



RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA

**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES
SUÍNAS HIPERPROLÍFICAS**

Lavras – MG

2014

RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA

**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS
HIPERPROLÍFICAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de Nutrição e Produção de Não Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

Coorientadores

Dr. Rony Antonio Ferreira

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli

LAVRAS – MG

2014

RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA

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

Moreira, Rennan Herculano Rufino.

Arginina na nutrição de matrizes suínas hiperprolíficas / Rennan
Herculano Rufino Moreira. – Lavras : UFLA, 2014.

50 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Bibliografia.

1. Aminoácido funcional. 2. Desempenho. 3. Lactação. 4.
Suínos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 636.4

RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA

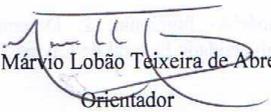
**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS
HIPERPROLÍFICAS**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Lavras,
como parte do Programa de Pós-
Graduação em Zootecnia, área de
Nutrição e Produção de Não
Ruminantes, para a obtenção do título
de Mestre.

APROVADA em 28 de fevereiro de 2014.

Dr. Vinícius de Souza Cantarelli DZO/UFLA

Dr. Alysson Saraiva DZO/UFV


Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu
Orientador

LAVRAS – MG

2014

À Narla Herculano Rufino Moreira que nas dificuldades crescemos juntos, aprendemos um com o outro, sempre me apoiando, sempre buscando acertar na criação de seus filhos (eu e minha irmã, Rennara); defeitos todos têm, mas com certeza um exemplo de mãe, que me criou com amor, carinho, valores pessoais, indicando os caminhos que devo seguir para minha felicidade.

Ao Sebastião Rufino Moreira, meu pai, que apesar da distância sempre me mostrou que posso contar com seu apoio a qualquer momento, que me ensinou a ter paciência, tranquilidade e sempre ter um foco na vida.

A todos os meus parentes, em especial minha avó, Zoraida Medeiros Herculano, que me deu amor, carinho, apoio e confiança, independente da situação em que eu estivesse.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pelos seus cuidados comigo e por sua misericórdia de ter morrido na cruz por nós.

Aos meus pais, Sebastião Rufino Moreira e Narla Herculano Rufino Moreira, pelos ensinamentos para a vida, pelo amor e dedicação comigo.

À minha irmã, Rennara Herculano Rufino Moreira, pela paciência.

À minha família, pelos momentos de amizade e companheirismo.

À Natália, pelo amor, carinho, companheirismo, apoio e momentos compartilhados.

Aos meus amigos do Ceará, que sempre estão de braços abertos para me receber, Everardo Ellery, Lucas Lobo, Eurico Araripe, Francisco Costa, Roberto Felipe, Ezekiel Rodrigues, Wesley Chaves, João Vitor, Rafael Silva, Eduardo Alencar, Larissa Barbosa, Jr. Capelli, Diego Sampaio e Fábio Souza, assim como meus amigos do dia a dia em Minas Gerais, Adriano Costa, Raphael Siqueira, Paulo Santos, Elson Correa e Fabrício Rezende.

À República dos Anjos, pela amizade, companheiros e apoio, em especial ao Rômulo Alexandrino e Carlos Enrik. À Dona Hilda.

Ao meu orientador Professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pela paciência, amizade e confiança.

Aos meus coorientadores, Professor Vinícius de Souza Cantarelli e Professor Rony Antonio Ferreira, pelos conhecimentos adquiridos e disponibilidade.

Aos componentes da banca de defesa, Professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, Professor Vinícius de Souza Cantarelli e Professor Alysson Saraiva, pela valiosa colaboração no trabalho.

Aos amigos Eloiza Lanferdini e Leonardo Fonseca, pela paciência, apoio nessa caminhada durante a Pós-Graduação.

Ao NESUI-UFLA, pelo apoio e companheirismo.

À Universidade Federal de Lavras, pelo acolhimento e oportunidade de iniciar o Mestrado.

À CAPES, pela concessão da bolsa.

À Ajinomoto e Fazenda São Paulo, por fazerem parte no desenvolvimento do projeto de pesquisa.

RESUMO GERAL

A suinocultura tem evoluído, tecnificando sua produção. Com isso, surgiram novas linhagens, alterando as exigências nutricionais dos suínos. A utilização de aminoácidos funcionais está presente em estudos relacionados à suinocultura, sendo a L-Arginina um deles, que é considerada funcional, devido ao seu envolvimento em vias metabólicas importantes, é muito importante nos processos fisiológicos, síntese proteica, precursora do óxido nítrico, agmatina, ureia, citrulina, creatina e atua na angiogênese, que pode influenciar a capacidade de produção de leite. Além disso, a arginina estimula a secreção de prolactina e hormônio do crescimento, necessários para o desenvolvimento mamário. Tem-se sugerido que a manipulação nutricional da ração materna, com a suplementação de aminoácidos, como a arginina, pode alterar o perfil nutricional do leite e proporcionar melhor desenvolvimento aos leitões. O leite das matrizes suínas supre menos de 40% do total de arginina exigida por leitões. Avaliou-se o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes suínas pluríparas, em lactação e de suas respectivas leitegadas. Foram usadas 76 matrizes suínas de mesma linhagem genética de uma granja comercial, localizada no município de Oliveira, MG. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três níveis de suplementação da ração com L-Arginina 0,5; 1,0; 1,5% e o controle (sem suplementação), com 19 repetições cada, sendo a unidade experimental a matriz e sua leitegada. A suplementação do aminoácido foi feita na forma *on top*. O melhor nível de L-Arginina suplementar na ração foi estimado por meio de análise de regressão linear e ou quadrática, conforme ajustamento dos dados. Os dados referentes aos dias de lactação foram comparados pelo teste Tukey (5%). Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de desempenho, de

condição corporal, a produção de leite e o intervalo desmame-estro das matrizes. Houve efeito ($P < 0,05$) quadrático na porcentagem de proteína e de gordura do leite, bem como na produção diária desses componentes do leite das matrizes. Porém, o perfil aminoacídico do leite não foi influenciado ($P > 0,05$). Houve efeito ($P < 0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína, de gordura e de aminoácidos no leite das matrizes, que reduziram em função dos dias de lactação. A suplementação da ração com L-Arginina influenciou ($P < 0,05$) de forma quadrática, o peso dos leitões aos 13º e aos 21º dias de idade, que aumentaram até os níveis estimados de suplementação de L-Arginina na ração de 0,64 e 0,71%, respectivamente. Assim, como os níveis de suplementação de L-Arginina influenciaram ($P < 0,05$), de forma quadrática, os ganhos de peso dos leitões, nos primeiros 13 dias e no período total da lactação, os quais aumentaram, respectivamente, até os níveis estimados de 0,60 e 0,70%. A suplementação com 0,70% de L-Arginina, correspondente a 45 g/dia, na ração de lactação, melhora o ganho de peso dos leitões, pois, melhora a qualidade nutricional do leite das matrizes.

Palavras-chave: aminoácido funcional, desempenho, lactação, suínos

GENERAL ABSTRACT

Swine production has been developing, improving the production, in this way, new genetic lines have emerged, changing the nutritional requirements of swine. The use of functional amino acid is present in studies related with swine production. L-arginine being one of them considered functional because of their involvement in important metabolic pathways is very important in physiological process, protein synthesis, and as a precursor of nitric oxide, agmatine, urea, citrulline, creatine and helps with angiogenesis, which could have some influence in milk production. Furthermore, arginine stimulates the secretion of prolactin and growth hormone necessary for mammary development. Some authors suggested that nutritional manipulation of maternal diet with the supplementation of some amino acids such as arginine, can alter the nutritional profile of milk and provide better development in piglets. We evaluated the effect of supplementing the diet of lactating sows with L-arginine on productive and reproductive performance of multiparous sows in lactation and their litters. Seventy six sows of the same genetic line were used the trial were conducted in a commercial pig in Oliveira, Minas Gerais, Brazil. The experimental design was completely randomized, with three levels of supplementation of the diet with L- Arginine 0.5, 1.0, 1.5% and control (without supplementation), with 19 replicates each being the experimental unit the sow and her litter. The supply of amino acid was made "on top". The best level of supplementation with L-arginine in the diet was estimated by linear and quadratic regression or as fitting the data. The data relating the days of lactation was compared by Tukey test (5%). The levels of L-arginine supplementation in the lactation diet sows did not affect ($P>0.05$) performance variables, body condition, milk production and weaning-to-estrus. There was a quadratic effect ($P<0.05$) in the percentage of protein and fat from milk, as well as the daily milk production of these

components. However, the amino acid profile of milk was not affected ($P>0.05$). There was a significant effect ($P<0.05$) on days of lactation, percentage of protein, fat and amino acids in the milk of sows which reduced as function of days of lactation. The supply with L-arginine quadratically ($P<0.05$) affected the weight of the piglets at 13 and at 21 days of age, which increased up to the levels of L-arginine supplementation in the diet of 0.64 and 0.71%, respectively. In the same way the levels of L-arginine supplementation influenced ($P<0.05$), the quadratic form, the weight gains of piglets during the first 13 days and total lactation period, which increased respectively to levels estimated of 0.60 and 0.70%. The supplementation with 0.70% L-arginine, corresponding to 45 g / day, in the lactation diet improves weight gain of piglets therefore improves the nutritional quality of sows milk.

Keywords: functional amino acid, lactation, performance, pigs

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Distribuição das matrizes suínas nos tratamentos, em função da ordem de parto.....	26
Tabela 2 Composição centesimal calculada da ração de lactação das matrizes suínas.....	28
Tabela 3 Composição aminoacídica e nutricional analisada da ração basal.....	29
Tabela 4 Desempenho e condição corporal de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....	33
Tabela 5 Produção e composição do leite de matrizes lactantes, em função do período de lactação e da suplementação de L-Arginina na ração.....	36
Tabela 6 Perfil de aminoácidos (g/100g) do leite de matrizes suínas, em função de diferentes níveis de L-Arginina.....	40
Tabela 7 Perfil de aminoácidos (g/100g) do leite de matrizes suínas, em função dos dias de lactação.....	42
Tabela 8 Peso vivo e ganho de peso diário dos leitões, em função da suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.....	43

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Temperatura média (°C) linha tracejada e umidade relativa do ar média (%) linha contínua representadas durante o experimento.....32
- Figura 2 Porcentagem de proteína bruta (PB) no leite de matrizes suínas, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....37
- Figura 3 Porcentagem de gordura no leite de matrizes suínas, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....39
- Figura 4 Ganho de peso diário dos leitões do 2º ao 13º dias de idade, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.....44
- Figura 5 Ganho de peso diário dos leitões do 2º ao 21º dias de idade, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.....44

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE

1. Introdução.....	12
2. Referencial teórico.....	13
3. Considerações gerais.....	18

REFERÊNCIAS

SEGUNDA PARTE - ARTIGO Arginina melhora a qualidade nutricional do leite e o desempenho de leitões de matrizes suínas hiperprolíficas.....	22
ANEXO.....	49

PRIMEIRA PARTE

1. Introdução

Atualmente, a carne suína é a mais consumida no mundo seguida da carne de aves e a bovina. Nesse aspecto, o Brasil tem grande influência no cenário mundial, com relação à produção de carnes, pois está entre os países que mais produzem as carnes mais consumidas no mundo. O Brasil é segundo maior produtor de carne bovina no mundo, com relação à carne de aves é o terceiro e na carne suína é o quarto (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2013).

Levando-se apenas em consideração o setor suinícola, esse tem evoluído no intuito de tecnificar sua produção. Com o surgimento de novas linhagens genéticas, e pela necessidade de abate de suínos mais pesados e com menor tempo de desenvolvimento, os nutricionistas são desafiados a elaborar rações que atendam de forma precisa às exigências nutricionais, em diferentes condições e categoria animal. Uma vez que as exigências nutricionais dos suínos variam de acordo com a fase do crescimento, principalmente em se tratando da composição aminoacídica e energética da ração. Assim sendo, a utilização de aminoácidos funcionais está presente em vários estudos relacionados à suinocultura, sendo a L-Arginina um deles, influenciando desde matrizes gestantes até leitões em terminação.

2. Referencial teórico

A suinocultura, como todo sistema de criação, é dinâmica e interage com diversos fatores. Por isso, foram necessárias adaptações no sistema de produção de suíno, tornando-o cada vez mais eficiente do ponto de vista

econômico. Uma das principais mudanças foi o aprimoramento do material genético utilizado, produzindo-se matrizes suínas com um maior número de leitões por parto. Isso possibilita desmame, em alguns casos, de até 35 leitões por matriz/ano.

Durante a lactação, as matrizes interagem com leitões, com o meio ambiente e com funcionários. Dessa forma, em cada sistema de produção os animais adquirem um padrão comportamental, na busca da manutenção da homeostase. Entretanto, essa conduta padrão pode ser modificada, em resposta a vários fatores, entre os quais a ordem de parição (THODBERG; JENSEN; HERSKIN, 2002) e a temperatura ambiente elevada (RENAUDEAU; NOBLET, 2001).

O avanço genético tem gerado alguns aspectos negativos, tanto para matriz, quanto para os leitões. Para as matrizes, os principais fatores são a perda de peso corporal, aumento do intervalo desmame-estro, redução do número de leitões nascidos no parto seguinte (BOYD et al., 2000). Recentemente, estudos iniciaram com relação à matriz suína, para melhorá-la quanto aos aspectos fisiológicos, como maior capacidade uterina, apesar de apresentar alto potencial reprodutivo, o que pode levar à redução no peso dos leitões nascidos, ao aumento de leitões com baixa viabilidade, uma maior mortalidade na fase de maternidade e menor peso dos leitões no desmame e nas fases seguintes.

O consumo de alimento pela matriz lactante é um dos maiores desafios para o nutricionista, isso devido à alta demanda de nutrientes, durante o período de lactação, portanto, há a necessidade de uma ração convenientemente balanceada para o estágio de produção. Segundo Kim, Wu e Baker (2005) as matrizes selecionadas quanto à hiperprolificidade possuem baixa capacidade de ingestão de alimento durante a lactação, resultando em produção de leite insuficiente, redução de desempenho reprodutivo subsequente e, ainda, refugagem precoce de leitões. Segundo Paiva (2004), esse desbalanço

nutricional, durante a lactação, faz com que a matriz mobilize nutrientes de diferentes tecidos corporais, levando à significativa perda de peso, para que possa ser mantida a produção de leite.

O leite da matriz é deficiente em alguns aminoácidos como a arginina, podendo comprometer o desenvolvimento dos leitões (WU; KNABE; KIM, 2004). Como alternativa ao baixo consumo de ração durante a lactação e deficiências na composição láctea, tem-se sugerido a manipulação da ração 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.

A composição nutricional do leite das matrizes pode ser influenciada por diversos fatores. Vários autores têm relatado que a composição do leite da matriz e colostro pode ser alterada através da nutrição com o uso de CLAs (CORDERO et al., 2011), gorduras (MOUNTZOURIS; FEGEROS; PAPADOPOULOS, 1999), conteúdo de nitrogênio presente no alimento (KING et al., 1993), aminoácidos (YANG et al., 2009) e leveduras (JANG et al., 2013), além da raça (ZOU; MCLAREN; HURLEY, 1992), condição corporal e/ou estado nutricional (NOBLET; ETIENNE, 1986), ordem de parição (QUESNEL, 2011). Dessa forma a L-Arginina é mais um fator que está na categoria dos aminoácidos funcionais e que pode melhorar a qualidade nutricional do leite.

No tocante à nutrição de matrizes suínas, há necessidade de se conhecer as exigências nutricionais para a fase de lactação, uma vez que os frequentes avanços no campo da genética possibilitam o aumento da produtividade das matrizes suínas, levando à constantes alterações nas exigências nutricionais desses animais (PAIVA, 2004). As alternativas que vêm sendo testadas incluem redução da proteína bruta da ração, adição de lipídios, aumento da densidade nutricional da ração, modificações no manejo alimentar (refeições nas horas

mais frescas do dia ou molhar a ração), inclusão de aditivos, L-Carnitina (MARTINS; COSTA, 2008), assim como a utilização de aminoácidos.

Os aminoácidos têm participação importante na nutrição das matrizes em lactação. Exigidos para manutenção e produção de leite, são poucos os estudos sobre as necessidades diárias de aminoácidos conhecidos como funcionais, definidos como aqueles que participam de vias metabólicas importantes no corpo do animal. Muitas pesquisas envolvendo a nutrição desses animais vêm sendo realizadas na tentativa de buscar alternativas viáveis, na solução dos problemas relacionados à hiperprolificidade. A utilização de aminoácidos como a arginina, durante a lactação de matrizes suínas hiperprolíficas de diferentes ordens de parto, ainda é pouco estudada.

Sugere-se que muitos tipos celulares utilizam a arginina como precursor de óxido nítrico, sendo esse metabólito importante em vários processos, incluindo a vasodilatação, resposta imune, neurotransmissão e adesão de plaquetas e leucócitos, por isso é frequente em várias áreas de pesquisa, inclusive na suinocultura (MATEO et al., 2008).

Apesar de produzido em pequenas proporções, a arginina exerce papel crucial em quase todas as células e funções orgânicas no organismo (WU; MEININGER, 2002). A arginina é um aminoácido considerado funcional, em virtude do seu envolvimento em vias metabólicas importantes. Sua participação na formação de vasos sanguíneos pode influenciar a capacidade de produção de leite da matriz em lactação. Além disso, a arginina estimula a secreção de prolactina e hormônio do crescimento, os quais são necessários para o desenvolvimento mamário (REYES; KARL; KLAHR, 1994).

O óxido nítrico é formado a partir da arginina, com a ação da enzima óxido nítrico sintetase em quase todas as células mamíferas (ALDERTON; COOPER; KNOWLES, 2001). 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. O óxido nítrico é um potente vasodilatador capaz de regular o tônus vascular e a hemodinâmica.

A síntese endógena de arginina atende cerca de 50% das necessidades diárias desse 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). Em adultos, a síntese endógena de arginina ocorre no intestino delgado e rins (REYES; KARL; KLAHR, 1994). No intestino, a absorção ocorre na porção da borda da escova da membrana do enterócito, que envolve sistemas específicos de aminoácidos bipolares, sendo esses o sistema B^{0+} e b^{0-} . O primeiro sistema transporta a arginina para o intestino, independente da concentração de Na^+ e o segundo é dependente do mesmo. A absorção também ocorre na porção basolateral da membrana, que é transportada através do sistema Y^+ formado por família de transportadores de aminoácidos catiônicos, esses são independentes de Na^+ , e sim através de difusão facilitada (AIRES, 1999). 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).

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).

A arginina é também uma precursora para a síntese de ureia, citrulina, creatina e agmatina (WU; MORRIS, 1998). Além disso, atua na angiogênese,

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

Leibholz (1982) concluiu que existe deficiência de arginina em leitões criados pelas matrizes, sendo essa afirmação alicerçada por outras pesquisas realizadas anteriormente, as quais mostraram melhora no crescimento de leitões desmamados, quando esse aminoácido foi suplementado à ração. De acordo com estimativas de Wu, Knabe e Kim (2004), o leite das matrizes suínas supre menos que 40% do total de arginina requerida diariamente por leitões aos sete dias de lactação.

A arginina vem sendo uma estratégia interessante na tentativa de solucionar falhas inerentes a alguns avanços na suinocultura, como a desuniformidade de leitões nascidos e desmamados em decorrência da hiperprolificidade, a qual faz parte de granjas tecnificadas que buscam melhores índices reprodutivos e econômicos. Assim, a suplementação nutricional dessas matrizes com arginina, durante o período de lactação, poderá reduzir a perda de peso corporal diminuindo os riscos reprodutivos futuros. Além disso, aumenta-se 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 crescimento e terminação.

3. Considerações gerais

A suinocultura vem cada vez mais se desenvolvendo do ponto de vista nutricional e genético, onde as matrizes têm um maior número de leitões nascidos por parto, causando uma maior desuniformidade da leitegada e um aumento do número de leitões refugos ao desmame. A L-Arginina como

suplemento na ração de matrizes em lactação pode ser de grande importância no aumento de eficiência produtiva na suinocultura.

REFERÊNCIAS

AIRES, M. M. **Fisiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1999. 934 p.

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.

BOYD, R. D. et al. Recent advances in amino acid and energy nutrition of sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 13, n. 11, p. 1638-1652, 2000.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para as carnes bovina, de frango e suína 2013 - 2014**. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_09_12_17_43_13_09_carnes.pdf>. Acesso em: 22 fev. 2014.

CORDERO, G. et al. Conjugated linoleic acid (CLA) during last week of gestation and lactation alters colostrum and milk fat composition and performance of reproductive sows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 168, n. 3/4, p. 232-240, 2011.

DHANAKOTI, S. N. et al. Renal arginine synthesis: studies in vitro and in vivo. **American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 259, n. 3, p. 437-442, Sept. 1990.

FLYNN, N. E. et al. 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.

IGNARRO, L. J. et al. 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.

JANG, Y. D. et al. Effects of live yeast supplementation to gestation and lactation diets on reproductive performance, immunological parameters and milk composition in sows. **Livestock Science**, New York, v. 152, n. 2/3, p. 167-173, 2013.

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. et al. The response of first-litter sows to raçãory protein level during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 9, p. 2457-2463, 1993.

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

MARTINS, T. D. D.; COSTA, A. N. Desempenho e comportamento de fêmeas suínas. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v. 57, n. 1, p. 77-88, 2008.

MATEO, R. D. et al. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 4, p. 827-835, Apr. 2008.

MATSUNAGA, T. et al. Angiostatin inhibits coronary angiogenesis during impaired production of nitric oxide. **Circulation**, Baltimore, v. 105, n. 18, p. 2185-2191, Apr. 2002.

MOUNTZOURIS, K.; FEGEROS, K.; PAPADOPOULOS, G. Utilization of fats based on the composition of sow milk fat in the diet of weanling pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 77, n. 1/2, p. 115-124, 1999.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 63, p. 1888-1896, 1986.

PAIVA, F. P. **Lisina e energia digestível em rações para fêmeas suínas primíparas em lactação**. 2004. 40 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2004.

QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. **Animal: An International Journal of Animal Bioscience**, Cambridge, v. 5, n. 10, p. 1546-1553, 2011.

RENAUDEAU, D.; QUINIOU, N.; NOBLET, J. Effects of exposure to high ambient temperature and dietary protein level on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. 1540-1548, Apr. 2001.

REYES, A. A.; KARL, I. E.; KLAHR, S. Role of arginine in health and in renal disease. **The American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 267, n. 3, p. F331-F346, Sept. 1994.

THODBERG, K.; JENSEN, K. H.; HERSKIN, M. S. Nursing behaviour, postpartum activity and reactivity in sows Effects of farrowing environment, previous experience and temperament. **Applied Animal Behaviour Science**, Amsterdam, v. 77, n. 1, p. 53-76, May 2002.

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. 2004.

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.

YANG, Y. X. et al. Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. **Animal Reproduction Science**, Amsterdam, v. 112, n. 3/4, p. 199-214, 2009.

ZOU, S.; MCLAREN, D. G.; HURLEY, W. L. Pig colostrum and milk composition: comparisons between Chinese Meishan and US breeds. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 30, n. 1/2, p. 115-127, 1992.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

Arginina melhora a qualidade nutricional do leite e o desempenho de leitões de matrizes suínas hiperprolíficas

Resumo

Avaliou-se o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes suínas pluríparas, em lactação e de suas respectivas leitegadas. Foram usadas 76 matrizes suínas de mesma linhagem genética de uma granja comercial, localizada no município de Oliveira, MG. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três níveis de suplementação da ração com L-Arginina 0,5; 1,0; 1,5% e o controle (sem suplementação), com 19 repetições cada, sendo a unidade experimental a matriz e sua leitegada. A suplementação do aminoácido foi feita na forma *on top*. O melhor nível de L-Arginina suplementar na ração foi estimado por meio de análise de regressão linear e ou quadrática, conforme ajustamento dos dados. Os dados referentes aos dias de lactação foram comparados pelo teste Tukey (5%). Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) as variáveis de desempenho, de condição corporal, a produção de leite e o intervalo desmame-estro das matrizes. Houve efeito ($P<0,05$) quadrático na porcentagem de proteína e de gordura do leite, bem como na produção diária desses componentes do leite das matrizes. Porém, o perfil aminoacídico do leite não foi influenciado ($P>0,05$). Houve efeito ($P<0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína, de gordura e de aminoácidos no leite das matrizes, que reduziram em função dos dias de lactação. A suplementação da ração com L-Arginina influenciou ($P<0,05$) de forma quadrática, o peso dos leitões aos 13° e aos 21° dias de idade, que

aumentaram até os níveis estimados de suplementação de L-Arginina na ração de 0,64 e 0,71%, respectivamente. Assim como os níveis de suplementação de L-Arginina influenciaram ($P < 0,05$), de forma quadrática, os ganhos de peso dos leitões nos primeiros 13 dias e no período total da lactação, os quais aumentaram, respectivamente, até os níveis estimados de 0,60 e 0,70%. A suplementação com 0,70% de L-Arginina, correspondente a 45 g/dia, na ração de lactação melhora o ganho de peso dos leitões, pois melhora a qualidade nutricional do leite das matrizes.

Palavras-chave: aminoácido funcional, reprodução, suinocultura

Arginine improves the nutritional quality of milk and performance of piglets from sows hiperprolíficas

Abstract

We evaluated the effect of supplementing the diet of lactating sows with L-arginine on productive and reproductive performance of multiparous sows in lactation and their litters. Seventy six sows of the same genetic line were used the trial were conducted in a commercial pig in Oliveira, Minas Gerais, Brazil. The experimental design was completely randomized, with three levels of supplementation of the diet with L- Arginine 0.5, 1.0, 1.5% and control (without supplementation), with 19 replicates each being the experimental unit the sow and her litter. The supply of amino acid was made "on top". The best level of supplementation with L-arginine in the diet was estimated by linear and quadratic regression or as fitting the data. The data relating the days of lactation was compared by Tukey test (5%). The levels of L-arginine supplementation in the lactation diet sows did not affect ($P > 0.05$) performance variables, body

condition, milk production and weaning-to-estrus. There was a quadratic effect ($P<0.05$) in the percentage of protein and fat from milk, as well as the daily milk production of these components. However, the amino acid profile of milk was not affected ($P>0.05$). There was a significant effect ($P<0.05$) on days of lactation, percentage of protein, fat and amino acids in the milk of sows which reduced as function of days of lactation. The supply with L-arginine quadratically ($P<0.05$) affected the weight of the piglets at 13 and at 21 days of age, which increased up to the levels of L-arginine supplementation in the diet of 0.64 and 0.71%, respectively. In the same way the levels of L-arginine supplementation influenced ($P<0.05$), the quadratic form, the weight gains of piglets during the first 13 days and total lactation period, which increased respectively to levels estimated of 0.60 and 0.70%. The supplementation with 0.70% L-arginine, corresponding to 45 g / day, in the lactation diet improves weight gain of piglets therefore improves the nutritional quality of sows milk.

Keywords: functional amino acid, reproduction, swine

Introdução

O avanço genético possibilitou um maior número de leitões nascidos vivos, por parto. Esse fato tem gerado alguns aspectos negativos, tanto para as matrizes suínas, quanto para os leitões. Para as matrizes lactantes, os principais fatores são a perda de peso corporal, aumento do intervalo desmame-estro e redução do número de leitões nascidos no parto seguinte (BOYD et al., 2000). Desta forma, há a necessidade de se conhecer as exigências nutricionais das matrizes na lactação, uma vez que frequentes alterações no material genético possibilitam o aumento da produtividade das matrizes suínas, levando a constantes alterações nas exigências nutricionais (PAIVA et al., 2006).

Leitegadas numerosas têm ocasionado aumento da mortalidade e menor peso médio ao desmame dos leitões. Alternativas vêm sendo testadas para amenizar os efeitos negativos desse avanço genético, como por exemplo, os ajustes nos níveis dos aminoácidos da ração. Além de serem exigidos para manutenção, produção de leite e crescimento da glândula mamária, alguns aminoácidos participam e regulam vias metabólicas importantes sendo conhecidos como aminoácidos funcionais.

Dentre os aminoácidos funcionais, destaca-se a arginina que além de precursora para síntese estrutural de proteína é precursora para a síntese de ureia, citrulina, creatina, poliaminas, ornitina, prolina, agmatina e óxido nítrico (WU et al., 1997; WU; MORRIS, 1998), sendo o óxido nítrico responsável pela formação e ramificação de vasos sanguíneos (MATSUNAGA et al., 2002). Além disso, a arginina estimula a secreção de prolactina e hormônio do crescimento, necessários para o desenvolvimento da glândula mamária (REYES; KARL; KLAHR, 1994), podendo influenciar a capacidade de produção de leite da matriz suína. A arginina participa também na síntese proteica, por meio da produção de poliaminas e também como sinalizadora do mTOR (mammalian target of rapamycin) (WANG; PROUD, 2006; WU et al., 2011).

É possível que a suplementação de arginina, na ração da matriz suína em lactação, possa melhorar o desempenho dos leitões por meio do aumento da produção e/ou da melhora da qualidade nutricional do leite. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de diferentes níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação, sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes suínas pluríparas e suas respectivas leitegadas.

Material e métodos

Foi conduzido um experimento com 76 matrizes suínas pluríparas, dois a seis partos, em lactação de linhagem híbrida comercial hiperprolífica (DB 90), em uma granja comercial localizada no município de Oliveira, MG, no período de 20 de março até 01 de maio de 2013. As matrizes foram selecionadas a partir do histórico reprodutivo de 12 a 13 leitões nascidos/parto e registros de manejo de cobertura semelhantes, mesmos machos utilizados para inseminação.

A transferência das matrizes do galpão de gestação para a o de maternidade ocorreu aos 108 dias de gestação, sendo as instalações da gestação providas de gaiolas individuais com piso totalmente ripado, assim como as baias de maternidade, que continham gaiolas individuais com piso dois terços ripado e escamoteador para o aquecimento dos leitões. O manejo alimentar das matrizes antes do parto foi de 4,5 kg/dia, divididos em dois tratos, sendo o primeiro às 7h da manhã e o segundo as 16h.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com os seguintes tratamentos, ração controle sem a suplementação do aminoácido e três rações com suplementação de L-Arginina (contendo 98,5% de pureza), sendo, 0,5; 1,0 e 1,5%. Foram utilizadas 19 repetições e a unidade experimental, representada por uma matriz. O critério para a escolha das matrizes foram os pesos semelhantes e a ordem de parto. As matrizes foram distribuídas procurando-se manter em cada tratamento o mesmo número de animais de cada ordem de parto, bem como peso semelhante (Tabela 1).

Tabela 1 Distribuição das matrizes suínas nos tratamentos, em função da ordem de parto.

Ordem de parto	Níveis de suplementação de L-Arginina (%)			
	0,0	0,5	1,0	1,5
2	3	4	4	5
3	5	5	6	5
4	7	6	6	6
5	2	2	1	1
6	2	2	2	2
Total	19	19	19	19
Média de ordem de parição	3,73	3,63	3,53	3,47
Peso médio da matriz	254,89	254,79	255,21	255,1

A ração de lactação (Tabela 2) utilizada foi a adotada pela granja e a suplementação do aminoácido foi feita na forma *on top*, sendo o mesmo fornecido à ração no momento do fornecimento às matrizes, no qual os níveis de L-Arginina adicionados foram calculados com base na quantidade de ração ofertada.

Amostras da ração foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta e arginina (Tabela 3), por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), no laboratório da Ajinomoto, Brasil. Esta técnica permite separar os aminoácidos por cromatografia de troca iônica e quantificá-los por fotolorimetria após coloração de ninidrina. A água esteve à vontade e, durante o período experimental, os leitões não receberam ração.

Tabela 2 Composição centesimal da ração de lactação das matrizes suínas.

Ingredientes	Ração de lactação (%)
Milho	55,062
Farelo de soja	31,868
Sal	0,500
Fosfato Bicálcio	1,548
Óleo de Soja Degomado	4,246
Bicarbonato de Sódio	0,300
Caulim	0,300
Calcário	1,064
Cloreto de Colina 60%	0,070
Vitamina Ri	0,040
Mineral 1,0	0,100
L-lisina 78,8	0,150
L-treonina 99	0,074
DL-metionina 99	0,079
Açúcar	3,996
Ácido cítrico	0,200
Suplemento nutricional *	0,405
Total	100,000

* Suplemento nutricional da granja a base de enzimas, mineral orgânico, biotina, inativador de micotoxinas, antibiótico e antioxidante.

As leitegadas foram equalizadas pelo peso e número de 12 ou 13 leitões, após o parto, e os leitões assistidos de tal forma que lhes fossem garantidas primeiras mamadas do colostro. Não foram realizados o corte e cura do umbigo, nem o corte de dentes e cauda, e a castração dos leitões ocorreu aos 7 dias de

vida. Para manter um ambiente, dentro da zona de conforto térmico dos leitões havia escamoteador.

Tabela 3 Composição aminoacídica e nutricional analisada da ração basal*.

Aminoácidos	Ração basal
Lisina	1,079
Treonina	0,832
Metionina	0,268
Cistina	0,273
Metionina+Cistina	0,541
Alanina	0,897
Arginina	1,113
Ácido Aspártico	1,728
Ácido Glutâmico	3,070
Glicina	0,728
Histidina	0,629
Isoleucina	0,726
Leucina	1,605
Fenilalanina	0,923
Serina	0,876
Tirosina	0,679
Valina	0,810
Triptofano	0,189
Proteína Bruta (%)	17,34
Matéria Seca (%)	89,65

*Laboratório Ajinomoto Brasil

As matrizes e suas leitegadas foram pesadas no 2º, 13º e 21º dia de lactação, para mensurar a perda de peso das matrizes em quilos e porcentagem das matrizes, bem como, o peso e o ganho de peso dos leitões. Ao 2º e 21º dias de lactação foram obtidas a variação da espessura de toucinho e a profundidade de lombo das matrizes através do ultrassom, a partir de dois pontos de leitura, por meio do equipamento ALOKA modelo SSD-500 e transdutor linear de 3,5MHz modelo UST 5011, segundo a metodologia de Souza (2011). A primeira medida tomada foi realizada a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção caudal, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho

no ponto P1; a segunda medida foi tomada a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho no ponto P2. Para melhorar a visualização dos pontos foi realizada tricotomia no local.

No 2º, no 13º e 21º dia de lactação, os leitões foram separados das matrizes, e essas deixadas em jejum por uma hora. Após esse período, 1 ml de ocitocina foi aplicado na veia marginal da orelha das matrizes, que após observação da descida espontânea de leite das tetas das matrizes, amostras de 80 ml de leite de 13 matrizes de cada tratamento, com mesma condição corporal, foram colhidas manualmente das oito primeiras glândulas produtivas, quatro de cada lado. As amostras colhidas de cada teto de cada matriz foram misturadas, imediatamente identificadas e armazenadas a -20°C, para análises das porcentagens de gordura e proteína e aminoácidos.

Seis repetições por tratamento foram utilizadas para a avaliação da porcentagem de gordura, utilizando-se as metodologias descritas na Instrução Normativa nº 68 de 12/12/2006, que fornece Métodos Analíticos Oficiais Físico-Químicos para Controle de Leite e Produtos Lácteos (BRASIL, 2006). Essas metodologias baseiam-se no uso de hidróxido de amônio para solubilizar a caseína, neutralizar a acidez e reduzir a viscosidade; no álcool etílico para quebrar a emulsão gordura-caseína e na mistura éter etílico-éter de petróleo para extrair a gordura. O éter de petróleo é usado para diminuir a solubilidade das substâncias não lipídicas, solúveis no éter etílico. A gordura assim extraída é determinada, gravimetricamente. Com relação à análise de proteína bruta e composição em aminoácidos foram utilizadas setes repetições por tratamento através de cromatografia líquida de alta performance (HPLC), através da separação dos aminoácidos por cromatografia de troca iônica e quantificá-los por fotolorimetria, após coloração de ninidrina.

A produção de leite das matrizes foi estimada a partir da equação sugerida por Noblet e Etienne (1989): produção de leite (kg/dia) = $[(0,718 \times \text{ganho de peso diário do leitão (g)} - 4,9) \times \text{número de leitões}] / 0,19$. Com base na produção diária de leite, estimada pela equação e nas porcentagens de proteína e gordura, foram estimadas as produções de proteína e gordura diárias.

Após o desmame, os leitões foram separados de acordo com o sexo e peso e transferidos para as salas de creche e as matrizes receberam o mesmo manejo de estímulo ao estro, que consistia na passagem do macho às nove horas da manhã diariamente, do dia após o desmame até que todas as matrizes fossem inseminadas, para avaliação do intervalo desmame-estro.

Para caracterizar o ambiente térmico em que as matrizes e leitões foram alojados, o ambiente interno das salas de maternidade foi monitorado por meio de um *datalogger* modelo HT-500, que foi instalado a meia altura das matrizes, sendo registradas a temperatura e umidade a cada dez minutos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Programa de Análise Estatística e Genética, versão 9.1. O melhor nível de L-Arginina suplementar na ração foi estimado por meio de análise de regressão linear e ou quadrática, conforme ajustamento dos dados. Os dados referentes aos dias de lactação foram comparados pelo teste Tukey (5%). O estudo foi aprovado pelo comitê de bioética da Universidade Federal de Lavras, protocolado sob o registro 043/13.

Resultados e discussão

Em média, a temperatura do ambiente no qual as matrizes foram alojadas estava próxima do sugerido por Nääs (2000), quando esta varia de 12 a 25 °C. Porém, no intervalo das 10 às 18 horas as matrizes estavam fora dessa

faixa de temperatura, o que indica um gasto energético para manutenção da homeostase térmica, nesse período (Figura 1). Em média, a umidade relativa do ar no ambiente no qual as matrizes foram alojadas estava próxima do sugerido por Veit e Troutt (1982), quando esta varia de 55 a 75%. Dessa forma, pode-se inferir que os animais estiveram na zona de conforto térmico grande parte do tempo.

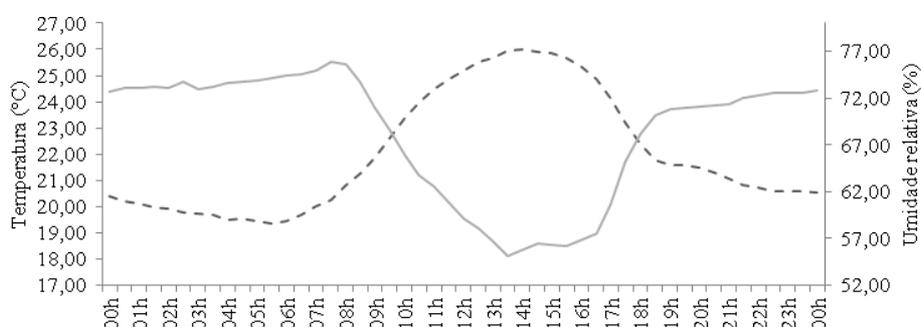


Figura 1 Temperatura média (°C) linha tracejada e umidade relativa do ar média (%) linha contínua, representadas durante o experimento.

Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração médio diário pelas matrizes, as variáveis de condição corporal e o intervalo desmame-estro (Tabela 4). O consumo de ração médio diário (CRMD) das matrizes foi de 6455 g/dia. Como o fornecimento diário de ração foi de sete kg/dia, pode-se concluir que as matrizes atingiram o limite fisiológico de consumo. Embora o CRMD das matrizes não tenha sido influenciado, na suplementação *on top* de L-Arginina poderia ter ocorrido um desbalanço de aminoácidos na ração, uma vez que os aminoácidos lisina e arginina competem pelo mesmo sítio de absorção (BERTECHINI, 2012). Segundo Mello (1993) o desbalanço de aminoácidos tem como consequência a diminuição do consumo voluntário de alimento. Segundo Wu et al. (2013) matrizes suínas suportam, sem prejuízos produtivos e reprodutivos,

relação arginina digestível:lisina digestível de no máximo 3:1. Neste estudo, a relação máxima observada entre esses dois aminoácidos foi de 2,89, o que justificaria o fato de não ter havido efeito da suplementação da L-Arginina sobre o CRMD das matrizes.

Tabela 4 Desempenho e condição corporal de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação.

Variáveis	Suplementação de L-Arginina (%)				P	CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5		
Consumo diário de ração (g)	6415	6398	6409	6597	> 0,05	6,74
Peso das matrizes (kg)						
2 dias	254,89	254,79	255,21	255,1	> 0,05	7,26
13 dias	249,32	247,42	249,74	254,47	> 0,05	7,02
21 dias	241,10	238,32	238,18	240,95	> 0,05	7,50
Perda de peso das matrizes (kg)						
2 a 13 dias	5,58	7,37	5,47	0,63	> 0,05	172,42
2 a 21 dias	7,26	10,51	8,24	6,48	> 0,05	53,79
Perda de peso das matrizes (%)						
2 a 13 dias	2,11	2,85	2,07	0,17	> 0,05	177,41
2 a 21 dias	3,04	4,78	3,67	2,92	> 0,05	56,68
Profundidade de lombo aos 2 dias (cm)						
P1	4,95	5,07	4,94	5,09	> 0,05	17,45
P2	4,59	4,67	4,73	4,61	> 0,05	15,22
Profundidade de lombo aos 21 dias (cm)						
P1	4,52	4,58	4,31	4,54	> 0,05	14,58
P2	4,40	4,47	4,36	4,34	> 0,05	13,56
Espessura de toucinho aos 2 dias (cm)						
P1	1,28	1,28	1,42	1,39	> 0,05	22,28
P2	1,20	1,18	1,27	1,29	> 0,05	21,67
Espessura de toucinho aos 21 dias (cm)						
P1	1,34	1,34	1,39	1,39	> 0,05	19,92
P2	1,24	1,23	1,27	1,38	> 0,05	27,46
Intervalo desmame-estro (dias)						
	3,94	4,22	4,18	4,00	> 0,05	25,12

O CRMD de matrizes na lactação pode ainda ser influenciado pela ordem de parto e peso corporal dos animais, bem como pelo tamanho da leitegada e o ambiente onde estão alojadas as matrizes (DOMICIANO et al., 2008; KOKETSU; DIAL, 1996). Neste estudo, todos esses fatores foram mantidos inalterados entre os tratamentos.

As variáveis de condição corporal das matrizes não foram influenciadas pelos níveis de arginina. Segundo Boyd et al. (2000) matrizes suínas perdem peso durante a lactação, sendo importante a magnitude dessa perda para o desempenho reprodutivo futuro (CLOWES et al., 2003). Neste estudo, as matrizes de todos os tratamentos perderam menos do que 5,0% do seu peso após o desmame, indicando pouca mobilização corporal durante a lactação. Isso pode ser explicado pelo fato das matrizes não terem sofrido restrição alimentar durante o estudo, uma vez que foram observadas sobras de ração em todos os tratamentos.

Outro fato importante é a qualidade nutricional da ração. A lisina é o principal aminoácido limitante para matrizes em lactação, influenciando a produção de leite e o grau de mobilização corporal durante a lactação (NUNES et al., 2006). Neste estudo, o consumo diário de lisina digestível observado nos diferentes tratamentos foi de 61,3 g/dia, atendendo à exigência desse aminoácido, segundo Rostagno e Gomes (2011).

Não houve alteração ($P>0,05$) no intervalo desmame-estro (IDE) das matrizes após o desmame, que, em média, correspondeu a 4,08 dias concordando com os resultados encontrados por Mateo et al. (2008). Tendo como base os relatos de Schenkel et al. (2010) de que matrizes podem perder até 10% de seu peso corporal na lactação sem que haja redução no desempenho reprodutivo subsequente, o valor para o IDE de 4,08 dias está coerente com a perda de peso das matrizes, que foi de 8,12 kg na média.

Os valores de IDE verificados no presente estudo estão coerentes com os obtidos por Schenkel et al. (2010) em que 90% das matrizes retornam ao estro entre 3 e 5 dias após o desmame. Em função da inconsistência dos dados de resultados entre os estudos é possível inferir que o IDE não é um parâmetro sensível para analisar a nutrição da fêmea em lactação. De acordo com Hoving et al. (2012) nas matrizes suínas modernas, a perda de condição corporal na lactação parece afetar principalmente a taxa de ovulação e sobrevivência embrionária do que o IDE.

Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) a produção de leite (Tabela 5). Por outro lado, os tratamentos influenciaram ($P<0,05$), de forma quadrática, a porcentagem de proteína e de gordura do leite das matrizes (Figura 2 e 3 respectivamente) e a produção diária de proteína representada pela seguinte equação, $y = 0,539 + 0,157x - 0,119 x^2$ ($R^2: 0,94$) e gordura que também foi estimada pela equação, $y = 0,779 + 0,17x - 0,124 x^2$ ($R^2: 0,97$) do leite, sendo os melhores resultados obtidos de 0,68; 0,61; 0,67 e 0,68% de L-Arginina respectivamente.

Houve efeito ($P<0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína e gordura no leite das matrizes (Tabela 5). Não houve diferença ($P>0,05$) da porcentagem de proteína do leite, entre os dias 13 e 21 de lactação. A porcentagem de gordura do leite reduziu ($P<0,05$), em função dos dias de lactação (Tabela 5). A produção de leite diária (PLD) pelas matrizes suínas não sofreu influência dos tratamentos ($P>0,05$). A PLD tem relação direta com o CRMD (EISSEN; KANIS; KEMP, 2000) e condição corporal. Como tal variável não foi diferente entre os tratamentos, justifica-se o resultado encontrado para aquela variável.

Os nutrientes do leite são provenientes de duas fontes: a ração e os tecidos corporais (adiposo e muscular) da matriz mobilizados durante a lactação (LIMA, 2008). Como, o CRMD não foi influenciado pelos tratamentos e a

mobilização de tecidos, representada pela espessura de toucinho e profundidade de lombo, também não tiveram influência da suplementação da ração com L-Arginina, assim como os resultados encontrados por Mateo et al. (2008). Como os níveis de arginina das rações, proporcionados pela inclusão do aminoácido industrial foi o único fator de variação entre os tratamentos, é possível que a melhora da qualidade nutricional do leite (proteína e gordura) foi devida à participação metabólica da arginina na glândula mamária da matriz que melhorou a eficiência de utilização da proteína da dieta.

Tabela 5 Produção e composição do leite de matrizes lactantes, em função do período de lactação e da suplementação de L-Arginina na ração.

Variáveis	Suplementação de L-Arginina (%)				Média	P	CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5			
Produção de leite (kg/dia)	11,14	11,65	11,55	11,16		> 0,05	13,44
Proteína do leite (%) ^{1*}							
02 dias	6,87 ^A	7,30 ^A	6,54 ^A	6,78 ^A	6,85 ^A	-	-
13 dias	5,19 ^B	5,32 ^B	5,76 ^B	4,89 ^B	5,28 ^B	-	-
21 dias	4,87 ^C	5,21 ^C	5,14 ^C	4,85 ^C	5,02 ^C	-	-
Média ^{1*}	5,64	5,94	5,81	5,50	5,68	0,035	12,92
Produção de Proteína (kg/dia) ^{1**}							
	0,64	0,67	0,67	0,62	0,65	0,001	13,67
Gordura do leite (%) ^{1**}							
02 dias	7,63 ^A	7,91 ^A	7,96 ^A	7,41 ^A	7,73 ^A	-	-
13 dias	6,81 ^B	6,96 ^B	6,80 ^B	6,58 ^B	6,79 ^B	-	-
21 dias	6,49 ^C	6,74 ^C	6,49 ^C	6,36 ^C	6,52 ^C	-	-
Média ^{**}	6,98	7,21	7,08	6,78	7,01	0,001	4,52
Produção de Gordura (kg/dia) ^{1*}							

0,78 0,84 0,82 0,76 0,80 0,022 13,54

* P<0,05; ** P<0,01.

¹ Efeito quadrático (P<0,05).

^{A,B e C} Letras maiúsculas diferem na coluna pelo teste de Tukey (P<0,05).

A suplementação de arginina pode melhorar o fluxo sanguíneo e o fornecimento de nutrientes à glândula mamária para síntese de proteínas do leite, devido à maior síntese de óxido nítrico nas células endoteliais de vasos sanguíneos (WU; MEININGER, 2002). O fluxo sanguíneo mamário e a angiogênese são regulados por óxido nítrico, que é um produto do metabolismo da arginina (LACASSE; PROSSER, 2003). Além disso, a produção de leite é altamente correlacionada com o crescimento e desenvolvimento da glândula mamária (KIM et al., 2000). A arginina estimula a secreção de prolactina e o hormônio do crescimento, que são necessários para o desenvolvimento mamário (REYES; KARL; KLAHR, 1994).

Além disso, 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).

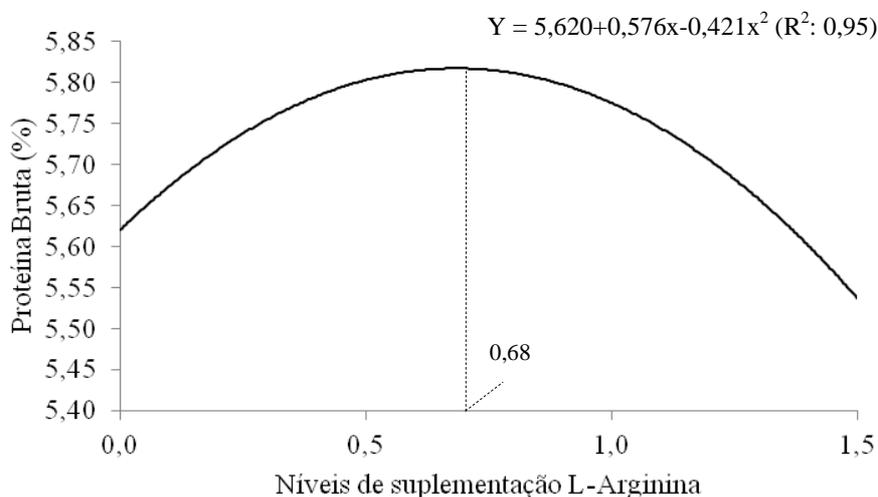


Figura 2 Porcentagem de proteína bruta (PB) no leite de matrizes suínas, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação.

Avaliando-se a composição química (proteína, gordura e níveis de aminoácidos) do leite, foi encontrada uma melhora na qualidade nutricional do mesmo, devido ao aumento significativo das porcentagens de proteína e gordura, embora para a maioria dos aminoácidos, com exceção da cistina, os aumentos foram apenas em valores numéricos (Tabela 6).

O perfil de aminoácidos do leite não aumentou ($P > 0,05$) pelos tratamentos (Tabela 6), exceto para a cistina que foi influenciada ($P < 0,05$) de forma quadrática até o nível máximo estimado de 0,97% de L-Arginina segundo a estimativa, $y = 0,0813152 + 0,0159794x - 0,00827x^2$ ($R^2: 0,83$).

Possivelmente, o aumento da porcentagem de proteína bruta do leite está ligado ao fato da arginina ser precursora do óxido nítrico, que atua na angiogênese e vasodilatação no tecido mamário, com isso melhorando o aporte de substratos, aminoácidos necessários para síntese proteica e atividade metabólica intensa naquele órgão. Segundo Trottier, Shipley e Easter (1997), de um total de 188,5 g de aminoácidos essenciais absorvidos diariamente pela

glândula mamária, apenas 49 g são mantidas, ou seja, 25% de aminoácidos ficam retidos na glândula mamária. Esses podem ser utilizados para a síntese de proteínas estruturais e remodelação das células do tecido mamário, o que também pode ter influenciado o aumento da porcentagem de proteína.

Tabela 6 Perfil de aminoácidos (g/100g) do leite de matrizes suínas, em função de diferentes níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação*.

Observações	17	19	19	20	P	CV (%)
Níveis de L-Arginina (%)	0,0	0,5	1,0	1,5		
Lisina	0,413	0,433	0,452	0,435	0,214	15,67
Treonina	0,248	0,259	0,263	0,257	0,268	17,28
Metionina	0,107	0,104	0,110	0,104	>0,05	15,35
Cistina ¹	0,081	0,089	0,088	0,087	0,029	16,06
Metionina+Cistina	0,188	0,193	0,197	0,192	0,328	15,34
Alanina	0,207	0,214	0,214	0,210	0,329	16,24
Arginina	0,250	0,257	0,247	0,250	>0,05	15,37
Acido Aspártico	0,445	0,458	0,459	0,448	0,388	15,44
Acido Glutâmico	1,084	1,126	1,126	1,089	>0,05	15,80
Glicina	0,174	0,187	0,177	0,173	0,173	17,31
Histidina	0,157	0,147	0,152	0,151	>0,05	15,22
Isoleucina	0,221	0,221	0,232	0,220	>0,05	15,59
Leucina	0,476	0,485	0,493	0,482	>0,05	15,86
Fenilalanina	0,237	0,238	0,246	0,239	>0,05	15,50
Serina	0,289	0,299	0,302	0,292	0,331	16,53

Tirosina	0,244	0,236	0,250	0,242	>0,05	17,03
Valina	0,291	0,297	0,300	0,295	>0,05	17,13

¹ Efeito quadrático (P<0,05).

*Laboratório Ajinomoto Brasil

Outro fato que pode ter influenciado o aumento da porcentagem de proteína no leite, é dado pela metilação de coprodutos da arginina, que é um processo de modificação na modulação da expressão dos genes e transduções de sinal, após a tradução do RNA e é catalisada pela enzima arginina metiltransferase (BEDFORD; CLARKE, 2012). Essa enzima, próxima à membrana plasmática, modifica a sinalização de receptores importantes que determinam o destino da célula (HSU et al., 2011), podendo assim sinalizar a síntese de proteínas no leite das matrizes suínas.

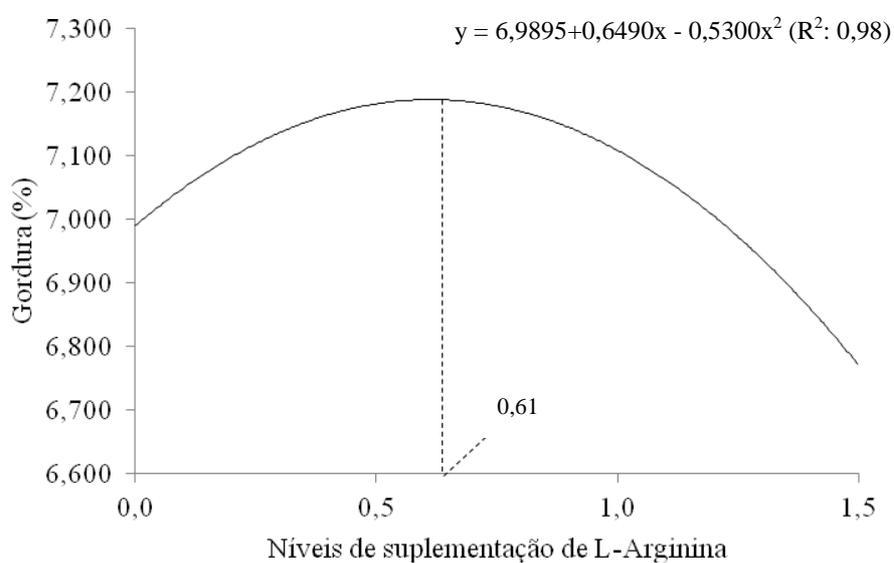


Figura 3 Porcentagem de gordura no leite de matrizes suínas, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação.

Segundo Trottier, Shipley e Easter (1997) aminoácidos retidos na glândula mamária também podem servir como substratos energéticos. É possível que a arginina tenha colaborado para aumentar a gordura do leite, uma vez que está comprovado que ela aumenta a disponibilidade de aminoácidos para a glândula mamária, como citado anteriormente. Outro fato importante é a relação entre os aminoácidos na ração. Segundo Guan et al. (2004), para que a glândula mamária utilize sua capacidade máxima de absorção de aminoácidos recomenda-se uma relação de arginina digestível:lisina digestível de 1,43:1, relação essa que foi prontamente atendida durante este estudo.

A arginina estimula o aumento da concentração de insulina que, por sua vez, participa na ativação da enzima lipase lipoproteica (MATEO et al., 2008). O aumento de concentração de insulina ativa a enzima lipase lipoproteica, que libera o glicerol e ácidos graxos dos triglicerídeos que podem ser absorvidos nos tecidos periféricos, especialmente adiposo e muscular, para energia e estoque ou ainda para a síntese de gordura no leite.

Segundo Trottier, Shipley e Easter (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 desse aminoácido pelo tecido mamário, justificando assim os valores semelhantes entre os tratamentos. Porém houve um aumento médio dos aminoácidos analisados com relação à ração basal de 3,43; 3,43 e 0,93% para os níveis 0,5; 1,0 e 1,5% de L-Arginina, sendo semelhantes aos resultados de Mateo et al. (2008).

É possível que alguns aminoácidos envolvidos diretamente na via metabólica da arginina como, por exemplo, ornitina, citrulina e glutamina tenham aumentado pois participam como precursores da síntese de proteína, porém, no presente estudo não foi possível mensurá-los.

Não houve interação ($P>0,05$) dos níveis de suplementação de L-Arginina sobre os dias de lactação. Houve efeito ($P<0,05$) dos dias de lactação

sobre o perfil dos aminoácidos (Tabela 7), sendo os maiores valores observados no segundo dia de lactação. As diferenças encontradas na composição nutricional do leite, em função dos dias de lactação (do 2º dia de lactação para os demais analisados) podem ser atribuídas à fase de transição entre colostro e leite, visto que a glândula mamária suína começa a produzir o colostro antes do parto e sua produção continua até 48 horas após o início da lactação (KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1987).

Tabela 7 Perfil de aminoácidos (g/100g) do leite de matrizes suínas, em função dos dias de lactação*.

Observações	23	25	27	P	CV (%)
Dias de lactação	2	13	21		
Lisina	0,523 ^a	0,410 ^b	0,375 ^b	0,0001	15,43
Treonina	0,329 ^a	0,233 ^b	0,214 ^b	0,0001	17,05
Metionina	0,127 ^a	0,102 ^b	0,092 ^b	0,0001	15,35
Cistina	0,108 ^a	0,080 ^b	0,072 ^b	0,0001	16,26
Metionina+Cistina	0,235 ^a	0,182 ^b	0,164 ^b	0,0001	14,34
Alanina	0,271 ^a	0,190 ^b	0,177 ^b	0,0001	15,88
Arginina	0,309 ^a	0,234 ^b	0,218 ^b	0,0001	14,98
Acido Aspártico	0,559 ^a	0,421 ^b	0,387 ^b	0,0001	15,07
Acido Glutâmico	1,294 ^a	1,067 ^b	0,977 ^b	0,0001	15,33
Glicina	0,217 ^a	0,165 ^b	0,155 ^b	0,0001	17,25
Histidina	0,186 ^a	0,142 ^b	0,130 ^b	0,0001	14,71
Isoleucina	0,268 ^a	0,211 ^b	0,195 ^b	0,0001	15,08
Leucina	0,599 ^a	0,450 ^b	0,414 ^b	0,0001	15,42
Fenilalanina	0,296 ^a	0,223 ^b	0,207 ^b	0,0001	15,06

Serina	0,365 ^a	0,274 ^b	0,254 ^b	0,0001	16,20
Tirosina	0,303 ^a	0,225 ^b	0,206 ^b	0,0001	16,40
Valina	0,376 ^a	0,271 ^b	0,248 ^b	0,0001	16,69

^{a,b,c} Letras minúsculas diferem na linha, pelo teste de Tukey (P<0,05).

*Laboratório Ajinomoto Brasil

Os tratamentos não influenciaram (P>0,05) o número de leitões aos 21 dias (Tabela 8). Porém, influenciou (P<0,05) de forma quadrática, o peso dos leitões no 13º e no 21º dia de idade, que aumentaram até os níveis estimados máximos de 0,64 e 0,71% de L-Arginina, respectivamente. Da mesma forma, os níveis de suplementação de L-Arginina na ração das matrizes influenciaram, de forma quadrática, os ganhos de peso dos leitões nos primeiros 13 dias e no período total de lactação (Tabela 8), os quais aumentaram, respectivamente, até os níveis máximos estimados de 0,60 e 0,70% de L-Arginina (Figuras 4 e 5).

Tabela 8 Peso vivo e ganho de peso diário dos leitões em função da suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.

Variáveis	Suplementação de L-Arginina (%)				P	CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5		
	n=16	n=15	n=16	n=14		
Leitões/matriz ao 2º dia	13,12	12,87	12,94	13,14	>0,05	6,91
Leitões/matriz ao 21º dia	12,75	12,53	12,81	12,71	>0,05	9,09
Peso 2º dia (kg)	1,540	1,600	1,560	1,560	-	11,27
Peso 13º dia (kg)*	3,988	4,137	4,094	3,858	0,048	9,25
Peso 21º dia (kg)*	6,287	6,585	6,562	6,218	0,016	7,83
GPD 2 a 13 dias (g)*	222,32	232,39	228,15	209,59	0,039	11,83
GPD 2 a 21 dias (g)*	249,69	263,36	261,99	245,57	0,017	9,38

* Efeito quadrático (P<0,05).

A melhora do ganho de peso dos leitões, em função da suplementação da ração com L-Arginina pode ser atribuída à melhora da qualidade nutricional do leite (proteína, gordura e possivelmente aminoácidos), uma vez que os leitões não tiveram acesso à outra fonte de alimento (não foi fornecido *creep feed*), a produção de leite não variou entre os tratamentos, e ainda a mobilização de tecidos entre as matrizes nos diferentes tratamentos foram semelhantes.

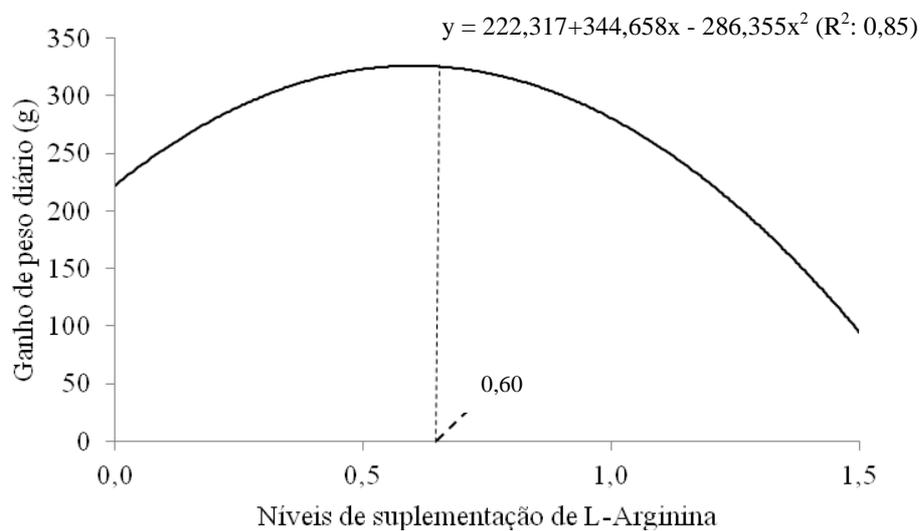


Figura 4 Ganho de peso diário dos leitões do 2º ao 13º dias de idade, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.

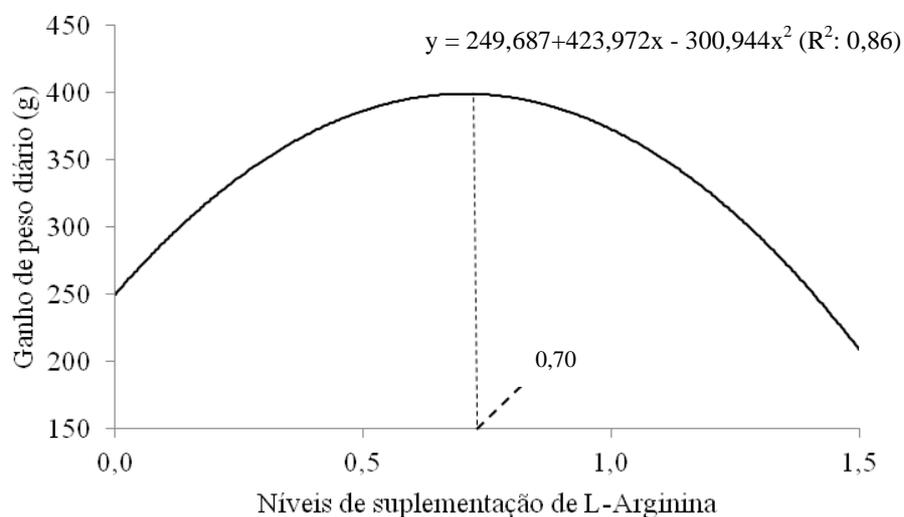


Figura 5 Ganho de peso diário dos leitões do 2º ao 21º dias de idade, em função dos níveis de suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.

Suplementando a ração de matrizes primíparas em lactação com 0,83% L-arginina, verificou-se um aumento no crescimento de leitões (KIM; WU, 2009). Sendo esse nível próximo ao encontrado no trabalho, tendo em vista que matrizes primíparas têm maior exigência nutricional, uma vez que ainda estão em desenvolvimento e em plena atividade reprodutiva. Fato que justifica um nível de L-arginina maior para manter o aumento do peso dos leitões, quando comparado aos resultados encontrados neste trabalho.

2.4 Conclusão

A suplementação de 0,70% de L-arginina na ração de lactação, correspondente a um consumo de 45 g/dia de L-Arginina melhora o ganho de

peso dos leitões, o que pode ser explicado pela melhora da qualidade nutricional do leite das matrizes suínas pluríparas.

REFERÊNCIAS

BEDFORD, M. T.; CLARKE, S. G. Protein arginine methylation in mammals: who, what, and why. **NIH Public Access**, Washington, v. 33, n. 1, p. 1-13, 2012.

BERTECHINI, A. G. **Nutrição de monogástricos**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2012. 373 p.

BOYD, R. D. et al. Recent advances in amino acid and energy nutrition of sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 13, n. 11, p. 1638-1652, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. **Instrução Normativa nº 68**, de 12 de dezembro de 2006. Dispõe sobre métodos analíticos oficiais físicos-químicos para controle de leite e produtos lácteos. Brasília, 2006. Disponível em: <http://www3.servicos.ms.gov.br/iagro_ged/pdf/958_GED.pdf>. Acesso em: 6 fev. 2014.

CLOWES, E. J. et al. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 3, p. 753-764, Mar. 2003.

DOMICIANO, T. et al. Efeitos da ordem de parto e do estágio de lactação sobre o desempenho de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 11-21, mar. 2008.

EISSEN, J.; KANIS, E.; KEMP, B. Sow factors affecting voluntary feed intake during lactation. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 64, n. 2/3, p. 147-165, June 2000.

GUAN, X. et al. The amino acid need for milk synthesis is defined by the maximal uptake of plasma amino acids by porcine mammary glands. **Nutrient Requirements**, Basel, v. 134, n. 9, p. 2182-2190, Feb. 2004.

HOVING, L. L. et al. Embryo survival, progesterone profiles and metabolic responses to an increased feeding level during second gestation in sows. **Theriogenology**, Los Angeles, v. 77, n. 8, p. 1557-1569, May 2012.

HSU, J. M. et al. Crosstalk between Arg 1175 methylation and Tyr 1173 phosphorylation negatively modulates EGFR-mediated ERK activation. **Nature Cell Biology**, London, v. 13, n. 2, p. 174-181, Feb. 2011.

KIM, S. W. et al. Growth of nursing pigs related to the characteristics of nursed mammary glands. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 1313-1318, May 2000.

KIM, S. W.; WU, G. Regulatory role for amino acids in mammary gland growth and milk synthesis. **Amino Acids**, Wien, v. 37, n. 1, p. 89-95, May 2009.

KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J. E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 64, p. 1458-1466, 1987.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D. Factors influencing the postweaning reproductive performance of sows on commercial farms. **Theriogenology**, Los Angeles, v. 47, n. 7, p. 1445-1461, May 1997.

LACASSE, P.; PROSSER, C. G. Mammary blood flow does not limit milk yield in lactating goats. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 6, p. 2094-2097, June 2003.

LIMA, A. L. **Resfriamento do piso da maternidade para porcas em lactação no verão**. 2008. 42 p. Dissertação (Mestrado em Bioclimatologia Animal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2008.

MATEO, R. D. et al. Effects of dietary arginine supplementation during gestation and lactation on the performance of lactating primiparous sows and nursing piglets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 86, n. 4, p. 827-835, Apr. 2008.

MATSUNAGA, T. et al. Angiostatin inhibits coronary angiogenesis during impaired production of nitric oxide. **Circulation**, Baltimore, v. 105, n. 18, p. 2185-2191, Apr. 2002.

MELLO, J. P. F. d'. Amino acid supplementation of cereal-based diets for non-ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 1-18, Dec. 1993.

NÄÄS, I. A influência do meio ambiente na reprodução das porcas. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA, 5., 2000, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Gessuli, 2000. p. 142-151.

NOBLET, J.; ETIANNE, M. Estimation of sow milk nutrient output. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 67, p. 3352-3359, 1989.

NUNES, C. G. V. et al. Níveis de lisina em rações para fêmeas suínas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 4, p. 1744-1751, 2006.

PAIVA, F. P. de et al. Energia digestível em rações para porcas primíparas em lactação. **Archivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 58, n. 2, p. 234-241, 2006.

REYES, A. A.; KARL, I. E.; KLAHR, S. Role of arginine in health and in renal disease. **The American Journal of Physiology**, Baltimore, v. 267, n. 3, p. F331-F346, Sept. 1994.

ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C. **Tabelas brasileiras para aves e suínos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

SCHENKEL, A. C. et al. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 132, p. 165-172, Aug. 2010.

SOUZA, G. H. C. de. **Níveis de ractopamina em dietas para suínos em terminação**. 2011. 43 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2011.

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

VEIT, H. P.; TROUTT, H. F. Monitoring air quality for livestock respiratory health. **Veterinary Medicine and Small Animal Clinician**, Lenexa, v. 77, p. 454-464, 1982.

WANG, X.; PROUD, C. G. The mTOR pathway in the control of protein synthesis. **Physiology**, Bethesda, v. 21, p. 362-369, Oct. 2006.

WU, G. et al. Endogenous synthesis of arginine plays an important role in maintaining arginine homeostasis in postweaning growing pigs. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 127, n. 12, p. 2342-2349, Dec. 1997.

WU, G. et al. Impacts of arginine nutrition on embryonic and fetal development in mammals. **Amino Acids**, Wien, v. 45, n. 2, p. 241-256, Aug. 2013.

WU, G. et al. Triennial Growth Symposium: important roles for L-glutamine in swine nutrition and production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 7, p. 2017-2030, July 2011.

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

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

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS
 PRÓ-REITORIA DE PESQUISA
 COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS
 Ca.P. 3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3629-5182 cba@nintec.ufla.br

CERTIFICADO

Certificamos que o protocolo nº 043/13, relativo ao projeto intitulado Arginina na ração para matrizes suínas em lactação., que tem como responsável Márvio Lobão Teixeira de Abreu está de acordo com os princípios éticos da experimentação animal, adotados pela comissão de ética no uso de animais (comissões permanentes/prp-ufla), tendo sido aprovado na reunião de 29/07/2013.

início do projeto:01/07/2013 - término do projeto:01/10/2013

CERTIFICATE

We hereby certify that the Protocol nº 043/13, related to the project entitled "Arginine in the diet for lactating sows", under the supervision of Márvio Lobão Teixeira de Abreu, is in agreement with the Ethics Principles in Animal Experimentation, adopted by the Institutional Animal Care and Use Committee (Standing Committees/PRP-UFLA), and was approved in July 29, 2013.

Project's beginning:01/07/2013 - Project's end:01/10/2013

Lavras, 29 de julho de 2013

###ERRO - VARIFICAR DATA DE APROVAÇÃO E DATA DE INÍCIO###


 Prof. Gabriel Rodrigues Sampaio
 Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA

Universidade Federal de Lavras
 Pró-Reitoria de Pesquisa / Comissões Permanentes
 Campus Universitário -
 Caixa Postal 3037 / CEP 37200-000 - Lavras, MG - Brasil
 Tel: +55 (35) 3629 5182
 cba@nintec.ufla.br - www.pcp.ufla.br