J.; YU, V.Y.H.; WALKER, A.M. Major vasodilator role for nitric oxide in the gastrointestinal circulation of the mid gestation fetal lamb. **Pediatric Research**, Baltimore, v.44, n.3, p. 344-350, September, 1998.

FREITAS, J.J.S. Glutamina e o sistema nervoso. In: CURI, R. Glutamina: metabolismo e aplicações clínicas e no esporte. **Sprint**, RJ, p.131-148, 2000.

FREITAS, L.S.; PENA, S.M. Utilização de glutamina em processos infecciosos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n.4, p.337-342, Julho/Agosto, 2006.

GEISERT, R.D.; SCHMITT, R.A.M. Early embryonic survival in the pig: Can it be improved? **Journal of Animal Science**, v. 80, p. E54-E65, 2002.

GONÇALVES, I.D.V. **Identificação Precoce de Suínos Prolíficos por Marcadores Moleculares**. Santa Maria, RS, Brasil, 2005.

JI, F. **Amino acid nutrition and ideal protein for reproductive sows**. Ph.D. dissertação. Texas Tech University, Lubbock. 2004.

KIM, S.W.; WU, G. Amino acid requirements for breeding Sows. In: II Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos – UFV, **Anais...**, p.199-218, 2005.

KIM, S.W.; HURLEY, W.L.; WU, G.; JI, F. Ideal amino acid balance for sows during de gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v.87, p. 123-132, 2009.

KNIGHT, J.W.; BAZER, F.W.; THATCHER, W.W.; FRANKE, D.E.; WALLACE, H.D. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: Interrelations among hormonal status, placental

development, fetal fluids and fetal growth. **Journal of Animal Science**. V. 44, p.620-637, 1977.

KWON, H.; WY, G.; MEININGER, C.J.; BAZER, F.W.; SPENCER, T.E. Developmental changes in nitric oxide synthesis in the ovine placenta. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.70, n.3, p. 679-686, March, 2004.

LEENHOUWERS, J.I., KNOL, E.F., DE GROOT, P.N., VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, v.80, p.1759-1770, 2002.

LOBLEY, G.E.; HOSKIN, S.O.; MCNEIL, C.J. Glutamine in Animal Science and Production. **Journal of Animal Science**, v.131, p.525-2531, 2001.

MAHAN, D. C.; SHIELDS JR, R.G. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies. **Journal of Animal Science**, v.76, p.513–521, 1998.

MANSER, R.C.; LEESE, H.J.; HOUGHTON, F.D. Effect of inhibiting nitric oxide production on mouse preimplantation embryo development and metabolism. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.71, n.2, p.528-533, August, 2004.

MATEO, R.D.; WU, G.; BAZER, F.W.; PARK, J.C.; SHINZATO, I.; KIM, S.W. Dietary l-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 652–656, 2007.

MATEO, R.D.; WU, G.; MOON, H.K.; CARROLL, J.A.; KIM, S.W. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal of Animal Science**, v. 86, p.827-835, 2008.

MATSUNAGA, T.; WEIHRAUCA, DW.; MONIZ, M.C.; TESSMER, J.; WARLTIER, D.C.; CHILIAN, W.M. Angiostatin inhibits coronary angiogenesis during impaired production of nitric oxide. **Circulation**, Baltimore, v.105, n.18, p.2185-2191, April, 2002.

MCPHERSON, R.L.; JI, F.; WU, G.; KIM, S.W. Fetal growth and compositional changes of fetal tissues in the pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 2534–2540, 2004.

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

MURPHY, J.M., NEWSHOLME, P. The importance of glutamine metabolism in murine macrophages and human monocytes to L-arginine biosynthesis and rates of nitrite or urea production. **Clinical Science**, London, v.95, p.397-407, 1998.

NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; ETIENNE, M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. **Journal of Animal Science**, v.68, p.562-572, 1990.

NRC. Nutrient Requirements of Domestic Animals. **Nutrient Requirements of Swine**. 10th Revised Ed. National Academy of Sciences, 1998.

PAIVA, F.P. **Lisina e energia digestível em rações para fêmeas suínas primíparas em lactação**. Viçosa, MG: UFV, 2004. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004.

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

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**, v. 84, p. 113–123, 2006.

RHODE, T., MACLEAN, D.A., PEDERSEN, B.K. Effect of glutamine supplementation on changes in the immune system induced by repeated exercises. **Medical Science Sport Exercise**, v.30, p.856-862,1998.

RIQUELME, R.A.; SÁNCHEZ, G.; LIBERONA, L.; SANHUEZA, E.M.; BLANCO, C.E.; HANSON, M.A.; LLANOS, A.J. Nitric oxide plays a role in the regulation of adrenal blood flow and adreno corticomedullary functions in the llama fetus. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.544, n.1, p.267-276, October, 2002.

ROBINSON, J.J., SINCLAIR, K.D.; MCEVOY, T.G. Nutritional effects on foetal growth. **Animal Science**, v.68, p. 315-331, 1999.

ROSSELLI, M.; KELLER, P.J.; DUBEY, R.K. Role of nitric oxide in the biology, physiology and pathophysiology of reproduction. **Human Reproduction Update**, Oxford, v.4, n.1, p.3-24, January/February, 1998.

SILVA, B. A. N. **Nutrição de fêmeas suínas na gestação e lactação em regiões de clima tropical.** Disponível em: WWW.pecnordeste.com.br/pec2001/documentos/suinocultura. Acesso em: Julho de 2011.

VALLET, J. L. Fetal erythropoiesis and other factors which influence uterine capacity in swine. **Journal Applied Animal Research**. v.17,p.1–26, 2000.

VALLET, J. L., H. G. KLEMCKE, AND R. K. CHRISTENSON. Interrelationships among conceptus size, uterine protein secretion, fetal erythropoiesis, and uterine capacity. **Journal of Animal Science**.v. 80, p. 729–737, 2002.

VAN RENS, B. T. T. M.; T. VAN DER LENDE. Fetal and placental traits at Day 35 of pregnancy in relation to the estrogen receptor genotype in pigs. **Theriogenology**, v.54, p.843–858, 2000.

VAN RENS, B. T. T. M.; T. VAN DER LENDE. Piglet and placental traits at term in relation to the estrogen receptor genotype in gilts. **Theriogenology**, v. 57, p.1651–1667, 2002.

VAN RENS, B.T.T.M., DE KONING, G., BERGSMA, R.; VAN DER LENDE, T. Prewaning piglet mortality in relation to placental efficiency. **Journal of Animal Science**, v.83, p.144–151, 2005

WATFORD, M. Keep your brain happy. **Lectures Notes**, Rutgers University, New Jersey, p.82, 2004.

WILSON, M.E., BIENSEN, N.J., YOUNGS, C.R.; FORD, S.P. Development of Meishan and Yorkshire littermate conceptuses in either a Meishan or Yorkshire uterine environment to day 90 of gestation and to term. **Biology of Reproduction**. v.8, p.905-910, 1998.

WU, G.; BAZER, F.W.; TUO, W.; FLYNN, S.W. Unusual abundance of arginine and ornithine in porcine allantoic fluid. **Biology Reproduction**, Champaign, v.54, n.6, p.1261-1265, June, 1996.

WU, G. Intestinal mucosal amino acid catabolism. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.128, n.8, -1249-1252, August, 1998.

WU, G.; MORRIS JR., S.M. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemistry Journal**, v. 336, p. 1–17, 1998.

WU, G., POND, W.G., FLYNN, S.P., OTT, T.L.; BAZER, F.W. Maternal dietary protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in placenta and endometrium of pigs during early gestation. **Journal of Nutrition**, v.128 , p.2395-2402, 1998.

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

WU, G.; BAZER, F.W.; CUDD, T.A.; MEININGER, C.J.; SPENCER, T.E. Maternal nutrition and fetal development. **Journal of Nutrition**, v. 134 , p. 2169–2172, 2004.

WU, G., BAZER, F.W., HU, J., JOHNSON, G.A.; SPENCER, T.E. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biological Reproduction**, v.72, p.842–850, 2005.

WU, G.; BAZER, F.W.; WALLACE, J.M.; SPENCER, T.E. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**, v. 84, pp. 2316–2337, 2006.

WU, G. Papéis importantes da glutamina na nutrição e produção animal. Aminogut®. **Ciência e Prática na Nutrição de Leitões** (Boletim Especial Ajinomoto), p.7-9. 2007.

ZHAN, Z.; OU, D.; PIAO, X.; KIM, S.W.; LIU, Y.; WANG, J. Dietary arginine supplementation affects microvascular development in the small intestine of early-weaned pig. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.138, n.7, p.1304-1309, July, 2008.

CAPÍTULO 2 – CORRELAÇÃO DA EFICIÊNCIA PLACENTÁRIA E O DESEMPENHO PÓS NATAL DE LEITÕES E A INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE ALOJAMENTO, GAIOLA INDIVIDUAL E BAIÁ, NA MATERNIDADE EM FÊMEAS SUÍNAS.

Correlação da Eficiência Placentária e o desempenho pós natal de leitões e a influência do sistema de alojamento, gaiola Individual e baia, na maternidade em fêmeas suínas

RESUMO – O objetivo deste trabalho foi avaliar dois tipos de alojamento de fêmeas suínas gestantes, em baia e gaiola individual, ao parto e no período de lactação, e a eficiência placentária, correlacionando-a ao desempenho pós-natal dos leitões. O experimento foi conduzido na Granja da Fazenda Capim Branco da UFU, Uberlândia, MG, com cinco fêmeas suínas gestantes que foram transferidas com 105 dias de gestação para as gaiolas individuais da maternidade e cinco para baias. Os partos foram acompanhados, e coletaram-se as placentas individuais de cada leitão, assim como o peso ao nascer dos leitões, peso das placentas, eficiência placentária, coloração, peso e comprimento da placenta e peso ao desmame. O alojamento das fêmeas durante a maternidade em gaiolas individuais ou baias não influenciou nos parâmetros produtivos e reprodutivos, mas em relação, ao comportamento e bem estar animal observou-se melhores condições para as fêmeas e os leitões quando alojadas em baias. A eficiência placentária correlaciona-se com o peso do leitão ao nascer, ao tamanho do leitão e ao tamanho, peso e coloração da placenta.

Palavras-chave: Bem estar, Capacidade uterina, Eficiência placentária, Suínos.

Introdução

A suinocultura moderna tem se destacado pelos altos índices produtivos alcançados. Muito disso se deve à intensa tecnificação, fazendo com que linhagens de fêmeas suínas fossem melhoradas geneticamente. Este aumento possibilitou uma melhor produtividade e maior ganho econômico. Entretanto, houve o surgimento de problemas relacionados à desuniformidade das leitegadas, contribuindo com uma maior variabilidade de peso entre elas. Outro fator importante e intrínseco a este é em relação à viabilidade e vitalidade de leitões menos favorecidos, em virtude de seu baixo peso ao nascimento e possível exposição a eventos estressantes durante o parto (PANZARDI, 2010).

Com os constantes avanços genéticos na suinocultura verifica-se que as fêmeas estão se tornando mais prolíferas, aumentando o desafio dos suinocultores em relação às práticas de manejo adotadas na maternidade. O principal desafio é fazer sobreviver o maior número de leitões possível em cada leitegada, ou seja, reduzir as perdas após o nascimento. Com o aumento da prolificidade nos rebanhos, surge a preocupação com os leitões que nascem com menor peso, que integram as leitegadas grandes. (CYPRIANO, 2008).

Sistemas intensivos de criação possuem influência direta na condição de conforto e bem-estar dos animais, promovendo dificuldade na manutenção do balanço térmico no interior das instalações e na expressão de seus comportamentos naturais, afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos suínos (PANDORFI et al, 2006).

Dentre as questões inerentes aos sistemas de produção animal, uma das mais importantes refere-se à eficiência reprodutiva, representada pelo número de leitões desmamados por porca por ano, com uma acima de 25 leitões. Para que seja atingida, questões zootécnicas e biológicas devem ser cientificamente estudadas para se alcançar uma produtividade cada vez mais elevada. Vários são os fatores que determinam o número de leitões desmamados por porca por ano e dentre eles, a taxa de ovulação, a

mortalidade pré-natal média e a capacidade uterina merecem atenção especial (ALMEIDA, 2009).

A capacidade uterina é um aspecto complexo, poligênico, sendo determinante no tamanho da leitegada em suínos comerciais selecionados para apresentarem taxas de ovulação elevadas. Uma forma racional de aumentar a leitegada é melhorar a funcionalidade e capacidade endometrial. Assim, a prolificidade, fator importante na produção industrial, está ligada ao aumento dos índices ovulatórios e da capacidade uterina para manutenção fetal (GONÇALVEZ, 2005).

Segundo VIANNA (2004) a capacidade uterina somada à eficiência placentária dos suínos afeta o tamanho da leitegada, que também influencia a produtividade do rebanho, e depende de muitos fatores: número de ovulações, taxa de fertilização, mortalidade fetal e embrionária, e finalmente, depende também, das perdas durante o parto.

O desenvolvimento placentário é um fator limitante para o desenvolvimento fetal, pois a placenta é um órgão que transporta os gases respiratórios, nutrientes e resíduos entre o sistema materno-fetal. Portanto, a sua principal função é a de suprir os substratos metabólicos necessários para o suporte do crescimento fetal (REYNOLDS; REDMER, 1995).

A relação entre o número de embriões e capacidade uterina é um dos principais fatores de mortalidade fetal em raças prolíficas. Uma capacidade uterina reduzida provoca mortalidade pré-natal, mas não se sabe se isso é resultado de um número excessivo de embriões com relação ao tamanho do útero (DZIUK, 1985).

A atividade placentária e a eritropoiese fetal são fatores que influenciam a eficiência uterina. Para manter a eficiência placentária, medidas como a relação feto/peso placenta devem ser consideradas, pois porcas com placentas menores têm fetos relativamente maiores, considerando a capacidade uterina máxima para o incremento da leitegada (BIENSEN, 1998).

O peso ao nascimento é altamente dependente do abastecimento de nutriente pela placenta. Este é determinado pelo tamanho de cada placenta (massa e área de superfície) e fluxo sanguíneo. A eficiência placentária é a

medida da capacidade em manter o feto e proporcionar seu crescimento (BIENSEN, 1999).

A eficiência placentária, medida pela relação entre o peso do leitão ao nascer e o peso da respectiva placenta, tem um importante papel na determinação do tamanho da leitegada (WILSON, 1999).

É de extrema importância o estudo da placentação dos suínos domésticos, visto que são animais de produção e a sua capacidade de reprodução está intimamente ligada à morfologia dos seus órgãos genitais. A placenta dos suínos domésticos possui o tipo de fluxo sanguíneo contracorrente à corrente-cruzada e é classificada como epiteliocorial difusa, com a presença de áreas especializadas de absorção: as aréolas, as quais se localizam nas aberturas das glândulas uterinas. Este fato é importante, pois esta é uma região de transferência de nutrientes entre mãe e feto (MIGLINO et al., 2001).

Dessa maneira vê-se claramente a importância dos manejos praticados em momentos que antecipam o parto e durante o período da maternidade, assim como, a eficiência placentária, correlacionada aos parâmetros associados à produção suína (peso do leitão ao nascer, tamanho de leitegada). Estes fatores irão contribuir na diminuição da mortalidade fetal, no desenvolvimento pós-natal e vitalidade do leitão, e conseqüentemente no aumento da leitegada. Sendo assim, os objetivos deste trabalho foram avaliar dois tipos de alojamento das fêmeas suínas no final da gestação, seu efeito sobre o parto e o período de lactação, e determinar a eficiência placentária, correlacionando-a ao desempenho pós-natal dos leitões.

Material e Métodos

O trabalho foi realizado no Laboratório de Ensino de Suinocultura na Fazenda Capim Branco da Universidade Federal de Uberlândia, no município de Uberlândia, Minas Gerais. Aprovado pela Análise Final N^o 022/10 da Comissão de Ética na Utilização de Animais para o protocolo registro CEUA/UFU 066/09.

Utilizou-se um delineamento ao acaso, acompanhando 10 fêmeas Topigs C40, primíparas, inseminadas artificialmente, arroçadas com 2,0 a 2,5kg/dia/porca com ração gestação e alojadas em gaiolas individuais durante a gestação. Aos 105 dias de gestação, aproximadamente, cinco fêmeas foram transferidas para as gaiolas individuais na maternidade e cinco para baias individuais.

As baias eram de 4,8 x 2,6m de tamanho, com comedouro tipo cocho e bebedouro chupeta, foram enriquecidas ambientalmente com feno, para que as fêmeas pudessem fazer ninhos para o momento do parto. O aquecimento dos leitões foi feito com campânulas com resistência elétrica, enquanto que nas gaiolas de maternidade havia escamoteadores fechados.

Os partos foram acompanhados e os dados foram registrados em planilhas individuais para cada fêmea, contendo peso e comprimento do leitão ao nascer, escore de cor, peso e comprimento da placenta, eficiência placentária, assim como o peso do leitão ao desmame. Foram feitas observações comportamentais das fêmeas nos dois tipos de alojamento.

O escore de cor foi classificado em números de 1 a 5, em que a nota dada foi de forma decrescente com a cor da placenta, ou seja, placentas mais escuras receberam escore 1, e as mais claras escore 5, e cores intermediárias recebem 2, 3 ou 4.

A eficiência placentária é medida por meio da relação entre o peso do leitão e o peso da sua respectiva placenta (WILSON, 1999).

Em cada parto, os leitões foram pesados, brincados e identificados por ordem de nascimento, e suas respectivas placentas foram identificadas pelo

cordão umbilical que permaneceu presa a mesma, com amarração de fios de algodão com número de identificação, pois a placenta na maioria das vezes não é expulsa junto com o leitão. Ao final do parto, as placentas foram separadas, pesadas e medidas, sempre observando se houve a expulsão de todas as placentas. As últimas placentas, de cada corno uterino, são caracterizadas por apresentar apenas uma abertura, e o restante possui uma abertura em cada um dos lados.

O método de identificação por meio de cordões foi executado da seguinte maneira: os leitões foram identificados conforme a ordem de nascimento por brincos (primeiro a nascer, brinco número 1) e a sua placenta foi identificada, através do cordão umbilical, com um fio de algodão com nós que correspondem a números (um nó, primeiro leitão a nascer), dessa maneira, depois de identificada a placenta, o número correspondente ao cordão amarrado foi registrado em uma planilha junto com os dados do nascimento de cada leitão (peso, sexo, horário de nascimento, ordem de nascimento) para que dessa maneira, após expulsão e separação das placentas, elas pudessem ser associadas aos seus respectivos leitões.

Todos os leitões permaneceram com suas respectivas mães durante toda a lactação, e após 21 dias foram desmamados e pesados individualmente.

Para análise estatística de comparação de médias entre os animais que estavam em baias e gaiolas foi feita Análise de Variância. E entre os parâmetros avaliados foram feitos testes de correlações. Para a variável não paramétrica, cor da placenta, utilizou-se o Teste de Correlação de Spearman, e para as variáveis paramétricas (peso do leitão ao nascer, comprimento do leitão, peso da placenta, comprimento da placenta, eficiência placentária e peso de desmame) utilizou-se o Teste de Correlação de Pearson, ambos com 5% de significância ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o programa estatístico INSTAT (2003).

Resultados e Discussão

O tipo de alojamento das fêmeas durante a maternidade, gaiola individual ou baia, não influenciou os parâmetros avaliados, os valores médios podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1. Médias do peso do leitão ao nascer, comprimento do leitão, escore de cor da placenta, peso da placenta, comprimento da placenta, eficiência placentária e peso do leitão ao desmame em fêmeas que pariram em gaiolas individuais e baias, Uberlândia, MG, 2011.

	PN (Kg)	CL (cm)	Cor P	PP (kg)	CP (cm)	EP	PD (Kg)
GAIOLA	1,40	24,06	4	0,260	56,43	5,43	7,18
BAIA	1,44	23,21	4	0,290	56,14	4,85	7,73

O peso ao nascer dos leitões na gaiola individual teve média de 1,40Kg, enquanto que na baia foi de 1,44Kg, não teve diferença estatística significativa. Assim como, comprimento do leitão, escore de cor da placenta, peso da placenta, comprimento da placenta, eficiência placentária e peso do leitão ao desmame, obtiveram as seguintes médias para alojamento em gaiola individual e baia, respectivamente: 24,06 cm e 23,21cm, 4 em ambos, 0,26Kg e 0,29Kg, 56,4cm e 56,1cm, 5,43 e 4,85, 7,18Kg e 7,73Kg.

Para que um leitão tenha boa possibilidade de desenvolvimento, seu peso mínimo deve ser igual ou superior a 1,2 kg, ou de 0,7 a 1,2 kg, no caso de transferência cruzada de leitões em instalações em que se trabalha com grupos de fêmeas (MORES et al., 1998), no presente trabalho observou-se que

o peso dos leitões ao nascer em ambos tipos de alojamento possibilitou a sobrevivência dos mesmos, sem haver transferência dos mesmos.

Na variável peso ao desmame não se observou diferença estatística significativa, no entanto, a diferença de 650g de peso dos animais que foram mantidos nas baias com as suas mães durante a lactação pode ser significativa na produção suína, isto se deve as melhores condições de ambiente para a fêmea durante a lactação, sem estresse.

Com base na análise comportamental, verifica-se que a condição de alojamento de matrizes em gaiola individuais, promove limitação na liberdade de movimento e privação dos comportamentos normais instintivos.

Evidencia-se, assim, maior incidência de estereotípias e de frustração ambiental, acarretando maior pressão psicológica e depreciando seu bem estar (VIEUILLE-THOMAS et al., 1995). Já que nas fêmeas das baias observou-se a construção de ninhos com feno, o instinto materno mais evidenciado, concordando com a Diretiva da União Européia que parte do princípio que o suíno é um animal curioso, que sente satisfação no constante processo de investigação dos arredores através do ato de fuçar, cheirar (RAYZEL, 2003), e para permitir este comportamento, todas as categorias de animais devem ter acesso a palha, feno, cavacos de madeira, maravalha, serragem, ou material semelhante.

Tabela 2. Correlações entre os seguintes parâmetros: peso do leitão ao nascer, comprimento do leitão, cor da placenta, peso da placenta, comprimento da placenta, peso do leitão ao desmame e eficiência placentária, Uberlândia, MG, 2011.

	CL	Cor P	PP	CP	EP	PD
PN	0,6950*	-0,4726*	0,6476*	0,5181*	0,4235*	0,4695*
CL	-----	-0,4157*	0,4230*	0,1001	0,3556*	0,1913
Cor P	-----	-----	-0,4754*	-0,4507*	-0,0516	-0,3165*
PP	-----	-----	-----	0,5273*	-0,3964*	0,2234
CP	-----	-----	-----	-----	0,0301	0,4155*
EP	-----	-----	-----	-----	-----	0,2614

*Significante a 5% ($P \leq 0,05$). PN=Peso ao nascer do leitão; CL= Comprimento do leitão; Cor P= Cor da placenta; PP= Peso da placenta; CP= Comprimento da Placenta; EP= Eficiência placentária; PD= Peso de desmame dos leitões

A eficiência placentária apresentou correlações estatisticamente significantes com os seguintes parâmetros: peso ao nascer do leitão, comprimento do leitão e peso da placenta.

Observou-se uma correlação positiva entre a eficiência placentária e o peso ao nascer dos leitões (0,4235), isto significa que, quanto maior o peso de nascimento do leitão, melhor é a eficiência placentária, mais aporte sanguíneo e melhor transferência de nutrientes da mãe ao feto. Assim como a correlação com o comprimento do leitão (0,3556), segue a mesma tendência do peso, leitões maiores, melhor a eficiência placentária.

Já a correlação com o peso da placenta se torna negativa (- 0,3964), explicando que o tamanho e peso da placenta influencia diretamente a eficiência placentária, assim como o peso do leitão ao nascer. A diminuição do tamanho da placenta para os conceptos é associada com a densidade aumentada de vasos sanguíneos nas membranas placentárias externas; e isto parece satisfazer a demanda para o rápido crescimento do feto durante o final da gestação (BIENSEN et al., 1998).

Uma eficiência placentária elevada permitiria que placentas menores fossem capazes de manter o desenvolvimento fetal adequado, sem afetar sua viabilidade (CANARIO et al., 2006; WILSON et al., 1998).

O peso fetal é fortemente associado com características de placenta como comprimento de placenta, área de superfície e peso. Há uma aparente dependência entre o peso fetal e o peso do leitão ao nascimento sobre o tamanho da placenta conforme seu aumento ou diminuição (VAN RENS et al., 2005).

Um aumento na sobrevivência dos leitões na leitegada esta associado com as diminuições no peso de placenta médio e dentro da leitegada há uma variação no peso de placenta, e um aumento na eficiência placentária média (LEENHOWERS et al., 2002).

A restrição do crescimento fetal quando a placenta é relativamente grande pode ser devido há uma capacidade limitada do crescimento fetal ou uma restrição no funcionamento da placenta devido ao maior tamanho (VALLET et al., 2000; VAN RENS E VAN DER LENDE, 2000, 2002) de acordo com os resultados de correlação encontrados no presente estudo.

O fator de crescimento vascular endotelial é produzido pelo tecido placentário, o que pode estimular o crescimento de vasos e capilares para esta região, além do crescimento continuado de vasos ao longo da gestação, aumentando a área de superfície e a capacidade de troca da placenta (CHARNOCK-JONES et al., 2001).

Dessa maneira é notado que com o aumento dos vasos sanguíneos na superfície da placenta há conseqüentemente um maior aporte de sangue e nutrientes para o embrião, o que, no presente trabalho, pôde ser demonstrado

pela correlação entre eficiência placentária e cor da placenta (- 0,0516), pois as placentas mais escuras podem significar um aumento de vasos sanguíneos, aumentando a eficiência placentária.

Ao avaliarem a eficiência placentária no intuito de verificar o quão melhor esta característica é em relação ao peso ao nascer e peso de placenta para prever o risco de mortalidade pré-desmame, VAN RENS et al. (2005) observaram que a eficiência placentária é uma característica complicada de ser avaliada, uma vez que o efeito da eficiência placentária sobre risco de mortalidade pré-desmame é altamente dependente do peso ao nascer e peso de placenta, sendo que dessas duas características, o peso ao nascer é visto como o melhor preditor para o efeito da eficiência placentária sobre a mortalidade pré-desmame.

Conclusão

O alojamento de leitoas durante a maternidade em gaiolas individuais ou baias não influenciou nos parâmetros produtivos e reprodutivos, mas em relação, ao comportamento e bem estar animal observou-se melhores condições para as fêmeas e os leitões quando alojadas em baias.

A eficiência placentária correlaciona-se com o peso do leitão ao nascer, ao tamanho do leitão e ao tamanho, peso e coloração da placenta.

Referências

ALMEIDA, F.R.C.L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leite ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37(Supl 1), p.31-33, 2009.

BIENSEN, N.J., WILSON, M.E., FORD, S.P. The impact of either a Meishan or Yorkshire uterus on Meishan or Yorkshire fetal and placental development to days 70, 90 and 110 of gestation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2169-2176, 1998.

BIENSEN, N.J. ; Wilson, M.E. ; FORD,S.P. The relationship between placental and piglet birth weights and growth traits. **Journal of Animal Science**. v. 68, p. 709-715, 1999.

CANARIO L., CANTONI E., LE BIHAN E., CARITEZ J.C., BILLON Y., BIDANEL J.P.; FOULLEY, J.L. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3185–3196, 2006.

CHARNOCK-JONES,D.S;CLARRK,D.E;LICENCE,D.;DAY,K.;WOODING,F.B.P; SMITH, S.K. Distribution of vascular endothelial growth factor (VEGF) and its binding sites at the maternal-fetal interface during gestation in pigs. **Reproduction**, v.122, p.753-760, 2001.

CYPRIANO, C.R. **Alternativas de manejos em leitões neonatos para melhorar o desempenho na fase lactacional**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Veterinária. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Dissertação. Porto Alegre, 2008.

DZIUK, P.J. Effect of migration, distribution and spacing of pig embryos on pregnancy and fetal survival. **Journal of Reproduction and Fertility**, n.33, p.57-63, 1985.

GONÇALVES. I.D.V. **Identificação Precoce de Suínos Prolíficos por Marcadores Moleculares**. Santa Maria, RS, Brasil, 2005.

INSTAT – **Graph Pad Software**, versão 3.06, 32 bit for Windows, 2003.

LEENHOUWERS, J.I.; KNOL,E.F; de GROOT,P.N.; VOS,H.; VAN DER LENDE,T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**.v.80, p.1759-70,2002

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

MORES, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A.M. Manejo do leitão do nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P.R.S.; SESTI, L.A.C. **Suinocultura intensiva**. Concórdia: Embrapa, CNPSA, p. 135-161, 1998.

PANDORFI, H.; DA SILVA, I.J.O. ; CARVALHO, J.L. de; PIEDADE, S.M.S. Estudo do comportamento bioclimático de matrizes suínas alojadas em baias individuais e coletivas, com ênfase no bem estar animal na fase de gestação. **Engenharia Rural**, v.17, n.1, julho/2006.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37(Supl 1), p.49-60, 2009.

RAYZEL, C. Bem estar do suíno criado intensivamente e implicações nos sistemas de produção. In: XI Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, **Anais...**, 2003.

REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A. Utero-placental vascular development and placental function. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1839-1851, 1995.

VALLET, J. L. Fetal erythropoiesis and other factors which influence uterine capacity in swine. **Journal Applied Animal Research**. v.17, p.1-26, 2000.

VAN RENS, B. T. T. M.; T. VAN DER LENDE. Fetal and placental traits at Day 35 of pregnancy in relation to the estrogen receptor genotype in pigs. **Theriogenology**. v.54, p.843-858, 2000.

VAN RENS, B. T. T. M.; T. VAN DER LENDE. Piglet and placental traits at term in relation to the estrogen receptor genotype in gilts. **Theriogenology**. v. 57, p.1651-1667, 2002.

VAN RENS, B.T.T.M., DE KONING, G., BERGSMA, R.; VAN DER LENDE, T. Prewaning piglet mortality in relation to placental efficiency. **Journal of Animal Science**, v.83, p.144-151, 2005.

VIANNA, W.L. **Estudo da relação morfométrica de útero e placenta com a capacidade uterine em leitões**. 2004. 60f. Dissertação (Mestrado em Reprodução Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

VIEUILLE-THOMAS, C.; LE PAPE, G.; SIGNORET, J.P. Stereotypies in pregnant sows: indications of influence of the housing system on the patterns expressed by the animals. **Applied Animal Behaviour Science**, France, v.44, p.19-27, 1995

WILSON, M.E., BIENSEN, N.J., YOUNGS, C.R.; FORD, S.P. Development of Meishan and Yorkshire littermate conceptuses in either a Meishan or Yorkshire uterine environment to day 90 of gestation and to term. **Biology Reproduction**, v.58, p.905-910, 1998.

WILSON, M.E., BIENSEN, N.J., FORD, S.P. Novel insight into the control of litter size in pigs, using placental efficiency as a selection tool. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1654-1658, 1999.

CAPÍTULO 3 – SUPLEMENTAÇÃO DE ARGININA E GLUTAMINA A PARTIR DE 40 DIAS DE GESTAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS PRIMÍPARAS

Suplementação de Arginina e Glutamina a partir de 40 dias de gestação de fêmeas suínas primíparas

RESUMO – O trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de arginina e de glutamina a partir dos 40 dias de gestação de fêmeas suínas primíparas, analisando o desempenho produtivo e a evolução da leitegada até o desmame. Foi conduzido na Granja Grinpisa Investimentos Privados SA, em Uberlândia, MG, utilizou-se 80 fêmeas suínas primíparas gestantes, que foram suplementadas a partir de 40 dias de gestação e divididas entre os tratamentos controle, T1- 1% de Arginina, T2- 1% de Glutamina, T3- 1% de AminoGut® e T5- 0,5% Arginina+0,5%AminoGut®, a partir dos 85 dias de gestação apenas metade das fêmeas continuaram recebendo a suplementação. Ao parto, estimou-se o peso das fêmeas, e acompanhou-se os partos anotando peso ao nascer, peso da placenta, nascidos totais e vivos, natimortos e mumificados. Aos 14 dias de lactação, aplicou-se a fitohemaglutinina e mediu a resposta inflamatória (pápula) as 0, 24, 48, 72 horas após aplicação. E a suplementação de aminoácidos, Arginina, Glutamina e AminoGut® não influenciou no número total de nascidos, nascidos vivos, peso ao nascer, natimortos, peso de desmame. Mas houve efeito benéfico no número de mumificados e a eficiência placentária se mostrou melhor em suplementações dos 40 dias de gestação até o parto na utilização de 1% de AminoGut® e na combinação de 0,5% de Arginina e 0,5% de AminoGut®. Concluiu-se que os manejos adotados na gestação, seja ele nutricional ou ambiental, contribuem para um melhor desempenho e sobrevivência do leitão.

Palavras-chave: aminoácido, fitohemaglutinina, óxido nítrico, sistema imune

Introdução

O desempenho reprodutivo na suinocultura é fator determinante na eficiência da produção, onde quaisquer considerações sobre regulação da fertilidade das porcas são necessárias medidas biológicas e econômicas (SOUSA, 2002). No entanto, há uma tendência à adoção de estratégias de manejos que aperfeiçoem a reprodução, em destaque a nutrição e suplementação com aditivos.

A nutrição durante a gestação, além de influenciar o desenrolar da gestação, o tamanho, o peso e a uniformidade da leitegada, afeta também a produtividade no período da lactação, o intervalo desmama-cio e a longevidade da porca. O manejo reprodutivo eficiente é essencial para se alcançar níveis ótimos de fertilidade e prolificidade, principalmente em porcas primíparas que, geralmente, têm no 2º parto, menores leitegadas que na 1ª parição.

Segundo KIM & WU (2005), fêmeas em gestação necessitam de proteína para manutenção, crescimento e crescimento dos conceptos (fetos e membranas associadas). Desse modo, os aminoácidos da dieta devem estar balanceados para garantir as necessidades dos fetos, das glândulas mamárias, manutenção e crescimento maternal.

A glutamina é um aminoácido condicionalmente essencial que participa de processos metabólicos, como o mecanismo de regulação de genes e em períodos de estresse e/ou em catabolismo, de modo que sua classificação transita de aminoácido não-essencial para condicionalmente essencial durante o estresse (MANSO, 2006). A transição entre a gestação e a lactação, com perda de massa muscular pode justificar a suplementação com glutamina em porcas primíparas, com o intuito de minimizar esses efeitos e o prolongamento do retorno do cio pós-desmame.

Já arginina desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal servindo de substrato para a síntese de proteína, como intermediária no ciclo da uréia e como precursora na síntese de vários compostos metabólicos

importantes, incluindo o óxido nítrico e poliaminas (WU & MORRIS, 1998). O óxido nítrico é o maior vasodilatador das células endoteliais (WU & MEININGER, 2000), e desempenha um papel importante na regulação do fluxo sanguíneo placentário e, portanto, na transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (BIRD et al., 2003).

Evidências crescentes mostram que o óxido nítrico e as poliaminas são chaves regulatórias da angiogênese e embriogêneses, como também do crescimento placentário e fetal (REYNOLDS & REDMER, 2001 e WU et al., 2004), sendo a arginina a maior carreadora de nitrogênio para os fetos suínos e é um dos aminoácidos mais abundantes nos tecidos fetais (WU et al., 1999) e no fluido alantóide no início da gestação (WU et al., 2006), demonstrando a sua importância na sobrevivência, crescimento e desenvolvimento fetal de leitões.

Assim, fornecer à porca gestante os nutrientes adequados, incluindo quantidades ajustadas de aminoácidos, é vital para o crescimento fetal, desempenho deste leitão e reprodutivo da fêmea no ciclo subsequente.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação de aminoácidos funcionais: Arginina, Glutamina e AminoGut® (Glutamina + Ácido Glutâmico) a partir dos 40 dias de gestação de fêmeas suínas primíparas, analisando o desempenho produtivo e a evolução da leitegada até o desmame.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Granja Suinícola Grinpisa Investimentos Privados SA, no município de Uberlândia, Minas Gerais, localizada a 18°30' de latitude sul e 47°50' de longitude oeste de Greenwich, com altitude de 843m e com clima tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: Aw).

O experimento foi realizado no período de novembro de 2010 a abril de 2011. Aprovado pela Análise Final Nº 161/10 da Comissão de Ética na Utilização de Animais para o protocolo registro CEUA/UFU 100/10.

Utilizou-se 80 fêmeas suínas primíparas Naima®, da genética Penarlan.

As fêmeas até a cobertura seguiram todas as recomendações do manual da genética Penarlan, para preparação de leitoas e cobertura. Foram inseminadas artificialmente no terceiro cio e todas estavam com mesmo peso a cobertura e permaneceram alojadas em gaiolas individuais no galpão gestação. Para o experimento as fêmeas foram selecionadas por escore corporal (2,0 a 2,5).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, num esquema fatorial de quatro semanas consecutivas e a adição de aminoácidos 1% de arginina (T2), 1% de glutamina (T3), 1% de AminoGut® (T4) e 0,5% de Arginina + 0,5% de AminoGut® (T5) e o controle (T1), sendo a cada semana utilizadas 20 fêmeas, envolvendo os cinco tratamentos e quatro fêmeas (repetições) por tratamento, totalizando quatro semanas, assim distribuídos (4 semanas x 5 níveis de suplementação x 16 repetições).

O galpão gestação possuía sistema de ventilação, e durante o experimento as temperaturas mínimas e máximas do ambiente foram coletadas pela manhã e tarde. A média das temperaturas mínimas e máximas foram de 20,3°C e 28,5°C pela manhã e 21°C e 29,2°C pela tarde.

O arraçoamento na gestação é automatizado e o bebedouro tipo calha com água à vontade após o arraçoamento. A suplementação com os aminoácidos de cada tratamento foi fornecida “on top” logo após ser colocada a

ração. A quantidade de ração fornecida seguiu o protocolo do Manual Nutricional da Penarlan, oferecendo 2,0kg de ração gestação até os 85 dias de gestação, após receberam 3,0kg de ração pré-lactação.

As dietas foram formuladas a base de milho, farelo de soja e farelo de trigo. As análises químicas, físicas e biológicas foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Uberlândia e a análise de aminoácidos no Laboratório da Ajinomoto® Animal Nutrition pela técnica de HPLC (High Performance Líquid Chromatography) para determinação de aminoácidos (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1. Composição química, participação dos ingredientes e composição de aminoácidos na Ração Gestação.

Ingredientes	Ração Gestação
<i>Macro Ingredientes (kg)</i>	
Milho grão	581,79
Farelo de Trigo	258,00
Farelo de Soja	125,00
Sal branco comum	5,00
Calcáreo 36%	13,00
Fosfato Bicálcico	13,50
<i>Micro Ingredientes</i>	
L-Lisina 80%	0,21
Premix Nutron®	3,50
<i>Nutrientes</i>	
Proteína Bruta (%)	13,92
Fibra Bruta (%)	11,05
Extrato Etéreo (%)	1,72
Matéria Mineral (%)	5,01
Cálcio (%)	0,83

Fósforo (%)	0,56
<hr/>	
<i>Aminoácidos (g/100g)</i>	
<hr/>	
Lisina	0,675
Treonina	0,528
Metionina	0,210
Cistina	0,239
Metionina + Cistina	0,450
Alanina	0,848
Arginina	1,057
Ácido Aspártico	1,257
Ácido Glutâmico	2,560
Glicina	0,913
Histidina	0,279
Isoleucina	0,522
Leucina	1,269
Fenilalanina	0,661
Serina	0,723
Tirosina	0,476
Valina	0,626
Prolina	0,000
Triptofano	0,000
<hr/>	
Nota: Composição Premix: Vitmin Suíno Reprodução, Zeotek.	

Tabela 2. Composição química, participação dos ingredientes e composição de aminoácidos na Ração Pré-Lactação.

Ingredientes	Ração Pré-Lactação
<i>Macro Ingredientes (kg)</i>	
Milho grão	579,75
Farelo de Soja	154,00
Sal branco comum	5,00
Calcáreo 36%	10,00
Fosfato Bicálcico	17,50
Soja Integral 33%	230,00
<i>Micro Ingredientes</i>	
Premix Nutron®	3,75
<i>Nutrientes</i>	
Proteína Bruta (%)	16,63
Fibra Bruta (%)	6,33
Extrato Etéreo (%)	1,69
Matéria Mineral (%)	5,77
Cálcio (%)	0,92
Fósforo (%)	0,60
<i>Aminoácidos (g/100g)</i>	
Lisina	0,929
Treonina	0,684
Metionina	0,274
Cistina	0,284
Metionina + Cistina	0,558
Alanina	0,958
Arginina	1,392
Ácido Aspártico	1,648
Ácido Glutâmico	3,413
Glicina	1.020

Histidina	0,337
Isoleucina	0,688
Leucina	1,498
Fenilalanina	0,837
Serina	0,891
Tirosina	0,551
Valina	0,791
Prolina	0,000
Triptofano	0,000

Nota: Composição Premix: Vitmin Suíno Reprodução, Zeotek, Powersweet.

A suplementação teve início aos 40 dias de gestação e foi dividida em dois tempos de suplementação. O primeiro foi dos 40 aos 85 dias de gestação e todas as fêmeas selecionadas foram suplementadas de acordo com o tratamento, já no segundo tempo, somente metade das fêmeas continuaram a receber a suplementação, isto é, suplementação dos 40 dias de gestação até o parto.

Durante o período gestacional as fêmeas permaneceram em gaiolas individuais no setor gestação, e aproximadamente, com 110 dias de gestação foram transferidas para a maternidade, a qual possuía 24 celas parideiras em cada sala.

No dia do parto foi feita uma estimativa de peso corporal por meio das medidas de comprimento corporal e perímetro torácico, utilizando uma fita métrica, conforme a fórmula $PESO\ CORPORAL = [(PC)^2 \times CC] \times 69,3$ (onde: PC= perímetro torácico; CC= comprimento do corpo; 69,3= constante), descrita pela NUTRON ALIMENTOS LTDA (2002).

Os partos de todas as fêmeas foram acompanhados e ao nascer, os leitões foram pesados e ao final do parto as placentas foram coletadas e pesadas, ambos em balança eletrônica de 20kg e escala de 5g da marca Angyu®.

Os parâmetros anotados foram os seguintes: total de nascidos, nascidos vivos, peso do leitão ao nascer, número de natimortos e mumificados, peso da placenta, eficiência placentária. A eficiência placentária foi medida através da relação entre o peso do leitão e o peso da sua respectiva placenta (WILSON, 1999).

A maioria dos leitões foi mantida com suas respectivas mães, os demais foram uniformizados para não atrapalhar o manejo de rotina da granja, os leitões foram identificados por tatuagem com o número da fêmea, facilitando a pesagem dos mesmos no desmame.

Aos 14 dias de lactação foi feita a aplicação de Fitohemaglutina (PHA) em cada fêmea. A PHA estava a uma concentração de 200 µg/mL e foi administrada pela via intradérmica na região caudal da orelha, a dosagem de 0,1 mL. Após a aplicação formaram-se pápulas, que foram medidas com o auxílio de um paquímetro, com resolução de 0,05 mm e as mensurações foram realizadas nos momentos 24, 48, 72h pós-aplicação, considerando o efeito imediato da PHA na indução da reação inflamatória local.

Aproximadamente aos 24 dias de lactação os leitões foram desmamados e pesados. Anotaram-se os dias de lactação e o intervalo desmame-cio das fêmeas em estudo.

Para análise estatística utilizou-se um delineamento inteiramente ao acaso com arranjo fatorial 5x2 (5 níveis de adição de aminoácido e dois períodos). Aplicou-se o teste de normalidade dos resíduos utilizando o Teste de Shapiro-Wilk. Aquelas que apresentaram normalidade (nascidos vivos, peso médio ao nascer e peso da placenta) foram analisadas parametricamente e as variáveis natimortos, mumificados e intervalo desmame-cio, não paramétricas, foram analisadas pelo Teste de Kruskal-Wallis. Posteriormente foi feita a Análise de Variância com significância a 5% ($p \leq 0,05$) e Teste de Tukey para analisar as médias. Foi utilizado o programa estatístico SAS 8.0 (2000).

Resultados e Discussão

Os resultados dos parâmetros avaliados no presente experimento podem ser observados abaixo na Tabela 3.

Tabela 3. Médias dos nascidos totais, nascidos vivos, natimortos, mumificados, peso ao nascer dos leitões e peso da placenta nos tratamentos controle e suplementações de 1% de Arginina, 1% de Glutamina, 1% de AminoGut® e 0,5% de Arginina + 0,5% de AminoGut®, em dois tempos diferentes, dos 40 aos 85 dias de gestação e dos 40 dias de gestação ao parto, Uberlândia, 2011.

		NT	NV	NM	MM	PN (kg)	PP (kg)
TRAT.	CONTROLE	12,73	12,13	0,39	0,33b	1,35	2,12ab
	1% ARGININA	12,20	11,53	0,60	0,07c	1,36	2,72a
	1% GLUTAMINA	12,13	11,67	0,27	0,20b	1,36	2,55ab
	1% AMINO GUT®	12,31	11,87	0,31	0,13bc	1,37	2,25ab
	0,5% ARGININA + 0,5% AMINO GUT®	11,94	10,62	0,31	1,00a	1,39	1,93b
TEMPO	40 – 85 dias Gestação	12,42	11,74	0,42	0,29	1,34	2,23
	40 dias Gest. – Parto	12,24	11,56	0,37	0,33	1,39	2,34
P valor	TRATAMENTO	0,83	0,30	0,67	0,05	0,95	0,02
	TEMPO	0,70	0,68	0,79	0,82	0,11	0,42
	TRAT. X TEMPO	0,07	0,11	0,70	0,28	0,20	0,45

O número total de leitões nascidos não apresentou diferenças ($P \geq 0,05$) entre as não suplementadas e aquelas que receberam suplementações com

Arginina, Glutamina, AminoGut® e Arginina+AminoGut® nos dois tempos diferentes durante a gestação, já que o tamanho da leitegada foi determinado no primeiro mês gestacional, fase de fixação do embrião a parede uterina, e as suplementações começaram a partir dos 40 dias de gestação, não há indícios de que a suplementação seja responsável pelo um número maior de leitões nascidos.

Contudo, a determinação do número total de leitões já ocorrera antes dos 35 dias de gestação, pois a maior parte das perdas pré-natais ocorre durante os primeiros 30 dias de gestação (VAN DER LENDE et al., 1994; ASHWORTH & PICKARD, 1998) com maior concentração antes dos 18 dias, principalmente entre os dias 12 e 18 da gestação, momento crucial para na nutrição, desenvolvimento, espaçamento uterino e adesão dos embriões ao epitélio uterino. Neste momento, os embriões são muito vulneráveis a qualquer estresse sofrido pela mãe, trata-se de um período em que a movimentação, misturas de lotes, manuseio, mudanças de dieta ou qualquer outro distúrbio deve ser rigorosamente evitado para que as perdas sejam minimizadas (MEREDITH, 1995). Por isso, as suplementações começaram a partir dos 40 dias de gestação, não sendo possível detectar efeito no número total de nascidos.

As médias do número de leitões nascidos vivos não diferiram ($P>0,05$) nos tratamentos em estudos. MATEO et al.(2007) observaram número de nascidos vivos por leitegada (11,40) quando suplementou leitoas com 1% de arginina dos 30 dias de gestação ao parto, inferior ao encontrado no presente estudo que foi de 12,63 nascidos vivos, com a mesma suplementação, no entanto, dos 40 dias de gestação ao parto, em ambos observando que houve efeito da suplementação de arginina neste parâmetro.

CARVALHO et al. (2008) obtiveram médias de nascidos vivos, quando suplementados com Glutamina e AminoGut® de 11,55 e 11,64, respectivamente, no terço final de gestação. Nos dois tempos de suplementação deste trabalho, observou-se valores superiores no número de leitões nascidos vivos quando suplementados com Glutamina e AminoGut®.

Em relação ao número de natimortos observados entre os tratamentos de suplementação não houve diferença estatística ($P>0,05$), já o de mumificados podemos observar diferenças estatísticas significantes ($P<0,05$) entre os tratamentos, na suplementação combinada de Arginina+AminoGut®, o número de observações foi bem superior aos encontrados nos outros tratamentos.

O alto número de mumificados na suplementação com Arginina + AminoGut® pode ser explicado por implicações que deve haver na combinação de aminoácidos, e os mesmos mostrarem os efeitos esperados, ou até mesmo por um excesso de aminoácidos na dieta.

MATEO et al. (2007) observaram uma redução de 65% de leitões mortos por leitegada quando suplementou leitões com 1% de arginina durante 84 dias de gestação. No presente trabalho, as observações encontradas apresentam índices aceitáveis na produção suína, com elevada queda nos tratamentos em relação ao controle.

A suplementação aminoacídica durante a gestação, principalmente com aminoácidos da família da arginina (arginina e glutamina), possibilita maior sobrevivência dos fetos, visto que o óxido nítrico melhora o fluxo sanguíneo, oferecendo maior transferência de nutrientes materno-fetal, diminuindo assim o número de mumificados e natimortos, já que a suplementação ocorreu em períodos da gestação (dos 40 dias de gestação ao parto) que podem ter efeitos nestas taxas.

A variável peso do leitão ao nascer não foi influenciada pelas suplementações de Arginina, Glutamina e AminoGut® ($P>0,05$). Diferentemente de MATEO et al. (2007) que quando avaliaram a suplementação de 1% de L-Arginina na dieta de marrãs, observaram um aumento de 24% no peso da leitegada em relação a não suplementada. RAMAEKERS et al. (2006), relataram o aumento de um leitão quando suplementaram fêmeas suínas entre os dias 14 e 28 de gestação com 1% de arginina, mas não afetou a média de peso ao nascimento, igualmente observada na presente pesquisa.

A suplementação de Arginina, assim com de Glutamina e AminoGut®, possivelmente aumentou a síntese de óxido nítrico e de poliaminas, elevando a eficiência do processo de angiogênese e crescimento da placenta, melhorando a circulação e aporte sanguíneo, conseqüentemente aumentando a transferência de nutrientes e O₂ entre a porca e os fetos, viabilizando a sobrevivência e crescimento fetal.

Apesar de não ter apresentado diferença estatisticamente significante, o peso ao nascer dos leitões, é um parâmetro de grande importância na produção suínica, a utilização de aditivos pode ser uma alternativa para melhorar o desempenho da leitegada durante a gestação. Portanto, numericamente, uma diferença de aproximadamente 100g de ganho de peso médio dos leitões ao nascer quando suplementados com aminoácidos em relação aos não suplementados, significa um ganho compensatório quando se multiplica pelo plantel inteiro de uma granja.

Este efeito pode ser explicado por MCPHERSON et al. (2004) e KIM et al. (2009), que observaram que um feto ganha 17,5g de proteína corporal do dia 0 ao 70 da gestação e 203,7g de proteína do dia 70 ao 114, se considerarmos uma fêmea com 16 fetos, são 4,0 e 74,1g/dia de ganho protéico para o início e final de gestação, respectivamente.

Além dos parâmetros relacionados a desempenho produtivo das fêmeas, foi avaliado ainda a peso da placenta da leitegada e a eficiência placentária, a qual é representada pela relação do peso da leitegada sob o peso da placenta. O peso da placenta não apresentou diferença significativa ($P>0,05$), enquanto que, a eficiência placentária diferiu entre os tratamentos e controle ($P<0,05$).

Tabela 4. Médias da eficiência placentária, peso dos leitões ao desmame, peso da fêmea ao parto, dias de lactação e do intervalo desmame-cio nos tratamentos controle e suplementações de 1% de Arginina, 1% de Glutamina, 1% de AminoGut® e 0,5% de Arginina + 0,5% de AminoGut®, em dois tempos diferentes, dos 40 aos 85 dias de gestação e dos 40 dias de gestação ao parto, Uberlândia, 2011.

		PD			IDC	
		EP	(kg)	PF (kg)	LAC	(dias)
TRAT.	CONTROLE	9,23a	5,24	159,54	24,4	5,1
	1% ARGININA	6,26c	5,57	173,52	24,8	5,6
	1% GLUTAMINA	6,73c	5,30	170,40	25,2	5,2
	1% AMINO GUT®	8,07b	5,49	170,32	23,8	4,5
	0,5% ARGININA + 0,5% AMINO GUT®	8,40b	5,51	167,39	25,6	4,2
TEMPO	40 – 85 dias Gestação	8,23	5,32	24,2	24,2	4,6
	40 dias Gest. – Parto	7,74	5,47	25,2	25,2	5,2
	TRATAMENTO	0,01	0,40	0,52	0,35	0,05
P valor	TEMPO	0,35	0,27	0,92	0,08	0,13
	TRAT. X TEMPO	0,56	0,93	0,80	0,44	0,43

Os tratamentos com 1% de AminoGut®, com 0,5% de Arginina + 0,5% AminoGut® e o controle apresentaram uma melhor eficiência da placenta. BIENSEN et al., 1998; KNIGHT et al., 1977, comprovaram que há um aumento exponencial do peso da placenta entre os dias 20 e 70 da gestação, assim como o expressivo aumento da área superfície da placenta entre os 90 e 110 dias de gestação.

O peso ao desmame dos leitões não apresentou diferenças estatísticas significativas ($P > 0,05$), no entanto, pressupõe-se que já foi comprovado que a suplementação aminoacídica participa do desenvolvimento e crescimento

mamário, a viabilidade dos leitões durante a lactação favoreceria seu desempenho, uma vez que um aparelho mamário melhor desenvolvido forneceria um aporte maior de nutrientes via leite a esses leitões.

LIMA (2010), avaliando a suplementação de diferentes níveis de arginina (0; 0,5; 1,0 e 1,5%) em dietas de fêmeas suínas hiperprolíferas a partir de 90 dias de gestação e em lactação, concluiu que a adição de 1% de arginina nesse período aumenta o número de desmamados e o peso da leitegada aos 7 e 22 dias de lactação. Assim como, MATEO et al. (2008), sugeriram a hipótese de que a suplementação de Arginina em dietas de fêmeas primíparas durante a gestação e lactação pode estimular o ganho de peso dos leitões lactantes, possivelmente pelo aumento da utilização de nutrientes e, conseqüentemente, aumentando a produção de leite e modificando a composição nutricional do leite.

Os parâmetros analisados em relação à fêmea, como o peso corporal da fêmea ao parto, dias de lactação e intervalo desmame-cio não diferiram entre os tratamentos e o controle ($P>0,05$).

Na Tabela 5, abaixo, observa-se a resposta inflamatória a Fitohemaglutinina (PHA), a qual não apresentou diferença estatística ($P>0,05$) entre os tratamentos ($P>0,05$).

Tabela 5. Médias das medidas das pápulas (mm) em resposta a Fitohemaglutinina aplicada aos 14 dias de lactação nos tempos 0, 24, 48 e 72 horas pós aplicação nas fêmeas suínas do controle e das suplementadas nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, Uberlândia, 2011.

		FITOHEMAGLUTININA(mm)		
		24h	48h	72h
TRAT.	CONTROLE	6,59	2,80	0,69
	1% ARGININA	5,90	3,42	1,64
	1% GLUTAMINA	5,82	2,51	0,78
	1% AMINOGUT®	5,98	4,73	2,82
	0,5% ARGININA + 0,5% AMINOGUT®	6,57	2,92	1,32
	TEMPO	40 – 85 dias de Gestação	6,32	3,39
	40 dias de Gest. – Parto	6,14	2,93	1,81
	TRATAMENTO	0,79	0,35	0,08
P valor	TEMPO	0,77	0,44	0,28
	TRAT. X TEMPO	0,38	0,79	0,57

A fitohemaglutinina possui uma potente atividade aglutinadora sobre eritrócitos e mitogênica para linfócitos, atua em processos inflamatórios agudos.

Alguns nutrientes podem aumentar ou inibir a resposta do sistema imunológico, assim, animais que passam por algum estresse que interfira na resposta imune necessitam de uma concentração maior ou menor de um determinado nutriente para otimizar sua resposta imunológica. Entretanto, até o momento não foram determinadas exigências nutricionais específicas para aperfeiçoar a função imunológica (XAVIER et al., 2010)

Pressupondo-se que um animal que esteja em balanço energético protéico e aminoacídico positivo, sua resposta a fitohemaglutinina seria melhor, justificando a metodologia aplicada na presente pesquisa.

Vários aminoácidos desempenham papéis importantes para o adequado funcionamento do sistema imunológico. Entretanto, a metionina, a arginina, a glutamina, e possivelmente os aminoácidos aromáticos são aqueles exigidos em maiores quantidades durante uma resposta imune (XAVIER et al., 2010).

NEWSHOLME et al. (1988) e LACEY & WILMORE (1990) indicaram que a glutamina pode ser considerada condicionalmente essencial nos momentos de ativação do sistema imune do animal. É essencial para o funcionamento normal de macrófagos e linfócitos durante uma resposta imunológica. O aumento da demanda de glutamina por essas células ocorre em função do incremento da atividade metabólica que ocorre logo após a estimulação por um agente infeccioso. O incremento do metabolismo é necessário para facilitar a divisão celular e a secreção de anticorpos e a de citocinas, processos que requerem aminoácidos e energia.

Entretanto, existe dúvida a esse respeito, pois de acordo com DUDRICK et al. (1994), a liberação de glutamina do músculo esquelético excede a liberação de outros aminoácidos, o que tem levantado à hipótese de que a glutamina é necessária para que a função imune ocorra de maneira adequada, e que a liberação de aminoácidos do músculo esquelético é uma resposta específica necessária para o fornecimento de glutamina para o sistema imune.

KITT et al. (2004) conduziram um experimento nas fases de gestação e lactação, no qual estudaram o efeito da suplementação com 2,5% de glutamina em fêmea suínas em substituição ao farelo de soja. Obtiveram no 7º e 21º dias de lactação, 46% e 265% a mais nas concentrações de glutamina no leite, respectivamente, quando comparadas com àquelas do grupo controle.

Outra recente pesquisa com suplementação foi realizada por MANSO (2006) que avaliou as concentrações sanguíneas, musculares e lácteas de glutamina em matrizes suínas primíparas submetidas a uma suplementação com glutamina (2,5% de L-Glutamina e 2,5% de AminoGut®), 30 dias antes do parto continuando até o desmame. Obteve uma maior concentração de

glutamina no leite no 7º dia as suplementadas com 2,5% de L-Glutamina e aos 21 dias de lactação as suplementadas com 2,5% AminoGut®.

A suplementação aminoacídica durante a gestação de porcas pode ter importantes aplicações para aumentar o desempenho durante a gestação, como também o desenvolvimento pós-natal, a saúde e qualidade de carne da progênie (WU et al., 2006).

Conclusão

A suplementação com 1% de AminoGut® e a combinação de 0,5% de Arginina + 0,5% de AminoGut® apresentou melhor eficiência placentária, quando fornecida dos 40 dias de gestação até o parto.

A suplementação de aminoácidos diminuiu o número de mumificados em relação ao controle, e aumentou o peso ao nascer de leitões, viabilizando os mesmo e melhorando o desempenho durante a lactação.

Referências

ASHWORTH, C.J., PICKARD, A.R. Embryo survival and prolificacy. In: Wiseman, J., Varley, M.A., Chadwick, J.P. (Eds.). **Progress in pig science**. Nottingham: Nottingham University. p. 303-325, 1998.

BIENSEN, N.J., WILSON, M.E., FORD, S.P. The impact of either a Meishan or Yorkshire uterus on Meishan or Yorkshire fetal and placental development to days 70, 90 and 110 of gestation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2169-2176, 1998.

BIRD, I.M.; ZHANG, L.B.; MAGNESS, R.R. Possible mechanisms underlying pregnancy-induced changes in uterine artery endothelial function. **Animal Journal Physiology**, v.284, pp. R245–R258, 2003.

CARVALHO, L.E.; MANSO, H.E.C.C.C.; NEPOMUCENO, R.C.; AQUINO, T.M.F.; RIBEIRO, J.C. Suplementação com glutamina em porcas primíparas no terço final de gestação e período de lactação sobre a prolificidade no parto seguinte. I Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, **Anais...**, Setembro, 2008.

DUDRICK, P.S.; ALVERDY, J.C.; SOUBA, W.W. Glutamine and the immune system. In: **Diet, Nutrition and Immunity**. FORSE, A. Ed. CRC Press, Boca Raton, FL, USA, p. 217, 1994.

KIM, S.W.; WU, G. Amino acid requirements for breeding Sows. In: II Simpósio Internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos - UFV, **Anais...**, p.199-218, 2005.

KIM, S.W.; HURLEY, W.L.; WU, G.; JI, F. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v.87, p.E123-E132, 2009.

KITT, S.J.; MILLER, P.S.; FISCHER, R.L. Effects of sow dietary glutamine supplementation on sow and litter performance, subsequent weanling pig performance and intestinal development after an immune challenge. **Swine Report**, Nebraska, p.14-17, 2004.

KNIGHT, W.J., BAZER, F.W., THATCHER, W.W., FRANKE, D.E., WALLACE, H.D. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: interrelations among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. **Journal of Animal Science**, v.44, p.620-637, 1977.

LACEY, J.M.; WILMORE, D.W. Is glutamine a conditionally essential amino acid? **Nutrition Revist**, v.48, p.297, 1990.

LIMA, D. **Dietas suplementadas com arginina para fêmeas suínas hiperprolíferas no período final da gestação e na lactação**. 2010. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2010.

MANSO,H.C.C.C. **Avaliação da glutamina sintetase e da concentração a glutamina no terço final da gestação e na lactação de camundongos fêmeas e matrizes suínas primíparas**. Tese de doutorado - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006.

MATEO, R.D.; WU, G.; BAZER, F.W.; PARK, J.C.; SHINZATO, I.; KIM, S.W. Dietary l-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **Journal of Nutrition**, v. 137, p. 652–656, 2007.

MATEO, R.D.; WU, G.; MOON, H.K.; CARROLL, J.A.; KIM, S.W. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal of Animal Science**, v. 86, p.827-835, 2008.

MCPHERSON, R.L.; JI, F.; WU, G.; KIM, S.W. Fetal growth and compositional changes of fetal tissues in the pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p.2534–2540, 2004.

MEREDITH, M.J. Pig breeding and infertility. In: Meredith MJ (Eds.). **Animal breeding and infertility**. Oxford: Blackwell Science, p. 278-353, 1995.

NEWSHOLME, E.A.; NEWSHOLME, P.; CURI, R.; CHALLONER, E.; SALLEH, M.; ARDAWI, M. A role for muscle in the immune system and its importance in surgery, trauma, sepsis and burns. **Nutrition**. 4:261, 1988.

NUTRON Alimentos. **Boletim Técnico**, Revista de comunicação técnica Nutron, Suinews. Adaptado de The Pig Site.com.Suinews n. 15/ Março/Abril, 2002

RAMAEKERS, P.; KEMP, B.; VAN DER LENDE, T. Progenos in sows increases number of piglets born. **Journal of Animal Science**, v. 84 (Suppl. 1), p. 394., 2006.

REYNOLDS, L.P.; REDMER, D.A Angiogenesis in the placenta. **Biology Reproduction**, v. 64, p.1033–1040, 2001.

SAS, **Statistical Analysis System**, versão 8.0 para Windows, SAS. Institute Carey, N.C., EUA, 2000.

SOUSA, K. C. **Efeitos da duração da lactação, intervalo desmame cio, e ordem de parto sobre a prolificidade da fêmea suína**. 2002. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

VAN DER LENDE, T., SOEDE, N.M., KEMP, B.V. Embryo mortality and prolificacy in the pig. In: Cole, D.J.A., Wiseman, J., Varley, M.A. (Eds.).

Principles of pig science. Nottingham: Nottingham University Press, p. 297-317, 1994.

VAN DER LENDE, T., VAN RENS, B.T.T.M. Critical periods for foetal mortality in gilts identified by analysing the length distribution of mummified foetuses and frequency of non-fresh stillborn piglets. **Animal Reproduction Science**, v.75, p.141-150, 2003.

XAVIER, E.G.; RUTZ,F.; ROLL, V.F.B. Imunonutrientes na produção de suínos. I Simpósio UFRGS sobre produção, reprodução e sanidade suína. **Anais...**, 2010.

WILSON, M.E., BIENSEN, N.J., FORD, S.P. 1999. Novel insight into the control of litter size in pigs, using placental efficiency as a selection tool. **Journal of Animal Science**, v. 77, p.1654-1658, 1999.

WU, G.; MORRIS JR., S.M. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemistry Journal**, v.336, p.1–17, 1998.

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

WU, G.; MEININGER, C.J. Arginine nutrition and cardiovascular function. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2626–2629, 2000.

WU, G.; BAZER, F.W.; CUDD, T.A.; MEININGER, C.J.; SPENCER, T.E. Maternal nutrition and fetal development. **Journal of Nutrition**, v.134 , p.2169–2172, 2004.

WU, G.; BAZER, F.W.; WALLACE, J.M.; SPENCER, T.E. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 2316–2337, 2006.

WU, M.C., HENTZEL, M.D., DZIUK, P.J. Effect of stage of gestation, litter size and uterine space on the incidence of mummified fetuses in pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.3202-3207, 1988.