

**DIETAS SUPLEMENTADAS COM ARGININA
PARA FÊMEAS SUÍNAS HIPERPROLÍFERAS
NO PERÍODO FINAL DA GESTAÇÃO E NA
LACTAÇÃO**

DANIELE DE LIMA

2010

DANIELE DE LIMA

**DIETAS SUPLEMENTADAS COM ARGININA PARA FÊMEAS
SUÍNAS HIPERPROLÍFERAS NO PERÍODO FINAL DA
GESTAÇÃO E NA LACTAÇÃO**

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

Orientador
Prof. Dr. Luis David Solis Murgas

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Lima, Daniele de.

Dietas suplementadas com arginina para fêmeas suínas hiperprolíferas no período final da gestação e na lactação / Daniele de Lima. – Lavras : UFLA, 2010.

61 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.

Orientador: Luis David Solis Murgas.

Bibliografia.

1. Suinocultura. 2. Reprodução. 3. Aminoácido. 4. Nutrição. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.40852

DANIELE DE LIMA

**DIETAS SUPLEMENTADAS COM ARGININA PARA FÊMEAS
SUÍNAS HIPERPROLÍFERAS NO PERÍODO FINAL DA
GESTAÇÃO E NA LACTAÇÃO**

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

APROVADA em 26 de fevereiro de 2010

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli UFLA

Prof. Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo UFLA

Dr. Antonio Marcos Souto Moita NUTRON Alimentos

Prof. Dr. Luis David Solis Murgas
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL

“A Deus, por ter iluminado meu caminho e me dado forças para chegar até esta importante conquista”.

OFEREÇO

Aos meus pais, Assis de Lima e Elisabete Conte de Lima, pelos ensinamentos e exemplos de honestidade, humildade e simplicidade, jamais terei como agradecê-los, pois vocês são os principais responsáveis por essa conquista.

“Obrigada sempre pelo apoio e incentivo!”

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Às minhas irmãs, Daniane e Denise de Lima, pelo companheirismo e amizade e ainda ao amigo Carlos Vido, que foi sempre grande incentivador para que eu chegasse até aqui.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, pela oportunidade de realização do mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG) pela concessão da bolsa de estudos.

A Ajinomoto Biolatina, pelo financiamento deste trabalho.

Ao Prof. Luis David Solis Murgas, pela oportunidade, confiança e incentivo durante toda minha formação profissional.

Ao Prof. Vinícius Cantarelli, pela co-orientação, confiança e conselhos durante o experimento.

Ao Prof. Márcio Gilberto Zangerônimo, pela participação na banca e pelos ensinamentos durante minha formação profissional na suinocultura.

Ao Dr. Antonio Marcos Souto Moita, pela participação na banca, pelos conhecimentos transmitidos que enriqueceram este trabalho, pela amizade e pela vontade em ajudar sempre.

Ao Dr. Glauber Souza Machado, pela co-orientação, principalmente pelo auxílio na determinação do trabalho e pelo esforço na obtenção da granja para a realização da fase experimental.

À DB, pela disponibilidade da granja e a toda equipe da granja: Guará, Adão Silva, Alex Souza (Bodin), André Martins, José Augusto Ferreira, Marta Nascimento, Aparecida, Vandelha Silva, Jair Mascarenhas, Reduzina Oliveira, Silvana Nascimento, Deigmar Medeiros (Zolina), Maria Margarida Oliveira

(Vânia), Frederico Souza (Tatico), Alvimar Nascimento, Sebastião Alves (Tião), Lucemil Machado, Belchior Silva, Neimar Souza, Kleber Souza, Emerson Teixeira, Edis Oliveira, Cleuber Oliveira, Eder Machado, Ronivon Souza, Maria Aparecida das Dores, Maria Aparecida de Souza, Renato Santos, por atenderem meus pedidos de “socorro”.

Ao Romário de Souza, Juliana, Sabrina e especialmente à Claudivânia “Claudinha”, primeira ajudante e braço direito, pela ajuda imprescindível na fase de campo.

Ao estagiário “eterno”, Evandro César Pereira Cunha, pela ajuda, dedicação e companheirismo. “Saiba que poderá sempre contar comigo!”

Ao Gerente da granja, Wagner César Bragança e esposa Maria Dias Bragança, pela amizade, compreensão e muita, mas muita paciência durante a execução do trabalho. Ao Gustavo Henrique Bragança “Tião”, pelo carinho e pela descontração durante a longa estadia na fazenda.

Ao colega, Rafael Mendes Mota, por ser motorista nos horários inoportunos, pela paciência, pelos conselhos e momentos descontraídos diante da monotonia da vida na fazenda. “Muito obrigada mesmo!”

Ao colega, Ivan Allaman, pela realização das análises estatísticas.

À Profa. Helena Emília Manso, pela ajuda e preocupação com este trabalho.

Aos funcionários do DMV, William César Cortez e Marcos Antônio Machado, pela amizade, ajuda e carinho durante toda minha graduação.

Ao Prof. Raimundo Vicente de Souza, pela amizade durante todo o curso e pela disponibilidade em ajudar a qualquer momento.

Às integrantes da República Saia Justa: Aline Freitas, Júlia B. Lovate, Aline (K-xumba), Bárbara Domingues, Camila Enoki (Vuada), Júlia Maria Moreira, Isabela Matta (Piaba) e às “primeiras sobrinhas”, Gabriela L. Vieira Campos e Bianca Barreto, pela amizade, companheirismo, paciência em me

aturar durante minha estadia em Lavras, principalmente com os meus “dados” e pelas boas risadas, que muitas das vezes, foram importantes nos momentos estressantes. “Vocês estarão sempre no meu coração!”.

Aos amigos, Tiago Teófilo, Leonardo Pereira, Ozana Zacaroni, Thaís Schwarz, Daiane Moreira, Ana Luísa Alvarenga, Fernanda Pinheiro Lima, André Campos “Pitt” e todos os companheiros do Laboratório de Fisiologia do DMV.

Aos professores do Setor de Suínos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Fernando Pandolfo Bortolozzo, Ivo Wentz, David Emílio Barcellos e Mari L. Bernardi por terem me recebido e pelos conhecimentos transmitidos durante minha jornada em Porto Alegre.

Aos colegas do Setor de Suínos da UFRGS por terem me recebido e principalmente aos novos amigos Regislaine Souza, Renato Rosa, Diogo Magnabosco, Mirian Almeida, Brenda Prado Marques, José Paulo Sato, Henrique Fries, Giseli Heim, Oscar Morales e Andréa Panzardi, por toda a ajuda e companheirismo.

À minha segunda mãe, Terezinha Scodro, por ter me recebido de braços abertos na pensão em Porto Alegre, pelo carinho, cuidado e preocupação. “Dona Telezinha, a senhora estará sempre no meu coração!”

Aos companheiros da pensão, Marta Gava, Marco Aurélio Cesco, Danilo Carloto e à “hermana” Milagros Rolon, pelas risadas, pelos almoços e jantares e ótimos momentos de convivência em Porto Alegre.

A todos aqueles que, de alguma forma ou outra, me ajudaram neste longo período de residência em Lavras e na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Hiperprolificidade e suas implicações na suinocultura.....	3
2.1.1 Implicações da hiperprolificidade na gestação suína.....	4
2.2 Eficiência placentária.....	5
2.3 Lactação de fêmeas suínas hiperprolíferas.....	7
2.4 Metabolismo e catabolismo da arginina.....	8
2.5 Arginina na reprodução de suínos.....	16
2.6 Arginina no desenvolvimento e crescimento de leitões.....	18
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
3.1 Local de realização do experimento.....	21
3.2 Animais e instalações.....	21
3.3 Delineamento experimental.....	22
3.4 Dietas experimentais.....	23
3.5 Procedimento experimental.....	26
3.5.1 Período Gestacional.....	26
3.5.2 Período Lactacional.....	27
3.6 Análises estatísticas.....	28
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1 Período Gestacional.....	31
4.2 Período Lactacional.....	35
5 CONCLUSÕES.....	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXOS.....	53

RESUMO

LIMA, Daniele de. **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.*

O experimento foi conduzido na granja da empresa de genética DanBred (DB) localizada em Morada Nova de Minas – MG, com o objetivo de avaliar níveis de suplementação com arginina em dietas de fêmeas suínas hiperprolíferas a partir de 90 dias de gestação e durante a lactação sobre os parâmetros reprodutivos. Foram selecionadas 120 matrizes entre segunda e sétima ordem de parição da genética DB, com número de nascidos nos partos anteriores superior a 12 leitões. O experimento foi dividido em dois períodos, sendo o primeiro iniciado aos 90 dias de gestação até a parição, e o segundo a partir do parto ao desmame (22 dias). O delineamento foi em blocos casualizados (ordem de parição), com quatro tratamentos (níveis de inclusão de arginina - 0; 0,5; 1,0 e 1,5%) e três blocos com média de 40 fêmeas cada. O número total de leitões nascidos, leitões nascidos vivos, mumificados, natimortos, peso total da leitegada, peso da leitegada nascida viva, peso médio do leitão nascido e do leitão vivo, peso da placenta e eficiência placentária não foram influenciados pelos níveis de arginina. Observou-se efeito quadrático significativo do peso da leitegada e ganho de peso diário do leitão na primeira semana de lactação, sendo que estes foram 11% superiores com a suplementação de 1,0% de arginina em relação ao controle. Ao desmame, as matrizes que receberam este nível de arginina desmamaram um leitão a mais. Houve efeito quadrático dos níveis de arginina sobre o peso da leitegada aos 22 dias, sendo 12% maior também com a suplementação de 1%. Conclui-se que a suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com arginina é importante para melhorar os índices reprodutivos do plantel. A adição de 1,0% deste aminoácido em rações contendo milho, farelo de soja e farelo de trigo a partir de 90 dias de gestação e durante a lactação aumenta o número de leitões desmamados/fêmea.

Comitê de Orientação: Prof. Luis David Solis Murgas – UFLA (Orientador),
Prof. Vinicius de Souza Cantarelli – UFLA, Glauber de Souza Machado
– Integrall Consultoria.

ABSTRACT

LIMA, Daniele de. **Supplementation of hiper-prolific sows in late pregnancy and during lactation with different levels of arginine**. 2010. 61p. Dissertation (Master of Veterinary Science)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

The experiment was conducted at the pig farm of DanBred (DB) breeding company located in Morada Nova de Minas - MG, aiming to evaluate levels of arginine supplementation in diets of hiper-prolific sows from 90 days of gestation and during lactation on reproductive parameters. Were selected one hundred and twenty sows between second and seventh parity order (genetic DB), with number of born pigs in previous farrowing of more than 12 piglets. The experiment was divided into two periods: the first begun at 90 days of gestation to farrowing, and second from birth to weaning (22 days). The design was randomized blocks (parity order) with four treatments (inclusion of levels of arginina – 0; 0,5; 1,0 and 1,5%) and three blocks with an average of 40 sows each. The total number of piglets born, piglets born alive, mummified, stillborn, litter weight born, litter weight born alive, piglet weight born and live, placental weight and placental efficiency were not affected by different levels of arginine. Significant quadratic effect of litter weight and daily weight gain piglet in the first week of lactation were observed, 11% higher with supplementation of 1,0% arginine as control diet. At weaning, the sows that received this level of arginine presented one weaned piglet more. It was observed a quadratic effect of arginina levels on litter weight at 22 days, being 12% higher also with supplementation of 1%. In conclusion, the supplementation of diets for hiper-prolific sows with arginine is important for improving the reproductive efficiency of breeding. The addition of 1.0% of this amino acid in diets containing corn, soybean meal and wheat bran from 90 days of gestation and during lactation increases the number of piglets weaned per sow.

Guidance Committee: Prof. Luis David Solis Murgas - UFLA (Major Professor),
Prof. Vinicius de Souza Cantarelli – UFLA and Glauber de Souza
Machado - Integrall Consultoria.

1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade caracterizada pelo dinamismo produtivo, visto a utilização de animais geneticamente melhorados para maior produção de carne e principalmente a busca por linhagens de fêmeas hiperprolíferas, possibilitando desmame de 30 a 32 leitões por fêmea/ano.

A maximização reprodutiva destas fêmeas tem gerado aspectos negativos como a redução no peso dos leitões nascidos, o aumento de leitões com baixa viabilidade (peso < 1,0 Kg), maior mortalidade na fase de maternidade e menor peso dos desmamados.

A fêmea suína moderna, apesar de apresentar alto potencial reprodutivo, não é selecionada e melhorada pelos geneticistas quanto aos aspectos fisiológicos como maior capacidade uterina na mesma proporção que a hiperprolificidade, sendo assim, a vantagem em se produzir leitegadas numerosas está acompanhada de leitões com baixo peso ao nascer e também alta variabilidade dentro das leitegadas.

Como em todo o sistema de produção animal, a eficiência reprodutiva é uma importante meta econômica, sendo assim, pesquisas têm sido feitas para se entender as interações entre nutrição e reprodução e, que conseqüentemente, melhorem a fertilidade e o desempenho dos leitões.

Muitas pesquisas envolvendo a nutrição desses animais vêm sendo feitas, na tentativa de buscar alternativas viáveis na solução dos problemas relacionados à hiperprolificidade, sendo a utilização de aminoácidos como a arginina durante a gestação e a lactação de fêmeas hiperprolíferas de diferentes ordens de parto, ainda pouco estudada.

Dessa forma, a suplementação com o aminoácido arginina, principalmente na fase final de gestação de fêmeas suínas hiperprolíferas, parece ser uma alternativa na redução da variabilidade das leitegadas ao nascimento, minimizando os custos com o manejo diferenciado necessário aos denominados leitões de baixa viabilidade e também diminuindo os índices de mortalidade na fase de lactação. O benefício da utilização da arginina em dieta para fêmeas gestantes pode ser importante no período lactacional, visto que o óxido nítrico atua na angiogênese, possibilitando melhor desenvolvimento da glândula mamária e, conseqüentemente, maior produção de leite durante a lactação.

Assim, a suplementação nutricional dessas fêmeas com arginina durante o período de lactação ou imediatamente antes poderá aumentar o fluxo sanguíneo no tecido mamário, principalmente na primeira semana de vida dos leitões, período considerado crítico para o desenvolvimento desses, desencadeando leitegadas mais uniformes ao desmame e melhorando o desempenho desses animais nas fases de recria e terminação.

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar diferentes níveis de suplementação com arginina em dietas de fêmeas suínas hiperprolíferas na fase final de gestação (a partir de 90 dias) e durante lactação sobre parâmetros reprodutivos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Conceito de hiperprolificidade e suas implicações na suinocultura

Os programas de seleção genética utilizados na suinocultura tecnificada buscam fêmeas de alta prolificidade. A hiperprolificidade caracteriza-se pela produção de leitegadas numerosas, as quais estão associadas às mudanças no manejo que possibilitaram o aumento do índice leitões desmamados/fêmea/ano, passando de uma média de 21 a 23 leitões até índices próximos de 30 leitões (Antunes, 2007).

Essas mudanças crescentes na suinocultura moderna vêm proporcionando melhor produtividade e maiores ganhos econômicos na atividade, principalmente pelo maior número de suínos destinados ao abate.

Este cenário é bem evidente, sendo já observado há quase uma década, quando o número de leitões nascidos vivos ao parto no período de 1992 a 2001, aumentou de 10,9 para 12,2, ou seja, aproximadamente 12% (Gondret et al., 2006), enquanto que Smits et al. (2006) relataram que o aumento do tamanho médio da leitegada nascida atingiu o índice de 13,7 leitões.

Em relação aos leitões leves, houve redução do peso médio ao nascimento de 1,590Kg para 1,260 Kg com o aumento da leitegada de 11 para 16 leitões, ou seja, o acréscimo de um leitão ao nascimento representou redução de 35 gramas no peso de cada leitão (Quiniou et al., 2002), justificando assim o baixo peso dos leitões descendentes de fêmeas hiperprolíficas.

Já alta variabilidade representada pelo coeficiente de variação do peso ao nascer dentro da leitegada oscilou de 18 a 25% (Leenhouwers et al., 1999), e leitegadas tiveram até 20% de leitões com peso inferior a 1,2Kg (Pinheiro & Machado, 2007).

Essa alta variabilidade dentro das leitegadas e elevadas percentagens de leitões leves podem ser decorrentes do posicionamento do concepto no útero ou

até mesmo por deficiências nutricionais durante a gestação. O desempenho de leitões leves ao nascimento pode ser agravado ainda, pela baixa ingestão de leite e colostro, visto que esses disputam a mamada menos efetivamente ao competirem com leitões maiores pelos melhores tetos (Gondret et al., 2006).

Outro aspecto a ser considerado é a produção insuficiente de leite, devido à nutrição inadequada da fêmea suína durante o período lactacional, principalmente em casos de leitegadas numerosas, exigindo assim maior atenção na formulação das dietas para atender as exigências dos animais.

Conforme Quiniou et al. (2002), estudos anteriores revelaram maiores índices de mortalidade peri e pós-natal, principalmente de leitões pequenos devido a baixa reserva energética, maior susceptibilidade ao frio, menor habilidade para conseguir os melhores tetos e efetivar a primeira mamada e, por conseguinte, baixa ingestão de colostro e menor imunidade passiva adquirida.

Outro ponto citado na literatura mostra que leitões leves apresentam reduzida formação e desenvolvimento de fibras musculares durante a vida uterina, resultando num reduzido ganho de peso após o nascimento. Leitões leves apresentam pior desempenho no período lactacional e pós-desmame, com redução de 8% no ganho de peso diário, menores pesos ao desmame e na saída de creche (67 dias de idade), além da idade ao abate superior a 12 dias para atingirem o peso adequado exigido pelos frigoríficos e mercado consumidor. Há também maior deposição de gordura na carcaça e pior qualidade de carne (Gondret et al., 2006).

2.1.1 Implicações da hiperprolificidade na gestação suína

A gestação é uma das fases de maior importância para a melhoria da eficiência reprodutiva. A partir do desempenho da gestação pode-se prever o potencial econômico e/ou produtivo de uma granja, pois a fêmea suína reprodutora passa dois terços da vida útil em fase de gestação, demonstrando,

assim, a importância do manejo nesta fase quando se visa aumentar a produtividade (Hashimoto et al., 2004).

Alguns pesquisadores concluíram que o crescimento pré-natal de mamíferos placentários é afetado direta e indiretamente pela nutrição materna durante toda a gestação (Rehfeldt et al., 2004). Por isso, atenção especial deve ocorrer principalmente no terço final da gestação, período em que pode haver grandes variações de peso entre os leitões pela fase de rápido crescimento, já que existem diferenças no posicionamento dos fetos no útero, favorecendo alguns em detrimento de outros.

Outro fato a ser considerado é que, ao final da gestação, após 90-95 dias, há a continuidade do processo de hipertrofia e maturação musculares dos fetos; logo, a nutrição materna, e o fluxo de nutrientes e oxigênio pela placenta são importantes e afetam o peso ao nascimento dos leitões (Almeida, 2009).

Segundo Varley (1995), o terço final da gestação é a fase em que ocorre o maior desenvolvimento da glândula mamária, sendo crítico para os tecidos secretores de leite e também para o rápido crescimento dos leitões, sendo importante então o fornecimento de dietas com maiores níveis proteicos, além de suprimento adequado de aminoácidos.

Kim et al. (2005) afirmaram que, a partir de 70 dias de gestação, há grande deposição protéica no organismo dos leitões, como no caso da lisina em que agrega-se 5,56g/dia, ao contrário da fase inicial em que a deposição é de apenas 0,17g/dia. Diante disso, pode-se inferir que a fase final é caracterizada por intenso desenvolvimento e elevadas demandas de nutrientes. O mesmo ocorre com a glândula mamária, em que a deposição de lisina de 0,14g/dia é elevada a 3,41g/dia a partir de 80 dias de gestação.

2.2 Eficiência placentária

A nutrição dos fetos é determinada pela quantidade de nutrientes transferida pela mãe, a qual depende tanto do tamanho da placenta como do fluxo sanguíneo, sendo esta última dependente do número de fetos. Há uma alta correlação entre tamanho da placenta ($r=0,73$) e o fluxo sanguíneo na placenta ($r=0,83$) com o peso dos fetos (Roth & Bisailon, 1980). Segundo Pere et al. (1996), leitões de leitegadas numerosas são leves porque o fluxo sanguíneo uterino por feto decresce com o número de fetos.

Knol et al. (2002) afirmaram que o peso ao nascer é altamente dependente da quantidade de nutrientes fornecidos através da placenta, e também pelo tamanho (massa e superfície) e fluxo sanguíneo da mesma, características relacionadas à eficiência placentária (EP).

A eficiência placentária é um índice obtido a partir da divisão do peso ao nascimento pelo peso de sua placenta. Quando a EP é elevada, as placentas menores seriam capazes de manter o desenvolvimento e a viabilidade fetal. A baixa eficiência da placenta é a principal responsável por grandes taxas de mortalidade pré-natal, ocasionando maior número de natimortos e mumificados ao parto (Wilson et al., 1998).

As placentas mais eficientes na disponibilização de nutrientes para o feto são decorrentes de maior fluxo sanguíneo, como observado nas fêmeas da raça chinesa Meishan, as quais desenvolvem placentas menores ocupando reduzido espaço uterino, porém há intensa proliferação de vasos sanguíneos na membrana cório-alantoide, possibilitando maior sobrevivência embrionária, leitegadas numerosas e mais homogêneas (Wilson et al., 1998), além de baixo percentual de natimortos e alta taxa de sobrevivência do nascimento ao desmame (Haley et al. 1995).

A adequada angiogênese da placenta é crítica para o estabelecimento da circulação placentária e manutenção de fluxo sanguíneo uterino e umbilical adequados para o crescimento normal dos fetos. Fatores que influenciam os

aspectos de desenvolvimento e função da vascularização da placenta podem ter efeito marcante no crescimento fetal e, portanto, com consequências na sobrevivência e crescimento neonatal.

Uma boa vascularização é imprescindível para a suplementação adequada de aminoácidos aos fetos, que é favorecida pela vasodilatação de veias placentárias e pela angiogênese (formação de novos vasos sanguíneos a partir de vasos pré-existentes) na parede endometrial a partir do aumento da demanda de substratos para os tecidos.

Segundo Gagnon (2003), a vascularização insuficiente na placenta e o menor fluxo sanguíneo ocasionam em diminuição da transferência transplacentária de oxigênio e nutrientes aos fetos, resultando no crescimento intra-uterino retardado (CIUR), que compromete o desenvolvimento e crescimento de embriões/fetos ou de seus órgãos, sendo comum em fêmeas hiperprolíficas, pela intensa disputa uterina entre os fetos.

Os leitões acometidos pelo CIUR possuem órgãos menores principalmente fígado, coração e baço, com exceção do cérebro, que por ser um órgão vital não tem seu desenvolvimento afetado, devido ao *brain sparing effect*, e com isso esses animais apresentam menor sobrevida, além de haver seqüelas permanentes que poderão comprometer parâmetros zootécnicos como conversão alimentar, composição corporal, qualidade da carne e desempenho reprodutivo (Almeida, 2009).

Sendo assim, a maior vascularização da placenta possibilitaria aumento na sua eficiência, importante na proteção e desenvolvimento do feto diante do limitado tamanho placentário em fêmeas de alta prolificidade.

2.3 Lactação de fêmeas suínas hiperprolíferas

A fêmea suína possui uma alta demanda de nutrientes durante o período de lactação, portanto, há a necessidade de uma dieta convenientemente

balanceada para este estágio de produção. A quantidade de nutrientes ingerida durante o período de lactação da matriz, afeta a produtividade total do rebanho pela influência na produção de leite, assim como no peso do leitão ao desmame, no desempenho de crescimento até o abate, e ainda o desempenho reprodutivo subsequente da fêmea (Tokach et al., 1992).

Este fato é muito importante com o advento de leitegadas numerosas, no qual fêmeas suínas modernas devem apresentar grande capacidade de produzir leite, visto que é a principal fonte de nutrientes aos leitões. Entretanto, as fêmeas selecionadas quanto à hiperprolificidade possuem baixa capacidade de ingestão de alimento durante a lactação (Kim et al., 2005), resultando em produção de leite insuficiente, reduzido desempenho reprodutivo subsequente e, ainda, refugagem precoce de leitões.

Outro ponto a ser ressaltado, refere-se ao leite da fêmea suína que poderia ser considerado como ideal no fornecimento de quantidades necessárias de nutrientes, atendendo a demanda para o crescimento do leitão neonatal. Porém, estudos recentes demonstraram que o leite é deficiente em alguns aminoácidos como a arginina, podendo comprometer o desenvolvimento dos leitões (Wu & Knabe, 1994; Wu et al., 2004a).

Como alternativa ao baixo consumo de ração durante a lactação e deficiências na composição láctea, tem-se sugerido a manipulação da dieta materna, com a suplementação de aminoácidos, como a arginina, que pode alterar o perfil de vários componentes nutritivos do leite e proporcionar eficiente crescimento potencial dos leitões.

2.4 Metabolismo e catabolismo da arginina

A arginina, denominada quimicamente como ácido 2-amino-5-guanidinovalérico, foi isolada pela primeira vez em 1886 a partir da planta tremoço. Posteriormente, em 1895, a arginina foi identificada como constituinte

em proteínas de origem animal, sendo encontrado, em 1924, como o principal aminoácido em proteínas básicas do sêmen de peixes. Muitos estudos foram realizados entre os anos de 1950 e 1970, resultando na primeira classificação da arginina como aminoácido não-essencial para humanos adultos saudáveis, mas essencial para mamíferos jovens e em crescimento (Wu & Morris, 1998).

Em 1981 foi observado que no intestino de ratos adultos era produzida a citrulina, a qual seria substrato para a síntese endógena de arginina. No ano de 1983, conheceu-se a rota metabólica para a síntese intestinal de citrulina a partir da glutamina/glutamato via pirrolina-5-carboxilato sintetase. Em 1987, alguns relatos foram encontrados, afirmando que a arginina seria o precursor para a síntese de nitrito/nitrato em mamíferos e que, o óxido nítrico seria um fator relaxante derivado do endotélio. Um ano depois, o óxido nítrico foi identificado como intermediário biologicamente ativo da via arginina – nitrato e nitrito em macrófagos e células endoteliais (Wu & Morris, 1998).

Deste modo, sugere-se que 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, sendo, por isso, frequente em várias áreas de pesquisa, inclusive na suinocultura (Mateo et al., 2007, 2008).

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).

Os principais precursores para síntese intestinal de arginina e principalmente, citrulina, são glutamina, glutamato e prolina, sendo intensivamente catabolizados pelo intestino delgado (Wu, 1998). Desta forma, atividades relativamente altas da prolina oxidase (enzima responsável pela

conversão de prolina a pirrolina-5-carboxilato), foram observadas em enterócitos suínos, e o contrário em órgãos como o fígado e rins (Wu et al., 1997).

Em suínos jovens, a maior parte da citrulina é convertida em arginina nos enterócitos, fazendo do intestino delgado o principal local de síntese de arginina, e também de citrulina, visto que há aumento gradual na expressão da arginase. Em suíno neonatal, a citrulina derivada da glutamina possui um importante papel na síntese de arginina (Wu, 1997).

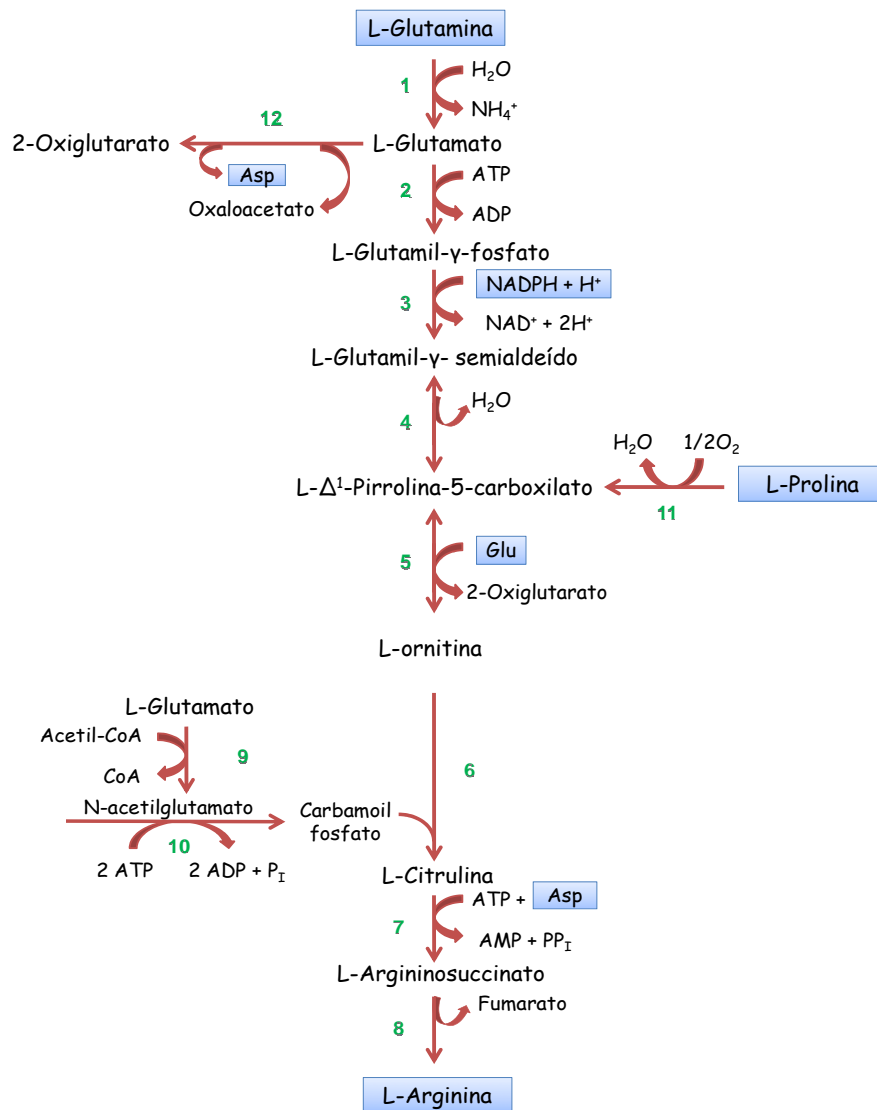
A síntese endógena de arginina atende cerca de 50% das necessidades diárias deste aminoácido em suínos jovens, sendo a produção pelo organismo importante na regulação da homeostasia desse aminoácido em neonatos e suínos em crescimento (Flynn & Wu, 1996).

A produção intestinal e a disponibilidade da citrulina são limitantes para a síntese de arginina em leitões neonatos (Wu & Knabe, 1995), de modo que a produção endógena representa a maior proporção do fluxo deste aminoácido no organismo comparado a adultos (Wu & Morris, 1998), o que é explicado por grandes quantidades de arginina presentes na proteína corporal em comparação à proteína do leite.

Em adultos, a síntese endógena de arginina ocorre no intestino delgado e rins (Reyes et al., 1994; Wu & Morris, 1998) através do eixo intestino-renal (Morris Junior, 2002). Assim, a citrulina é absorvida pelo intestino delgado e transportada através da circulação até os rins, onde será captada e utilizada para a produção de arginina (Dhanakoti et al., 1990). É importante que estes substratos sejam fornecidos pela dieta, pois a captação de glutamato ou prolina da circulação arterial pelo intestino delgado não é significativa (Wu et al., 1994).

Não há produção excedente de arginina no fígado, pois neste há concentrações elevadas de arginase que atua degradando o aminoácido produzido no ciclo da ureia hepática (Wu & Morris, 1998).

Aproximadamente 60% da síntese de arginina ocorrem via reação metabólica, de modo que o *turnover* da proteína corporal contribui em sua maioria para o processo, correspondendo de 5 a 15% do fluxo de arginina endógena (Wu & Morris, 1998). Todas as vias de síntese de arginina estão representadas na Figura 1.



Vias de síntese da arginina

Enzimas indicadas nas reações: 1. Glutaminase fosfato-dependente, 2 e 3. L- Δ^1 -Pirrolina-5-carboxilato sintetase, 4. Reação não-enzimática, 5. Ornitina aminotransferase, 6. Ornitina carbamoiltransferase, 7. Argininosuccinato sintase, 8. Argininosuccinato liase 9. N- acetilglutamato sintase, 10. Carbamoil-fosfato sintase, 11. Prolina oxidase, 12. Aspartato aminotransferase

Adaptado de Wu & Morris, 1998

FIGURA 1 Vias metabólicas para a síntese de arginina

A arginina sintetizada é muito importante em vários processos fisiológicos. Assim quando catabolizada dá origem a vários produtos com funções essenciais para o funcionamento do organismo.

Além da síntese proteica, há múltiplas vias para utilização da arginina, a qual é iniciada pela arginase, arginina:glicina amidinotransferase, óxido nítrico sintetase, e arginina descarboxilase para produzir ornitina, guanidinoacetato, óxido nítrico, e agmatina, respectivamente (Flynn et al., 2002).

Há duas rotas catabólicas da arginina, uma delas desencadeada pela via óxido nítrico sintase (o qual produz óxido nítrico e citrulina) e outra pela via da arginase. Existem três isoformas de óxido nítrico sintase produzidas pelos animais, sendo a forma neuronal e endotelial expressadas de modo constitutivo, ou seja, existente em baixos níveis em vários tipos celulares, além da forma induzível que não é expressa normalmente nas células, mas altamente induzida por endotoxinas bacterianas e citocinas inflamatórias (Wu & Morris, 1998).

Há duas distintas isoenzimas arginase, codificadas por diferentes genes, sendo a arginase tipo I, enzima citossólica expressada intensamente no tecido hepático, e a tipo II mitocondrial (Wu & Morris, 1998). A arginase tipo II está presente nos enterócitos e outras células mamíferas. Nos enterócitos suínos, prolina, ornitina, citrulina e CO₂ fornecem 56, 37, 4, e 1% de carbonos da arginina metabolizada, respectivamente.

O catabolismo da arginina em enterócitos suínos é limitada ao nascimento e período de lactação devido a desprezível atividade da arginase (Wu et al., 1996b), a qual ajuda na maximização da arginina produzida pelo neonato. A degradação intestinal da arginina é bem maior ao desmame devido a indução da arginase (Wu et al., 1996b), mediado pelo mecanismo dependente de glicocorticóide (Flynn & Wu, 1996). Em leitões desmamados, a arginina produzida nos enterócitos, quando catabolizada, dará origem à ureia, exceto em células de leitões pré-desmamados (Wu, 1995).

A arginina pode ser conjugada com nitrogênio terminais de proteínas, possibilitando a degradação dessas pela via proteolítica ubiquitina-dependente; atua também como ativador alostérico da N-acetilglutamato sintase, a qual sintetiza N-acetilglutamato a partir de glutamato e acetil-coA (Wu & Morris, 1998). O N-acetilglutamato é um cofator essencial para a carbamoil-fosfato sintase, enzima chave na síntese de arginina e ureia, logo, a arginina é capaz de atuar regulando seu próprio metabolismo.

Considerando o catabolismo da arginina, como produtos finais, há moléculas sinalizadoras, como o óxido nítrico, glutamato e agmatina, além de poliaminas que atuam na regulação de processos celulares-chave. Poliaminas e óxido nítrico são produtos quantitativamente menores do catabolismo de arginina (Wu et al., 1996b; O'Quinn et al., 2002) mas são muito importantes para as funções celulares.

As poliaminas sintetizadas partir da ornitina são essenciais para a proliferação e diferenciação de células e são reguladora-chave de embriogênese, angiogênese, desenvolvimento placentário e embrionário de mamíferos (Wu et al., 2004b), além de importantes na regulação da expressão gênica, transdução de sinais, e síntese de DNA e proteínas (Igarashi & Kashiwagi, 2000). A ornitina descarboxilase é a enzima reguladora-chave responsável pelo início da síntese de poliaminas a partir do seu substrato, a ornitina catalisando a síntese de putrescina, a qual pode ser convertida em espermidina e espermina (Wu et al., 2005), e também importante na remodelação e maturação intestinal (Wu et al., 2000).

Nas células mamíferas, prolina e arginina são substratos potenciais para a síntese de ornitina (Wu & Morris, 1998). Porém em leitões lactentes, a atividade intestinal da arginase é baixa (Wu et al., 1996b) e assim, a síntese de ornitina é também reduzida, principalmente em enterócitos de neonatos (Wu & Knabe, 1994). A pequena quantidade de ornitina no leite e a pouca absorção

intestinal da ornitina presente na circulação arterial contribuem para a menor síntese de poliaminas em leitões lactantes (Wu et al., 1998). Todavia, devido à elevação gradual da atividade da arginase e ornitina descarboxilase, a síntese de poliaminas aumenta logo após o desmame. O intestino delgado de mamíferos pós-desmame expressam altos níveis de atividade da arginase e, conseqüentemente, 40 % da arginina da dieta passam pelo catabolismo no intestino de adultos (Wu & Morris, 1998).

Outro produto do catabolismo da arginina é a prolina, sintetizada a partir de pirrolina-5-carboxilato (P5C), a qual é sintetizada por ação da ornitina aminotransferase (OAT) sobre a ornitina. Esse aminoácido é o principal produto catabólico da arginina nos enterócitos de leitões pós-desmame, sendo essencial em neonatais (Wu et al., 1996b). Além disso, a prolina é a precursora para a formação de hidroxiprolina, necessária para a formação de colágeno (Chyun & Griminger, 1984).

A prolina, juntamente com a glutamina, é o principal substrato para a síntese intestinal de ornitina em leitões lactentes (Wu et al., 1994; Wu, 1997) e a sua síntese dependente da arginina é baixa durante o período neonatal, aumentando à medida que as concentrações de arginase se elevam (Wu, 1995). Em fêmeas suínas lactantes, a prolina, juntamente com ornitina e uréia são os principais produtos catabólicos da arginina na glândula mamária (O'Quinn et al., 2002).

Similar à prolina, a síntese de glutamato também requer ornitina aminotransferase (OAT) e pirrolina-5-carboxilato (P5C). O glutamato desempenha muitas funções no organismo atuando como fornecedor de carbono para energia (Nurjhna et al., 1995), precursor para glutamina (Young & Ajami, 2000), carreador de nitrogênio, e como sinal e regulador de processos metabólicos (Haussinger et al., 1994).

Outro importante produto catabólico da arginina é o óxido nítrico, formado a partir da ação da enzima óxido nítrico sintetase em quase todas as células mamíferas (Alderton et al., 2001). Apesar de produzido em pequenas proporções, exerce papel crucial em quase todas as células e funções orgânicas no organismo (Wu & Meininger, 2002). O óxido nítrico liberado ativa guanililciclase, aumentando o GMP cíclico, promovendo relaxamento da musculatura lisa (Ignarro et al., 1999), e através disso é capaz de regular o fluxo sanguíneo.

A arginina é também uma precursora para a síntese de proteínas, uréia, citrulina, creatina, e agmatina (Wu & Morris, 1998) como representado na FIGURA 2.

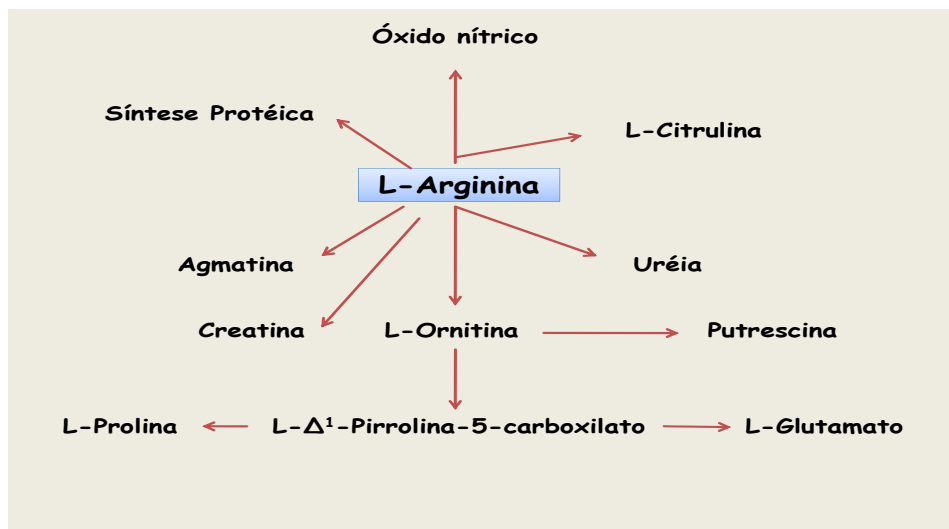


FIGURA 2 Produtos provenientes do catabolismo da arginina

2.5 Arginina na reprodução de suínos

Em estudos recentes, Wu & Morris (1998), mostraram que a dieta suplementada com L-arginina (como na forma de cloridrato) 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.

O óxido nítrico sintetizado a partir da 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), mediando a produção basal de GnRH, estimulando a secreção de LH, foliculogênese (Rosselli et al., 1998) e como mediador do fluxo sanguíneo durante a gestação (Gardner et al., 2001).

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 possivelmente por suprimir a produção de angiostatina - inibidor da angiogênese (Matsunaga et al., 2002).

O óxido nítrico 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 – VEGF (Zhan et al., 2008), sendo esta relacionada à vascularização placentária, ao fluxo sanguíneo materno-fetal e ao transporte de oxigênio e nutrientes através da placenta.

Um aumento na síntese do óxido nítrico durante o terço final da gestação pode contribuir para melhor 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).

Além do que, a arginina é o carreador de nitrogênio mais abundante em fetos suínos e um dos principais aminoácidos depositados em tecidos fetais (Wu et al., 1999) e no fluido alantoideano (Wu et al., 1996a).

Em fêmeas gestantes (ovelhas e suínos), principalmente durante a fase final da gestação, o rápido crescimento dos conceptos é o principal responsável pela elevada degradação da arginina (Wu et al., 2005). A taxa de degradação foi 18% maior em ovelhas que em fêmeas suínas gestantes em idade gestacional

relativamente similar (aos 70 dias de gestação), o que pode ser explicado pela alta atividade da arginase nos placentomas ovinos (Kwon et al., 2004) e pela ausência desta enzima na placenta suína (Wu et al., 2005).

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

2.6 Arginina no desenvolvimento e crescimento de leitões

A arginina é essencial para a maximização do crescimento de neonatos (Flynn et al., 2002). Relatos citados por Boyd et al. (1995) mostraram que o crescimento de leitões criados por fêmeas suínas é inferior aos criados de modo artificial, possivelmente devido à ingestão de menores quantidades de nutrientes.

Também demonstraram que apesar do leite das fêmeas suínas ser deficiente, os leitões neonatais são capazes de sintetizar quantidades consideráveis de arginina para compensar tal deficiência (Wu & Knabe, 1994). De acordo com estimativas de Wu et al. (2004c), o leite das fêmeas suínas supre menos que 40% do total de arginina requerida diariamente por leitões aos sete dias de lactação.

Durante a fase inicial de vida do leitão (primeira semana principalmente), há uma grande exigência de arginina, visto que este é responsável pela deposição protéica tecidual, sendo a quantidade deste aminoácido secretado no leite é muito baixo, atendendo apenas 40% das necessidades (Wu et al., 2004a). Frank et al. (2007) sugerem que a maneira mais efetiva de melhorar o desempenho dos leitões na fase de lactação seria aumentando a disponibilidade de arginina no leite das porcas.

Citrulina e arginina, provenientes de glutamato/glutamina e prolina, são sintetizadas exclusivamente por enterócitos de suínos, entretanto, esse processo

bioquímico decresce consideravelmente no sétimo dia de vida dos leitões comparados aos recém-nascidos. Além dessa redução, no caso da glutamina/glutamato, os níveis baixos de prolina em leitões de 14 a 21 dias de idade amamentados pelas matrizes (Wu & Knabe, 1995; Wu et al., 1997) é conseqüência da baixa atividade celular das enzimas P5C e NAG sintase (Wu et al., 2004c). Altas taxas de degradação de arginina em neonatos são atribuídas aos elevados níveis de síntese de proteínas e deposição em tecidos, particularmente músculo esquelético e intestino delgado (Davis et al., 1996).

Assim, enquanto as concentrações plasmáticas de arginina e seus precursores (ornitina e citrulina) decrescem progressivamente, os níveis plasmáticos de amônia, indicador altamente sensível da deficiência de arginina, aumenta entre o 3º e 14º dia de vida do leitão. Ao contrário, o perfil da amônia plasmática, as concentrações de nitrato e nitrito são reduzidas entre o 7º e 14º dia de vida, respectivamente, comparado com os dias 1 e 3 (Flynn et al., 2002). Diante disso, conclui-se que existe deficiência de arginina em leitões criados pelas fêmeas, sendo essa afirmação alicerçada por outras pesquisas realizadas anteriormente que mostraram melhora do crescimento em leitões desmamados quando este aminoácido foi suplementado à dieta (Leibholz, 1982).

Kim et al. (2004), quando suplementaram artificialmente leitões lactentes com arginina, as concentrações de arginina aumentaram e as de amônia e uréia diminuíram de modo dose-dependente quando comparado ao animais do grupo controle. A suplementação aumentou também os níveis plasmáticos de insulina e hormônio do crescimento, e ainda melhorou desempenho de crescimento, sugerindo-se assim, a necessidade de reduzir a deficiência deste aminoácido em leitões lactantes criados por fêmeas suínas.

O efeito da suplementação de arginina sobre a retenção de nitrogênio e possível estímulo ao crescimento, pode também ser mediada por alterações nos perfis de secreção, estimulando hormônios como a insulina, hormônio do

crescimento, glucagon e prolactina (Reyes, et al., 1994). De acordo com Cui et al. (1999), a suplementação de arginina na dieta pode influenciar o turnover protéico com maior anabolismo e atenuado catabolismo de proteína.

Desta maneira, a regulação da homeostasia deste aminoácido é de extrema importância nutricional e fisiologicamente, dependendo da ingestão de arginina na dieta, do *turnover* protéico corporal e sua síntese e catabolismo (Wu & Morris, 1998).

A arginina não é tóxica (Flynn et al., 2002) e seu uso como suplemento em dietas (geralmente, até 2,5% de matéria seca) é usualmente segura para animais (Edmonds et al., 1987). Entretanto, arginina, lisina, e histidina (aminoácidos básicos) competem pelo mesmo sítio de absorção e transporte na membrana plasmática (Closs et al., 2004), os quais afetam a absorção de arginina nas células intestinais. Evidências disponíveis mostram que o excesso de arginina (geralmente acima 2,5% da dieta baseada na matéria seca), resultou em efeitos adversos severos, incluindo reduzida ingestão de alimento, crescimento prejudicado, e até morte, devido ao desequilíbrio de aminoácidos (Edmonds et al., 1987).

A arginina vem sendo uma ferramenta interessante na tentativa de solucionar falhas inerentes à alguns avanços na suinocultura, como a desuniformidade de leitões nascidos e desmamados em decorrência da hiperproliferação, a qual faz parte de granjas tecnificadas que buscam melhores índices reprodutivos e econômicos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de realização do experimento

O experimento foi realizado na granja multiplicadora da empresa genética de suínos DanBred, no município de Morada Nova de Minas, região central do Estado de Minas Gerais, latitude $-18^{\circ} 36' 14''$ (S), longitude $45^{\circ} 21' 25''$ (O) e 586 metros de altitude. A granja possuía o plantel reprodutivo formado por 1300 matrizes e o experimento foi realizado durante o período de fevereiro a maio de 2009.

3.2 Animais e instalações

Foram selecionadas 120 matrizes suínas de linhagem hiperprolífica (DanBred), nas ordens de parição de 2 a 7, com número médio de nascidos nos partos anteriores superior a 12 leitões. No processo de seleção foram consideradas apenas fêmeas saudáveis, com bom estado corporal e sanitário.

As fêmeas gestantes já se encontravam alojadas em gaiolas individuais no galpão de gestação, desde a inseminação artificial, sendo transferidas apenas nas proximidades do parto (cerca de 110 dias) para baias individualizadas com gaiolas nas salas de maternidade.

As gaiolas de gestação possuíam comedouros e bebedouros do tipo calha, sistema de arrastamento automatizado e ainda ventiladores, a fim de possibilitar melhor conforto térmico aos animais.

O galpão de maternidade consistia de salas com 20 baias e em cada sala havia ventilador e cortinas que eram manejados de acordo com a temperatura das salas. Cada baia possuía gaiola individual para alojamento da matriz, escamoteador com lâmpada para abrigo e aquecimento dos leitões, comedouro e bebedouro de concreto para fêmeas e um bebedouro do tipo “chupeta” para os leitões.

3.3 Delineamento experimental

O experimento foi dividido em dois períodos, sendo o primeiro com início aos 90 dias de gestação estendendo-se até a data de parição, e o segundo considerado a partir do parto até o desmame (22 dias).

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados (DBC), considerando as ordens de partos dois e três como bloco inicial, quatro e cinco como bloco intermediário e seis e sete como um bloco final, totalizando três blocos. Os tratamentos foram compostos de dietas com a suplementação de diferentes níveis de arginina sendo T1= 0% (controle), T2= 0,5%; T3= 1,0% e T4= 1,5%, todos com 30 repetições, sendo a unidade experimental representada por uma fêmea com sua respectiva leitegada.

Os tratamentos utilizados no período gestacional foram os mesmos do período lactacional, alterando-se apenas a formulação das rações nos dois períodos, visando atender as exigências nutricionais da fêmea nos diferentes estados fisiológicos (gestação e lactação).

Foram selecionadas 120 fêmeas suínas em bom estado corporal e sanitário de diferentes ordens de parição (OP), para distribuição uniforme de matrizes nos diferentes níveis de aminoácidos (Tabela 1).

TABELA 1 Número de fêmeas suínas selecionadas em cada ordem de parição e distribuição nos tratamentos.

Blocos	Ordem de parição	Nº fêmeas selecionadas	Nº fêmeas/tratamento
Inicial	2 ^o	24	6
	3 ^o	20	5
Intermediário	4 ^o	24	6
	5 ^o	16	4
Final	6 ^o	20	5
	7 ^o	16	4
Total		120	30

Os grupos de cada tratamento foram obtidos a partir de distribuição aleatória de fêmeas em cada ordem de parto (OP), considerando-se o número de leitões nascidos nos partos anteriores em cada um dos grupos com desvio-padrão baixos e semelhantes. Cada grupo era formado de 30 fêmeas com igual número de animais de cada respectiva ordem de parto.

A Tabela 2 apresenta o número médio de nascidos nos partos anteriores utilizado para a amostragem e distribuição ao acaso das fêmeas entre os tratamentos testados no experimento.

TABELA 2 Número médio de leitões nascidos nos partos anteriores após a distribuição de fêmeas suínas nos quatro grupos experimentais para a suplementação de dietas com diferentes níveis de arginina no final da gestação.

Blocos	OP*	Dietas experimentais (Níveis de Arginina %)			
		0	0,5	1,0	1,5
Inicial	2	15,0	15	14,8	14,8
	3	15,4	15,3	15,4	15,2
Intermediário	4	15,4	15,4	15,4	15,4
	5	15,2	15,3	15,2	15,3
Final	6	15,7	15,7	15,6	15,7
	7	14,8	14,8	14,9	14,8
Média Geral		15,25	15,25	15,22	15,20

*OP: Ordem de parição

3.4 Dietas experimentais

As dietas foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos estabelecidos pela GPD Consultoria em Nutrição Animal, baseadas nas Tabelas Brasileiras para aves e suínos (Rostagno et al., 2005). A composição centesimal da ração utilizada ao

final da gestação e lactação e as respectivas composições químicas calculadas estão descritas nas Tabelas 3 e 4, respectivamente.

TABELA 3 Composição centesimal da ração basal suplementada com diferentes níveis de arginina fornecida às fêmeas suínas a partir de 90 dias de gestação e durante a lactação.

Ingredientes (%)	Diets experimentais	
	Fase gestacional	Fase lactacional
Milho moído	52,355	50,726
Farelo de soja	13,250	28,800
Farelo de trigo	30,000	6,000
Óleo de soja degomado	-	4,000
Açúcar	-	5,000
Fosfato bicálcico	1,750	2,200
Calcário	1,200	0,980
Levedura de cana	0,500	0,500
Sal iodado	0,400	0,500
Adsorvente ¹	0,150	-
L-Lisina 78%	-	0,300
Bicarbonato de sódio	-	0,200
L-Treonina 99%	-	0,120
Caulim	0,100	0,100
Cloreto de colina	0,100	0,100
Premix mineral	0,100	0,100
Ácido propiônico ²	-	0,050
Probiótico ³	-	0,040
Premix vitamínico	0,040	0,040
DL-Metionina 98%	-	0,028
Sulfato de cobre	0,020	0,020
Biotina	0,020	0,020
Palatabilizante ⁴	-	0,200
Antioxidante ⁵	0,015	0,016

¹ Micofix®; ² Calprona Lc 70®; ³ Biosaf & Procreatin®; ⁴ Power Sweet®; ⁵ Oxynil®

TABELA 4 Composições químicas calculadas das rações basais utilizadas na gestação e lactação de fêmeas suínas durante o experimento.

Composição Química	Dieta Gestação	Dieta Lactação
Proteína Bruta (%)	14,649	18,728
EM (Kcal/Kg)	2.878	3.411
Lisina total (%)	0,679	1,222
Lisina digestível (%)	0,563	1,089
Arginina (%)	0,975	1,229
Arginina digestível (%)	0,903	1,165
Metionina+cistina total (%)	0,514	0,613
Metionina+cistina digestível (%)	0,445	0,549
Treonina total (%)	0,548	0,835
Treonina digestível (%)	0,438	0,713
Metionina total (%)	0,244	0,320
Triptofano total (%)	0,193	0,244
Triptofano digestível (%)	0,149	0,204
Fósforo total (%)	0,827	0,765
Valina Total (%)	0,697	0,874
Fósforo disponível (%)	0,499	0,544
Cálcio (%)	0,950	1,001
Sódio (%)	0,181	0,274
Cloro (%)	0,292	0,342

Composição vitamínica: Vitamina A, 12 UI/g; vitamina D3, 1,6 UI/g; vitamina E, 80 UI/Kg; vitamina K3, 2,680 ppm; vitamina B1, 2,400 ppm; Riboflavina (B2), 5,000 ppm; Piridoxina (B6), 4,000 ppm; vitamina B12, 32 ppb; Niacina, 26,800 ppm; Ácido Pantotênico, 12 ppm; Ácido Fólico, 2 ppm; Biotina, 0,64 mg/Kg; Colina, 700,955 ppm (gestação) e 701, 027 ppm (lactação).
 Composição mineral: Selênio, 0,340 ppm; Ferro, 117,572 ppm (gestação) e 126,940 ppm (lactação); Cobre, 65,204 ppm (gestação) e 65,264 ppm (lactação); Manganês, 48,434 ppm (gestação) e 49, 344 ppm (lactação); Zinco, 141,870 ppm (gestação) e 142, 420 (lactação); Iodo, 1,360 ppm (gestação) e 1,400 ppm (lactação); Flúor, 31,45 ppm (gestação) e 40,7 ppm (lactação); Cobalto, 0,300 ppm.

No período gestacional, os diferentes níveis de arginina foram diariamente pesados em balança de precisão e armazenados em potes plásticos. O fornecimento da arginina foi “*on top*”, que consistia da adição do aminoácido diretamente nos recipientes de ração do sistema automatizado -“drops” – quando estes já estavam abastecidos, deste modo o manejo de arraçamento da granja foi mantido.

O galpão de gestação da granja possuía apenas uma linha automática de arração, além de apenas um silo para armazenamento da ração para toda a fase gestacional, o que inviabilizava o fornecimento de uma ração pré-lactação e suplementada com os diferentes níveis de arginina às fêmeas ao final da gestação, logo, justifica-se a aplicação do sistema *on top*, sendo um método prático e viável no manejo de rotina.

No período de lactação, as quantidades de arginina foram pesadas em balança eletrônica, considerando a percentagem em 500 quilos de ração, e adicionadas na pré-mistura de micronutrientes, sendo posteriormente misturadas em betoneira durante dois minutos.

Esta pré-mistura foi então, adicionada aos outros componentes da ração em misturador horizontal durante cinco minutos na fábrica de ração da granja. Cada batida consistia de 500 quilos de ração lactação, que foram armazenadas em sacarias, previamente identificadas com os devidos tratamentos.

3.5 Procedimento experimental

3.5.1 Período Gestacional

Após a realização das pesagens do aminoácido em estudo, diariamente ao final da tarde, os diferentes níveis de arginina foram adicionados aos recipientes de armazenamento de ração “drops” já abastecidos com a dieta para gestantes para o fornecimento no dia seguinte.

Após o arração, os comedouros foram lavados e a seguir, abastecidos com água, sendo mantidos assim, até que houvesse a próxima troca realizada por volta de 13h. Ao final do expediente, realizava-se mais uma troca de água visando disponibilizar água limpa e fresca, favorecendo a

movimentação das fêmeas e o estímulo da micção, para evitar problemas urinários ou até mesmo perdas fetais.

Este manejo diário foi realizado enquanto as fêmeas estavam alojadas nas gaiolas de gestação, ou seja, até o 110º dia de gestação, pois após essa data ocorreu a transferência para as baias de maternidade.

No dia seguinte à transferência, as fêmeas recebiam 3,0 Kg de ração “lactação” incluídos os mesmos níveis de arginina (0, 0,5%, 1,0% e 1,5%) conforme designados os tratamentos no início do estudo. Esta quantidade de ração foi fornecida até que surgissem os sinais característicos do parto, como a ejeção de leite, a partir da qual se mantinha a fêmea em jejum até que esta tivesse a parição finalizada. A ração foi fornecida de forma seca, sendo umedecida quando necessária para estímulo do consumo total.

Os partos foram assistidos por funcionários da granja, e assim que finalizados, todos os leitões foram quantificados e classificados como vivos, natimortos e mumificados. Os leitões vivos e natimortos foram pesados individualmente, além de todas as placentas referentes a cada leitegada.

Nas primeiras 24 horas após o parto, foi realizada a equalização das leitegadas considerando o número de tetos viáveis, de modo que cada fêmea foi mantida com 13 leitões para a continuidade do experimento durante a fase de lactação.

As variáveis analisadas no período gestacional foram: peso total da leitegada, peso total dos leitões nascidos vivos, peso médio da leitegada, peso médio dos leitões vivos, peso total da placenta, eficiência placentária média (quociente entre o peso total dos leitões nascidos e o peso total da placenta).

3.5.2 Período Lactacional

O arraçãoamento à vontade foi realizado durante todo o período lactacional (22 dias) diariamente até o desmame.

O arraçoamento foi feito às 7h30min da manhã, em que era abastecido o comedouro com ração seca *ad libitum*, sendo depois molhada; e quando se observava que as fêmeas se mantinham levantadas, as mesmas recebiam mais ração.

A seguir, os comedouros foram lavados e limpos, para evitar acúmulo de restos de ração e ingestão posterior de ração fermentada pela fêmea suína ou até mesmo pelos leitões.

O segundo arraçoamento foi feito às 10 h, sendo fornecida ração seca, que era deixada até seu consumo total. O último trato, às 19 horas, consistia de ração molhada.

Na primeira semana de vida, os leitões recebiam anticoccidiano e ferro injetável, foram submetidos à caudectomia e ao desgaste dentário. Os machos foram submetidos à castração aos cinco dias de idade e as fêmeas, tatuadas, visto que estas seriam mais tarde selecionadas como futuras reprodutoras.

No sétimo e no 22º dia de vida, todos os leitões foram pesados para avaliação de desempenho durante a lactação.

As variáveis analisadas no período lactacional foram: peso médio dos leitões e da leitegada na primeira semana e ao desmame (22 dias), ganho de peso médio e ganho de peso diário do leitão na primeira semana e ao desmame e o número de leitões desmamados por fêmea suína.

3.6 Análises estatísticas

Todos os resíduos provenientes de cada variável foram testados quanto às suposições da análise de variância, sendo o teste de Kolmogorov (com a correção de lilliefors) para normalidade e o teste de levene para homocedasticidade. Quando os mesmos não atenderam tal suposição, foi adotada a transformação adequada para o caso. Para as variáveis mumificados e

natimortos foi utilizado o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, pois não foi possível atingir a normalidade após a transformação dos dados.

O número de nascidos foi utilizado como covariável na análise de peso dos nascidos totais e peso médio dos nascidos; enquanto que o número de nascidos vivos foi também considerado como covariável para peso total de nascidos vivos e peso médio de nascidos vivos.

O número de leitões aos sete dias também foi considerado como covariável para análises do peso total da leitegada aos sete e 22 dias, peso médio do leitão na primeira semana de lactação e número de leitões desmamados. Para o ganho de peso diário durante a primeira semana de lactação a covariável utilizada foi o peso médio do leitão aos sete dias.

O peso médio dos leitões nascidos vivos foi a covariável para as análises de ganho de peso do leitão aos sete e 22 dias, ganho de peso diário e peso médio aos 22 dias.

Foram utilizados dois modelos estatísticos de acordo com a presença ou não de covariável.

O modelo estatístico usado para análise dos dados sem covariável foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + B_j + e_{ij}$$

No qual:

Y_{ij} : Efeito do tratamento i no bloco j ;

μ : Média geral;

N_i : Efeito do nível do aminoácido arginina i , com $i = 0; 0,5; 1,0$ e $1,5\%$;

B_j : Efeito do bloco j , com $j = 1; 2; 3$ ou inicial, intermediário, final;

e_{ij} : o erro experimental referente ao nível i do aminoácido no bloco j

O modelo estatístico usado para análise dos dados com covariável foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + N_i + B_j + \beta (\chi_{ij} + X_{..})_{ij} + e_{ij}$$

No qual:

Y_{ij} : Efeito do tratamento i no bloco j ;

μ : Média geral;

N_i : Efeito do nível do aminoácido arginina i , com $i = 0; 0,5; 1,0$ e $1,5\%$;

B_j : Efeito do bloco j , com $j = 1; 2; 3$ ou inicial, intermediário, final;

β : Coeficiente de regressão linear entre a variável resposta e a covariável, em que χ_{ij} é o valor da covariável no nível i de aminoácido do bloco j associado ao indivíduo Y_{ij} e $X_{..}$ é a média geral da covariável no experimento;

e_{ij} : o erro experimental referente ao nível i do aminoácido no bloco j

Para os níveis de aminoácidos ajustou-se uma regressão, e quando estas apresentaram um baixo ajuste, optou-se por um teste de comparação de médias. O teste de médias utilizado foi o de Tukey a 5% de probabilidade.

O *software* estatístico utilizados nas análises foi o R for *linux* versão 2.10. Os pacotes utilizados nas análises foram os seguintes: agricolae, car, MASS, nortest, SuppDists, laercio e epicalc.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Período Gestacional

Os resultados referentes aos parâmetros reprodutivos após o parto estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5 Dados de desempenho reprodutivo e produtivo obtidos após o parto de fêmeas suínas de alta prolificidade a partir de 90 dias de gestação recebendo dietas com diferentes níveis de arginina.

Variáveis obtidas ao parto*	% Arginina				CV (%)	P
	0	0,5	1	1,5		
	n= 29	n= 30	n= 29	n= 29		
Nascidos totais (n) ¹	16,31	15,23	15,55	15,52	17,28	0,47
Nascidos vivos (n) ¹	15,07	13,67	13,97	13,93	18,40	0,18
Mumificados (n) ²	0,31	0,30	0,38	0,28	-	0,86
Natimortos (n) ²	0,93	1,27	1,14	1,31	-	0,81
Peso leitegada (kg) ¹	21,30	20,77	20,97	20,34	13,50	0,61
Peso leitegada viva (kg) ¹	20,35	19,39	19,54	18,98	13,25	0,24
Peso médio leitão (kg) ¹	1,35	1,40	1,40	1,34	13,37	0,41
Peso médio leitão vivo (kg) ¹	1,36	1,43	1,42	1,37	13,60	0,39
Peso placentário (kg) ¹	3,28	3,45	3,39	3,33	34,37	0,91
Eficiência placentária ¹	6,50	6,35	6,32	6,58	6,97	0,80

¹ Não houve diferenças significativas pelo teste F (P>0,05)

² Não houve diferenças significativas pelo teste qui-quadrado (P>0,05)

O número total de leitões nascidos não diferiu ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de arginina testados, o que era esperado, pois o fornecimento das dietas suplementadas com arginina foi iniciado na fase final da gestação, ou seja, a partir de 90 dias, de modo que o tamanho da leitegada já fora determinado no primeiro mês gestacional.

Até os 35 dias de gestação, as perdas embrionárias são elevadas (20 a 30%), principalmente entre 12 e 18 dias, período crucial para a nutrição, desenvolvimento, espaçamento uterino e ligação dos embriões ao epitélio uterino, entretanto, como ainda não houve formação óssea dos embriões, ocorre a reabsorção dos conceptos mortos. A partir de 35 dias, com a formação do esqueleto dos fetos, aqueles que morrem não serão reabsorvidos, e poderão ser contabilizados ao parto através de natimortos e mumificados. Diante desse fato, pode-se inferir que o tamanho da leitegada é determinado após a ossificação dos fetos, ou seja, após 35 dias de gestação, e como o presente trabalho iniciou-se após este evento, não seria possível detectar efeito da suplementação de arginina sobre o tamanho da leitegada.

Entretanto, o tamanho das leitegadas ao nascimento maior que 15, demonstram que as fêmeas utilizadas são hiperprolíferas, ou seja, apresentam característica de produzir leitegadas numerosas.

As médias de leitões nascidos vivos não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre os níveis de arginina testados. Mateo et al. (2007) observaram número de nascidos por leitegada semelhante entre leitões suplementadas com 1% de arginina de 30 dias de gestação ao parto e as fêmeas do grupo controle. Entretanto, o número de nascidos vivos por leitegada foi 22% maior quando fornecido o aminoácido.

Todos os grupos experimentais foram semelhantes ($P>0,05$) entre os níveis de inclusão de arginina nas variáveis mumificados e natimortos, estando de acordo com os índices aceitáveis na suinocultura tecnificada.

O número de natimortos poderia ser reduzido com a inclusão de arginina à dieta ao final da gestação, visto que o óxido nítrico melhora o fluxo sanguíneo, e conseqüentemente a passagem de nutrientes via materno-fetal, o que possibilita maior sobrevivência dos fetos, como encontrado no trabalho de Mateo et al. (2007), que observaram redução de 65% de leitões mortos por leitegada quando leitoas receberam 1% de arginina durante um período maior da gestação, ou seja 84 dias. No presente trabalho, os valores encontrados estão dentro dos índices aceitáveis em plantéis de fêmeas hiperprolíferas.

Outro aspecto a ser considerado com relação à natimortalidade, são aqueles leitões que morrem no momento do nascimento (natimorto intra-parto), principalmente em fêmeas de alta prolificidade por falhas na assistência ao parto. Os natimortos não foram classificados como pré ou intra-parto, porque as leitegadas nascidas de partos ocorridos ao longo do dia foram pesadas ao final da tarde, enquanto que aquelas de partos da noite, pesadas pela manhã. Esse manejo tornou a avaliação dos leitões natimortos inviável, devido às alterações *post-mortem*. Este fato pode ter mascarado o efeito da arginina nesta variável analisada.

Em relação aos mumificados, não se esperava efeito dos níveis de arginina, pois a suplementação foi justamente a partir da fase gestacional em que não ocorre mais o processo de mumificação de fetos mortos. Entretanto, após 90 dias de gestação ocorre a natimortalidade por várias causas como a deficiência no suprimento sanguíneo e de oxigênio por falhas na circulação materno-fetal, o que poderia ter sido influenciado pela adição de arginina à dieta da fêmea.

Os pesos totais dos leitões nascidos e de leitões nascidos vivos não foram influenciados pela adição de arginina ($P > 0,05$). De forma semelhante, os pesos médios dos leitões nascidos e de leitões nascidos vivos não diferiram.

Em trabalho realizado por Mateo et al. (2007), o peso total de leitões nascidos não apresentou diferença significativa em se tratando de leitoas que

receberam a suplementação de 1% de cloridrato de L-arginina a partir do 30º dia de gestação em relação ao tratamento controle; entretanto o peso total dos leitões vivos foi 24% maior comparada à dieta sem adição de arginina ($P>0,05$).

Além das variáveis relacionadas aos leitões, foram analisados o peso das placentas referentes a cada leitegada e também a eficiência placentária - relação peso da leitegada: peso total da placenta, os quais não diferiram estatisticamente ($P>0,05$), o que pode estar relacionado com o curto período de disponibilidade da arginina.

A arginina é essencial para a produção de óxido nítrico e poliaminas, as quais são chaves reguladoras da angiogênese, embriogênese e crescimento placentário e fetal (Wu et al., 2004a), podendo ter promovido benefícios após a suplementação da dieta de fêmeas de alta prolificidade no final da gestação. Por outro lado, Mateo et al. (2007) observaram esse efeito benéfico da arginina no período gestacional de leitões de linhagem genética diferente, entretanto num período maior de fornecimento, ou seja aproximadamente 84 dias, o que ainda é inviável economicamente, visto o alto custo atual deste aminoácido.

Apesar de não ter sido observado efeitos com a suplementação nos 24 dias finais da gestação neste trabalho, há estudos prévios demonstrando que o suprimento uterino de arginina ao final da gestação de fêmeas suínas parece não atender os requerimentos para o crescimento dos fetos, período em que o desenvolvimento é muito rápido e requer maior aporte protéico e eficiência placentária (Wu et al., 1999), sendo então, necessária a suplementação antes de 90 dias para que o efeito da arginina seja observado.

No presente trabalho, os níveis de arginina disponibilizados às fêmeas ou o período de fornecimento (24 dias) podem não ter sido suficientes para influenciar o crescimento dos fetos.

Outro aspecto importante é que pesquisas até então realizadas, utilizaram a suplementação de arginina em fêmeas suínas de primeira ordem de parto, as

quais possuem exigências diferenciadas em relação à fêmeas de ordem de parto acima de 2, e ainda, utilizaram o aminoácido por um período bem mais longo (84 dias), o que seria inviável por questões econômicas, devido o custo do aminoácido, além da impossibilidade de fornecer rações diferenciadas em cada uma das fases gestacionais, por haver apenas um sistema automatizado de arração e um silo no galpão de gestação, e ainda, pela baixa disponibilidade de funcionários para o fornecimento *on top* de arginina para o grande número de fêmeas gestantes presente nesta granja.

4.2 Período Lactacional

Os resultados referentes às variáveis obtidas na primeira semana de lactação, número médio de leitões presentes em cada fêmea, peso total da leitegada, peso médio dos leitões, ganho de peso e ganho de peso diário no período estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 Desempenho das leitegadas na primeira semana obtidos de fêmeas suínas de alta prolificidade recebendo rações com diferentes níveis de arginina durante a lactação.

Variáveis (Primeira semana)	% Arginina				CV (%)	P
	0 <i>n</i> = 26	0,5 <i>n</i> = 28	1,0 <i>n</i> = 28	1,5 <i>n</i> = 27		
Leitões/fêmea ¹	11,58	11,39	12,38	11,67	14,80	-
Peso da leitegada ² (Kg)	29,44	30,34	33,28	29,91	16,69	0,03
Peso médio do leitão (Kg)	2,54	2,68	2,71	2,56	16,77	0,35
Ganho de peso (Kg)	1,16	1,25	1,29	1,18	31,56	0,55
Ganho de peso diário ² (Kg)	0,166	0,179	0,185	0,169	14,53	0,02

¹ Covariável

² Efeito quadrático ($p < 0,05$)

O peso da leitegada na primeira semana de lactação foi maior quando houve a suplementação de fêmeas suínas com 1,0% de arginina, sendo este aumento de 13%. Observou-se efeito quadrático ($p < 0,05$) para o peso da leitegada no sétimo dia de vida, sendo obtida equação quadrática ($Y = 29,03 + 7,26x - 4,26x^2$; $R^2 = 61\%$), a partir da qual se estimou que o nível de 0,85% de arginina ao ser fornecido às fêmeas suínas multíparas em lactação que possibilita melhor desenvolvimento e crescimento dos leitões durante a primeira semana de vida (Figura 3).

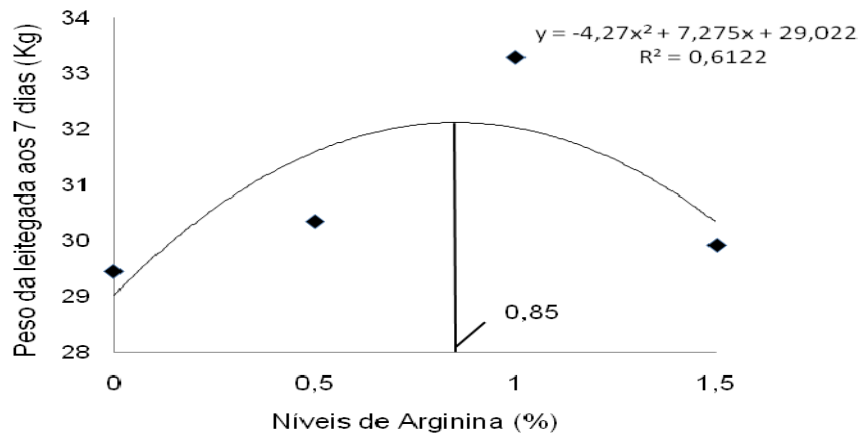


FIGURA 3 Peso da leitegada na primeira semana de fêmeas suínas hiperprolíferas recebendo rações com diferentes níveis de arginina durante a lactação.

O peso médio dos leitões na primeira semana de vida não diferiu ($P > 0,05$) entre os diferentes níveis de arginina.

Contrariando o resultado do presente trabalho, Mateo et al. (2008) ao fornecerem 1,0 % de arginina às fêmeas suínas primíparas durante o período de lactação observaram diferenças ($P < 0,05$) no peso médio de leitão nesse período com aumento de 7% dessa variável.

O ganho de peso dos leitões durante a primeira semana não foram diferentes ($P>0,05$) entre os níveis de arginina estudados. Em outro estudo, utilizando-se fêmeas suínas na primeira lactação, o nível de 1% de arginina proporcionou melhor desempenho dos leitões no mesmo período com aumento de 26% no ganho de peso (Mateo et al., 2008).

O ganho de peso diário do leitão ao 7 dias foi 11% maior no nível de 1% de arginina em relação ao controle ($P<0,05$). O mesmo efeito foi encontrado por Mateo et al. (2008) em leitões lactantes recebendo 1 % de arginina, porém o ganho de peso dos leitões nos primeiros sete dias de vida foi 25% maior comparado ao grupo controle sem adição do aminoácido em estudo.

Foi observado efeito quadrático ($p<0,05$) para o ganho de peso diário durante a primeira semana de vida do leitão, sendo obtida a equação quadrática $y = 0,165 + 0,046x - 0,028x^2$ ($R^2=95\%$), a qual possibilitou que fosse estimado o nível de arginina a ser fornecido às fêmeas suínas multíparas em lactação para que os leitões apresentem maior ganho de peso diário no período avaliado. (Figura 4).

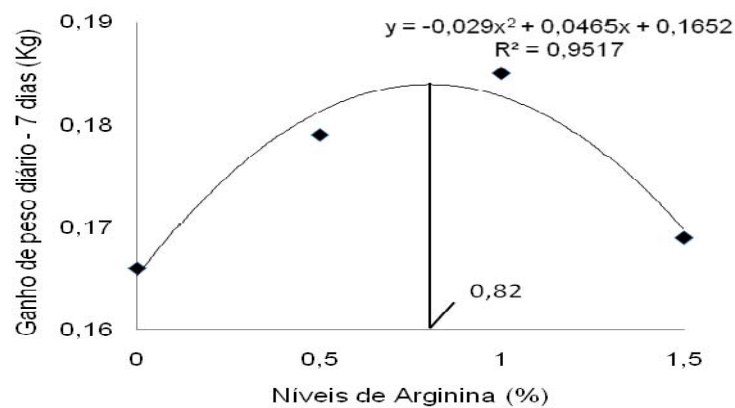


FIGURA 4 Ganho de peso diário de leitões durante a primeira semana de lactação de fêmeas suínas hiperprolíferas recebendo dietas com vários níveis de arginina durante a lactação.

A partir disso, pode-se inferir que a adição de 0,82% de arginina à dieta lactação possibilita melhor taxa de crescimento dos leitões durante esta semana crítica, sendo esta taxa de 183 gramas/dia.

Em decorrência das rápidas taxas de crescimento dos leitões, há grandes exigências de arginina, de modo que a baixa disponibilidade deste aminoácido no leite da porca e a limitada capacidade de síntese endógena são aspectos críticos para que leitões lactantes consigam expressar seu alto potencial de crescimento (Kim et al., 2007). Este fato é agravado por ocorrer no período em que os leitões apresentam taxas de crescimento extremamente reduzidas, ou seja, até os sete dias de vida (Flynn et al., 2000; Kim et al., 2004).

O aumento do ganho de peso do leitão ou da leitegada está correlacionado com maior produção láctea ou elevações nas concentrações de nutrientes no leite (King et al., 1993), o que parece justificar o melhor desempenho dos leitões com a utilização de 1% de arginina.

Ao suplementar leitoas com 1% de L-arginina durante a lactação, Mateo et al. (2008) observaram decréscimo das concentrações plasmáticas de serina, glutamina, histidina, citrulina e alanina, sendo esse fato relacionado à maior utilização destes substratos pelo tecido mamário para sintetizar proteínas, peptídeos, dentre outros constituintes do leite. Os mesmos autores verificaram elevadas concentrações de glutamato, serina, glicina, treonina, tirosina e fenilalanina no leite, além de maiores proporções de aminoácidos no sétimo dia de lactação.

O maior direcionamento de aminoácidos pela glândula mamária ocorre pela ação da arginina sobre hormônios anabólicos, como a insulina, que foi encontrada em concentrações maiores no plasma de leitoas suplementadas com arginina, principalmente na primeira semana de lactação (Mateo et al., 2008).

Sabe-se que o fluxo sanguíneo mamário e os substratos presentes no sangue são os principais fatores determinantes quanto à disponibilidade de

síntese de leite e conseqüente transferência para os neonatos (Davis & Collier, 1985), sendo isto confirmado no estudo de Mateo et al. (2008), que observaram aumento nas concentrações plasmáticas de prolina, glicina, arginina e ornitina em leitões em lactação que receberam arginina, ocasionando em melhor desenvolvimento dos neonatos, como também foi encontrado neste trabalho.

A suplementação de arginina pode melhorar o fluxo sanguíneo e o fornecimento de nutrientes à glândula mamária para proteínas do leite, devido à maior síntese de óxido nítrico nas células endoteliais de vasos sanguíneos (Wu & Meininger, 2002). Mesmo não havendo aumento de arginina no leite (Mateo et al., 2008), a suplementação é capaz de promover maior volume de leite consumido pelos leitões devido à produção de leite aumentada, deste modo, mais arginina e outros nutrientes são capazes de atender a demanda de seu crescimento (Kirchgeßner et al., 1991).

Como a primeira semana de vida dos leitões é uma fase crítica e muito importante para o seu desenvolvimento e desempenho futuro, é necessário cuidados neste período, pois qualquer fator que possa afetar negativamente no peso irá desencadear em prejuízos econômicos. Nesse aspecto, as exigências de leitões neste período devem ser atendidas, principalmente através da qualidade do leite, melhorando a nutrição da fêmea, visto que o leite é a principal fonte de nutrientes aos leitões.

Os resultados referentes às variáveis obtidas ao desmame (22 dias) estão apresentados na Tabela 7.

TABELA 7 Desempenho das leitegadas desmamadas aos 22 dias de fêmeas suínas hiperprolíferas recebendo dietas com diferentes níveis de arginina durante a lactação.

Variáveis (Desmame – 22 dias)	% Arginina				CV (%)	P
	0	0,5	1	1,5		
	n= 26	n= 28	n= 28	n= 27		
Desmamados/fêmea ¹	10,46b	10,54b	11,52a	10,33b	10,09	0,00
Peso da leitegada ² (Kg)	65,82	68,54	73,87	63,64	18,15	0,01
Peso médio/leitão (Kg)	6,28	6,48	6,44	6,16	14,11	0,47
Ganho de peso/leitão (Kg)	4,90	5,05	5,03	4,79	18,10	0,64
Ganho de peso diário/leitão (Kg)	0,285	0,295	0,293	0,280	18,09	0,64

¹ Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (p<0,05)

² Efeito quadrático (p<0,05)

Após 22 dias de lactação, as fêmeas suínas que receberam 1,0 % de arginina desmamaram um leitão a mais em comparação aos demais níveis deste aminoácido (p<0,05), como representado na Figura 5.

No trabalho de Mateo et al. (2008), o mesmo nível de arginina em leitões não afetou o número de leitões ao desmame pois, no mesmo dia do parto, o tamanho médio da leitegada foi padronizado para dez leitões, e este valor manteve-se até o desmame, gerando menor disputa pelos tetos entre os leitões e igual acessibilidade ao leite, ao contrário do presente trabalho em que, após a uniformização, foram mantidos, em média, 14 leitões em cada fêmea suína.

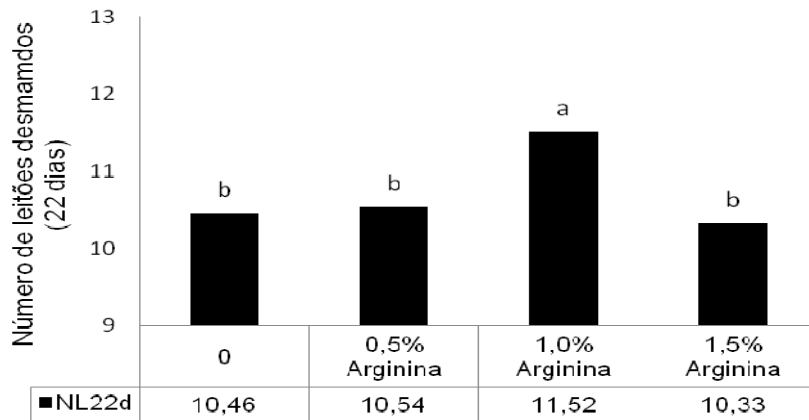


FIGURA 5 Leitões desmamados/fêmea após a suplementação da dieta de fêmeas com diferentes níveis de arginina da dieta durante o período lactacional.

O número de desmamados por fêmea é um índice a ser considerado na produção de suínos. No caso do presente trabalho, considerando-se o plantel de matrizes suínas, poderiam ser desmamados, aproximadamente, 2.600 leitões a mais ao ano que, relacionado ao manejo adequado durante as fases posteriores de produção, proporcionaria maior número de leitões terminados/fêmea/ano.

O peso da leitegada ao desmame foi 4% e 12% maior quando a suplementação foi de 0,5 e 1% de arginina, respectivamente ($p < 0,05$). Sendo que estes resultados são reflexos do desempenho dos leitões na primeira semana de vida, considerada como crítica e de muita influência no desempenho subsequente dos animais.

O peso da leitegada ao desmame apresentou efeito quadrático ($p < 0,05$) e a partir da equação obtida $y = 64,911 + 19,188x - 12,955x^2$ ($R^2 = 72\%$) estimou-se que o nível ideal de arginina a ser suplementada durante a lactação é de 0,74% (Figura 6).

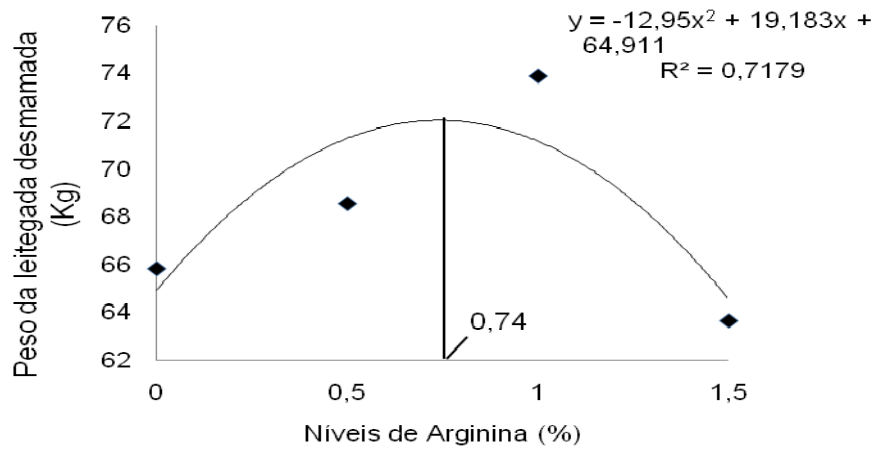


FIGURA 6 Peso da leitegada desmamada aos 22 dias de fêmeas suínas hiperprolíferas recebendo dietas suplementadas com diferentes níveis de arginina durante a lactação.

O peso médio dos leitões desmamados não apresentou diferenças ($P>0,05$). Entretanto, Mateo et al. (2008) observaram que o nível de 1,0% de arginina fornecida às leitoas durante a primeira lactação, foi capaz de aumentar significativamente ($P<0,05$) o peso médio de leitões desmamados aos 21 dias em 7%. Este melhor desempenho pode estar associado ao menor número de leitões desmamados por fêmea, média de 10,6, ocasionando em menos disputas por tetos e conseqüentemente maior ingestão de leite pelos leitões.

O ganho de peso do leitão no período de lactação e o ganho de peso diário, também não diferiram ($P>0,05$) entre os níveis de arginina estudados, diferindo dos valores encontrados por Mateo et al. (2008), que obtiveram acréscimo de 10% ao ganho de peso por leitão desmamado e no ganho de peso diário após a adição de 1,0% de arginina à ração de leitoas.

Diante dos dados obtidos, considerando-se a suplementação da dieta com níveis de arginina durante o período lactacional de fêmeas suínas, foi observado efeito significativo deste aminoácido no desempenho dos leitões ao desmame. Este efeito benéfico foi encontrado por Mateo et al. (2008), o qual também

observou que o fornecimento de 1,0 % de arginina à leitoas lactantes não alterou o perfil de aminoácidos no leite aos 21 dias de lactação, sendo inclusive as concentrações lácteas de arginina semelhantes, entretanto houve aumento nas concentrações plasmáticas das fêmeas aos 7 e 22 dias de lactação, o que pode ter contribuído para melhorar o fluxo sanguíneo na glândula mamária, proporcionando assim maior produção de leite e melhor desempenho dos leitões. Segundo Trotier et al. (1997), a quantidade de arginina destinada à glândula mamária é muito grande, entretanto sua presença no leite é reduzida, refletindo a alta capacidade de catabolismo deste aminoácido pelo tecido mamário de suínos.

A arginina parece melhorar a eficiência de utilização da proteína da dieta para a síntese do leite, evitando a mobilização de reservas corporais, principalmente de leitoas ao primeiro parto, as quais ainda requerem nutrientes para seu desenvolvimento corporal, além de serem responsáveis por atender a demanda dos fetos. Entretanto, no caso de fêmeas com capacidade de produção de leitegadas numerosas como as utilizadas neste trabalho, essa mobilização pode acontecer e, desta forma, a arginina pode evitar este processo, possibilitando menor perda de escorço corporal da lactante.

Apesar disso, o número de leitões desmamados/fêmea e ainda, o peso da leitegada ao desmame foram afetados pelo nível de 1% de arginina adicionada à ração lactação. Este efeito benéfico pode ser proveniente da suplementação durante a primeira semana de vida dos leitões. Logo, pode-se inferir que de acordo com Wu et al. (2004a), leitões com bom desenvolvimento e crescimento corporal durante a primeira semana de vida terão mais chances de atingir idade ao desmame constituindo leitegadas mais pesadas. Assim, a suplementação de arginina de fêmeas em lactação principalmente na primeira semana passa a ser importante, pois maximizando-se o crescimento dos leitões neste período, estes não terão o desempenho posterior comprometido negativamente.

5 CONCLUSÕES

A suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com arginina é importante para melhorar os índices reprodutivos do plantel. A adição de 1,0% deste aminoácido em rações contendo milho, farelo de soja e farelo de trigo a partir de 90 dias de gestação e durante a lactação aumenta o número de leitões desmamados/fêmea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDERTON, W.K.; COOPER, C.E.; KNOWLES, R.G. Nitric oxide synthase: structure, function and inhibition. **Biochemical Journal**, London, n.357, p.593-615, Dec. 2001.

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

ANTUNES, R.C. Planejando a reposição de reprodutores (macho e fêmea) e impacto sobre a eficiência reprodutiva da granja. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v.31, n.1, p.41-46, jan./mar. 2007.

BOYD, R.D.; HENSINGER, R.S.; HARRELL, R.J.; BAUMAN, D.E. Nutrient uptake and endocrine regulation of milk synthesis by mammary tissue of lactating sows. **Journal Animal Science**, Champaign, v.73, n.2, p.36-56, Feb. 1995. Supplement.

CHYUN, J.H.; GRIMINGER, P. Improvement of nitrogen retention by arginine and glycine supplementation and its relation to collagen synthesis in traumatized mature and aged rats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.114, n.9, p.1697-1704, Sept. 1984.

CLOSS, E.I.; SIMON, A.; VEKONY, N.; ROTMANN, A. Plasma membrane transporters for arginine. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.134, n.10, p.2752-2759, Oct. 2004.

CUI, X.L.; IWASA, M.; IWASA, Y.; OHMORI, Y.; YAMAMOTO, A.; MAEDA, H.; KUME, M.; OGOSHI, S.; YOKOYAMA, A.; SUGAWARA, T.; FUNADA, T. Effects of dietary arginine supplementation on protein turnover and tissue protein synthesis in scald-burn rats. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.15, n.7/8, p.563-569, July/Aug. 1999.

DAVIS, S.R.; COLLIER, R.J. Mammary blood flow and regulation of substrate supply for milk synthesis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.68, n.4, p.1041-4158, 1985

DAVIS, T.A.; BURRIN, D.G.; FIOROTTO, M.L.; NGUYEN, H.V. Protein synthesis in skeletal muscle and jejunum is more responsive to feeding in 7- than in 26-day-old pigs. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v.270, n.5, p.802-809, May 1996.

DHANAKOTI, S.N.; BROSNAN, J.T.; HERZBERG, G.R.; BROSNAN, M.E. Renal arginine synthesis: studies in vitro and in vivo. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v.259, n.3, p.437-442, Sept. 1990.

EDMONDS, M.S.; GONYOU, H.W.; BAKER, D.H. Effect of excess levels of methionine, tryptophan, arginine, lysine or threonine on growth and dietary choice in the pig. **Journal Animal Science**, Champaign, v.65, n.1, p.179-185, Jan. 1987.

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, Sept. 1998.

FLYNN, N.E.; MEININGER, C.J.; HAYNES, T.E.; WU, G. The metabolic basis of arginine nutrition and pharmacotherapy. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, Paris, v.56, n.9, p.427-438, Nov. 2002.

FLYNN, N.E.; WU, G. An important role for endogenous synthesis of arginine in maintaining arginine homeostasis in neonatal pigs. **American Journal Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v.271, n.5, p.1149-1155, Nov. 1996.

FRANK, J.W.; ESCOBAR, J.; NGUYEN, H.V.; JOBGEN, S.C.; JOBGEN, W.S.; DAVIS, T.A.; WU, G. Oral N-carbamylglutamate supplementation increases protein synthesis in skeletal muscle of piglets. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.137, n.2, p.315-319, Feb. 2007.

GAGNON, R. Placental insufficiency and its consequences. **European Journal of Obstetrics, Gynecology and Reproductive Biology**, Amsterdam, v.110, n.2, p.99-107, 2003. Supplement.

GARDNER, D.S.; POWLSON, A.S.; GIUSSANI, D.A. An in vivo nitric oxide clamp to investigate the influence of nitric oxide on continuous umbilical blood flow during acute hypoxaemia in the sheep fetus. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.537, n.1, p.587-596, Dec. 2001.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; JUIN, H.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.84, n.1, p.93-103, Jan. 2006.

HALEY, C.S.; LEE, G.L.; RITCHIE, M. Comparative farrowing to weaning performance in Meishan and Large White pigs and crosses. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.60, n.1, p.259-267, Jan. 1995.

HASHIMOTO, F.A.M.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L.; LIMA, K.R. de S.; PAIVA, A.L.C.; TORRES, C.A.A. Níveis de proteína bruta na ração de gestação para porcas de segundo e terceiro ciclos reprodutivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.2, p.365-374, mar./abr. 2004.

HAUSSINGER, D.; STEELE, T.; GEROK, W. Glutamine metabolism in isolated perfused rat liver: the transamination pathway. **Biology Chemical**, Washington, v.366, n.6, p.527-536, June 1994.

IGARASHI, K.; KASHIWAGI, K. Polyamines: mysterious modulators of cellular functions. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Orlando, v.271, n.3, p.559-564, May 2000.

IGNARRO, L.J.; CIRINO, G.; CASINI, A.; NAPOLI, C. Nitric oxide as a signaling molecule in the vascular system: an overview. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, Hagerstown, v.34, n.6, p.879-886, Dec. 1999.

KIM, S.W.; MCPHERSON, R.L.; WU, G. Dietary arginina supplementation enhances the growth of milk fed young pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.134, n.3, p.625-630, Mar. 2004.

KIM, S.W.; WU, G.; BAKER, D.H. Amino acid nutrition of breeding sows during gestation and lactation. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v.26, n.1, p.89-99, Mar. 2005.

KING, R.H.; TONER, M.S.; DOVE, H.; ATWOOD, C.S.; BROWN, W.G. The response of first-litter sows to dietary protein level during lactation. **Journal of Animal Science**, Baltimore, v.71, n.9, p.2457-2463, Sept. 1993.

KIRCHGESSNER, V.M.; RADER, G.; ROTH-MAIER, D.A. Influence of an oral arginine supplementation on lactation performance of sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.66, n.1/5, p.38-44, 1991.

KNOL, E.F.; LEENHOUWERS, J.I.; LENDE, T. van der. Genetic aspects of piglet survival. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.78, n.1, p.47-55, Nov. 2002.

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, Mar. 2004.

LEENHOUWERS, J.I.; LENDE, E.F. van der; KNOL, E.F. Analysis of stillbirth in different lines of pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.57, n.3, p.243-253, Feb. 1999.

LEIBHOLZ, J. Arginine requirements of pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.33, n.1, p.165-170, 1982.

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, Aug. 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**, Philadelphia, v.137, n.3, p.652-656, Mar. 2007.

MATEO, R.D.; WU, G.; MOON, H.K.; CARROLL, J.A.; KIM, S.W. Effects of dietary arginina supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal Animal Science**, Champaign, v.86, n.4, p.827-835, Apr. 2008.

MATSUNAGA, T.; WEIHRAUCH, D.W.; 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, Apr. 2002.

MORRIS JUNIOR, S.M. Regulation of enzymes of urea cycle and arginine metabolism. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.22, p.87-105, July 2002.

NURJHNA, N.; PERRIELLO, G.; STUMVOLL, M.; DAILEY, G.; BIER, D.M.; TOFT, I.; JENSSEN, T.G.; GERICH, J.E. Glutamine: a major gluconeogenic precursor and vehicle for interorgan carbon transport in man. **Journal of Clinical Investigation**, New York, v.95, n.1, p.272-277, Jan. 1995.

O'QUINN, P.R.; KNABE, D.A.; WU, G. Arginine catabolism in lactating porcine mammary tissue. **Journal Animal Science**, Champaign, v.80, n.2, p.467-474, Feb. 2002.

PERE, M.C.; DOURMAD, J.Y.; WILLIAMS, I.H. Effect of number of embryos in the uterine on the survival and development and on maternal metabolism. **Journal Animal Science**, Champaign, v.72, n.5, p.1337-1342, May 1997.

PINHEIRO, R.W.; MACHADO, G.S. Desempenho do leitão na primeira semana após desmama: como atingir e porque gerenciar este parâmetro. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SUINOCULTURA, 2., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2007. p.124-145.

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

REHFELDT, C.; NISSEN, P.; KUHN, G.; VESTERGAARD, M.; ENDER, K. Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, v.27, n.3, p.267-285, Oct. 2004.

REYES, A.A.; KARL, I.E.; KLAHR, S. Role of arginine in health and in renal disease. **American Journal Physiology Renal**, Basel, v.267, n.3, p.331-346, Sept. 1994.

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 adrenocorticomedullary functions in the llama fetus. **Journal of Physiology**, Cambridge, v.544, n.1, p.267-276, Oct. 2002.

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, Jan./Feb. 1998.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F. de; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L. de T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.

ROTH, L. de; BISAILLON, A. Gestation changes in utero-placental contact surface in the sow. In: INTERNACIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 6., 1980, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: Scientific Committee, 1980. p.7.

SMITS, C.H.M.; RAMAEKERS, P.; KEMP, B.; HAZELEGER, W.; WU, G. The role of functional nutrients in prenatal survival and growth of porcine fetuses in early gestation. In: ACHIEVING AND EXCEEDING SOW PRODUCTION TARGETS, 1., 2006, Alberta. **Proceedings...** Alberta: University of Minnesota, 2006. p.57-72.

TOKACH, M.D.; PETTIGREW, B.A.; CROOKE, G.D.; SOWER, A.F. Quantitative influence of lysine and energy intake on yield of milk components in the primiparous sow. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.70, n.6, p.1864-1872, June 1992.

TROTTIER, N.L.; SHIPLEY, C.F.; EASTER, R.A. Plasma amino acid uptake by the mammary gland of the lactating sow. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.75, n.5, p.1266-1278, May 1997.

VARLEY, M.A. **The neonatal pig**: development and survival. Leeds: Biddles, 1995. 13p.

WILSON, M.E.; 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**, Champaign, v.58, n.4, p.905-910, Apr. 1998.

WU, G. Urea synthesis in enterocytes of developing pigs. **Biochemical Journal**, London, n.312, p.717-723, Dec. 1995.

WU, G. Synthesis of citrulline and arginine from proline in enterocytes of postnatal pigs. **American Journal Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology**, Bethesda, v.272, n.6, p.1382-1390, June 1997.

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

WU, G.; BAZER, F.W.; HU, J.; JOHNSON, G.A.; SPENCER, T.E. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.72, n.4, p.842-850, Apr. 2005.

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 1996a.

WU, G.; BORBOLLA, A.G.; KNABE, D.A. The uptake of glutamine and release of arginine, citrulline and proline by the small intestine of developing pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, n.12, p.2437-2444, Dec. 1994.

WU, G.; DAVIS, P.K.; FLYNN, N.E.; KNABE, D.A.; DAVIDSON, J.T. Endogenous synthesis of arginine plays an important role in maintaining arginine homeostasis in postweaning growing pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.127, n.12, p.2342-2349, Dec. 1997.

WU, G.; FLYNN, N.E.; KNABE, D.A. Enhanced intestinal synthesis of polyamines from proline in cortisol-treated piglets. **American Journal Physiology**, Baltimore, v.279, n.2, p.395-402, Aug. 2000.

WU, G.; JAEGER, L.A.; BAZER, F.W.; RHOADS, J.M. Arginine deficiency in preterm infants: biochemical mechanisms and nutritional implications. **Journal of Nutrition Biochemistry**, London, v.15, n.8, p.442-451, Aug. 2004a.

WU, G.; KNABE, D.A. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrums and milk. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, n.3, p.2437-2444, Mar. 1994.

WU, G.; KNABE, D.A. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrums and milk. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.124, n.3, p.415-424, Mar. 1995.

WU, G.; KNABE, D.A.; FLYNN, N.E.; YAN, W.; FLYNN, S.P. Arginine degradation in developing porcine enterocytes. **American Journal Physiology. Gastrointestinal and Liver Physiology**, Bethesda, v.271, n.5, p.913-919, Nov. 1996b.

WU, G.; KNABE, D.A.; KIM, S.W. Arginine nutrition in neonatal pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.134, n.10, p.2783-2790, Oct. 2004b.

WU, G.; KNABE, D.A.; KIM, S.W. Arginine nutrition in neonatal pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.134, n.10, p.2783-2790, Oct. 2004c.

WU, G.; MEININGER, C.J. Regulation of nitric oxide synthesis by dietary factors. **Annual Review of Nutrition**, Palo Alto, v.22, p.61-86, July 2002.

WU, G.; MORRIS, S.M. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemical Journal**, London, v.336, n.11, p.1-17, Nov. 1998.

WU, G.; OTT, T.L.; KNABE, D.A.; BAZER, F.W. Amino acid composition of the fetal pig. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.129, n.5, p.1031-1038, May 1999.

WU, G.; POND, W.G.; FLYNN, S.P.; OTT, T.L.; BAZER, F.W. Maternal dietary protein deficiency decreases amino acid concentrations in fetal plasma and allantoic fluid of pigs. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.128, n.12, p.894-902, Dec. 1998.

YOUNG, V.R.; AJAMI, A.M. Glutamate: an amino acid of particular distinction. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.130, n.4, p.892-900, Apr. 2000.

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.

ANEXOS

ANEXO A		Página
TABELA 1A	Análise de variância de leitões nascidos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	56
TABELA 2A	Análise de variância de leitões nascidos vivos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	56
TABELA 3A	Análise de variância de número de natimortos e mumificados após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	56
TABELA 4A	Análise de variância do peso de leitegadas nascidas após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 d gestação.....	57
TABELA 5A	Análise de variância de peso de leitegadas nascidas vivas após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias gestação.....	57
TABELA 6A	Análise de variância do peso médio de leitões nascidos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	57
TABELA 7A	Análise de variância do peso médio de leitões nascidos vivos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	58

TABELA 8A	Análise de variância do peso de leitegadas aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período lactacional.....	58
TABELA 9A	Análise de variância do peso médio de leitões aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante período o lactacional.....	58
TABELA 10A	Análise de variância do ganho de peso diário de leitões aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	59
TABELA 11A	Análise de variância do número de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	59
TABELA 12A	Análise de variância do peso de leitegadas desmamadas aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	59
TABELA 13A	Análise de variância do peso médio de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	60
TABELA 14A	Análise de variância do ganho de peso de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	60

TABELA 15A	Análise de variância do ganho de peso diário de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.....	61
TABELA 16A	Análise de variância do peso da placenta de fêmeas suínas hiperprolíferas que receberam dietas suplementadas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	61
TABELA 17A	Análise de variância da eficiência placentária de fêmeas suínas hiperprolíferas que receberam dietas suplementadas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.....	61

TABELA 1A Análise de variância de leitões nascidos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	6.5	3.25	0.44	0.64NS
Regressão	3	18.48	6.16	0.84	0.47NS
Erro	111	811.65	7.31		

TABELA 2A Análise de variância de leitões nascidos vivos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.41	0.21	0.03	0.97NS
Regressão	3	33.84	11.28	1.66	0.18NS
Erro	111	752.98	6.78		

TABELA 3A Análise de variância de número de natimortos e mumificados após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

Teste Kruskal-Wallis	Mumificados	Natimortos
Qui - quadrado	0.77	0.95
GL	3	3
P-valor	0.86 NS	0.81 NS

TABELA 4A Análise de variância do peso de leitegadas nascidas após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 d gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	37.68	18.84	2.38	0.10 NS
Regressão	3	14.38	4.79	0.61	0.61 NS
NT	1	739.64	739.64	93.43	2.280e-16
Erro	110	870.78	7.92		

TABELA 5A Análise de variância de peso de leitegadas nascidas vivas após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	23.73	11.87	1.77	0.18 NS
Regressão	3	28.75	9.58	1.43	0.24 NS
NV	1	817.55	817.55	121.75	<2e-16
Erro	110	738.68	6.72		

TABELA 6A Análise de variância do peso médio de leitões nascidos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.09	0.04	1.29	0.28 NS
Regressão	3	0.1	0.03	0.97	0.41 NS
NT	1	0.57	0.57	16.83	7.872e-05
Erro	110	3.71	0.03		

TABELA 7A Análise de variância do peso médio de leitões nascidos vivos após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.08	0.04	1.17	0.32 NS
Regressão	3	0.11	0.04	1.01	0.39 NS
NV	1	0.56	0.56	15.46	0.00
Erro	110	3.96	0.04		

TABELA 8A Análise de variância do peso de leitegadas aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período lactacional.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	112.38	56.19	2.13	0.12 NS
Regressão	3	251.06	83.69	3.17	0.03*
<i>Linear</i>	<i>1</i>	<i>22.23</i>	<i>22.23</i>	<i>0.84</i>	<i>0.36 NS</i>
<i>Quadrática</i>	<i>1</i>	<i>133.95</i>	<i>133.95</i>	<i>5.07</i>	<i>0.03*</i>
<i>Cúbica</i>	<i>1</i>	<i>94.88</i>	<i>94.88</i>	<i>3.59</i>	<i>0.06 NS</i>
N7	1	1533.79	1533.79	58.09	1.278e-11
Erro	103	2719.72	26.41		

TABELA 9A Análise de variância do peso médio de leitões aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante período o lactacional.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.10	0.05	0.35	0.71 NS
Regressão	3	0.31	0.10	0.70	0.55 NS
PMNV	1	0.02	0.02	0.15	0.70
Erro	103	15.37	0.15		

TABELA 10A Análise de variância do ganho de peso diário de leitões aos sete dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.00	0.00	1.63	0.20
Regressão	3	0.01	0.00	3.30	0.02
<i>Linear</i>	<i>1</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.51</i>	<i>0.48</i>
<i>Quadrática</i>	<i>1</i>	<i>0.01</i>	<i>0.01</i>	<i>8.94</i>	<i>0.00</i>
<i>Cúbica</i>	<i>1</i>	<i>0.00</i>	<i>0.00</i>	<i>0.45</i>	<i>0.50</i>
PM7	1	0.25	0.25	384.15	<2.2e-16
Erro	103	0.07	0.00		

TABELA 11A Análise de variância do número de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	20.60	10.30	8.77	0.00
Regressão	3	24.70	8.23	7.01	0.00
Linear	1	0.33	0.33	0.28	0.60
Quadrática	1	11.84	11.84	10.09	0.00
Cúbica	1	12.54	12.54	10.68	0.00
N7	1	149.63	149.63	127.48	<2.2e-16
Erro	103	120.90	1.17		

TABELA 12A Análise de variância do peso de leitegadas desmamadas aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	1232.30	616.20	4.03	0.02
Regressão	3	1718.00	572.70	3.75	0.01
<i>Linear</i>	<i>1</i>	<i>7.10</i>	<i>7.10</i>	<i>0.05</i>	<i>0.83</i>
<i>Quadrática</i>	<i>1</i>	<i>1254.00</i>	<i>1254.00</i>	<i>8.20</i>	<i>0.01</i>
<i>Cúbica</i>	<i>1</i>	<i>456.90</i>	<i>456.90</i>	<i>2.99</i>	<i>0.09</i>
N7	1	4017.90	4017.90	26.29	1.385e-06
Erro	103	15743.50	152.80		

TABELA 13A Análise de variância do peso médio de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	1.86	0.93	1.16	0.32
Regressão	3	2.04	0.68	0.85	0.47
PMNV	1	6.59	6.59	8.22	0.01
Erro	103	82.55	0.80		

TABELA 14A Análise de variância do ganho de peso de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	1.29	0.65	0.81	0.45 NS
Regressão	3	1.36	0.45	0.57	0.64 NS
PMNV	1	0.24	0.24	0.30	0.58 NS
Erro	103	82.47	0.80		

TABELA 15A Análise de variância do ganho de peso diário de leitões desmamados aos 22 dias após suplementação de dietas para fêmeas suínas hiperprolíferas com diferentes níveis de arginina durante o período de lactação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.003	0.001	0.821	0.443 NS
Regressão	3	0.003	0.001	0.560	0.642 NS
PMNV	1	0.000	0.000	0.299	0.586 NS
Erro	103	0.170	0.002		

TABELA 16A Análise de variância do peso da placenta de fêmeas suínas hiperprolíferas que receberam dietas suplementadas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.03	0.02	0.01	0.99 NS
Regressão	3	0.68	0.23	0.18	0.91 NS
Erro	103	132.52	1.29		

TABELA 17A Análise de variância da eficiência placentária de fêmeas suínas hiperprolíferas que receberam dietas suplementadas com diferentes níveis de arginina a partir de 90 dias de gestação.

FV	GL	SQ	QM	F tabelado	P-valor
Blocos	2	0.00	0.00	0.09	0.92 NS
Regressão	3	0.00	0.00	0.34	0.80 NS
Erro	103	0.47	0.00		