



MARINA ALVES GOMES LEMES

**ARGININA PARA MATRIZES SUÍNAS
PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO**

LAVRAS – MG

2016

MARINA ALVES GOMES LEMES

ARGININA PARA MATRIZES SUÍNAS PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências 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. Márcio Gilberto Zangeronimo

Dr. Rony Antonio Ferreira

LAVRAS – MG

2016

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Lemes, Marina Alves Gomes.

Arginina para matrizes suínas primíparas em lactação / Marina
Alves Gomes Lemes. – Lavras: UFLA, 2016.

59 p.

Dissertação (mestrado acadêmico) – Universidade Federal de
Lavras, 2016.

Orientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Bibliografia.

1. Aminoácido funcional. 2. Leitões. 3. Nutrição animal.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MARINA ALVES GOMES LEMES

ARGININA PARA MATRIZES SUÍNAS PRIMÍPARAS EM LACTAÇÃO

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

APROVADA em 21 de março de 2016.

Dr. Hunaldo Oliveira Silva Instituto Federal de Sergipe

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu UFLA

Dr. Rony Antônio Ferreira UFLA

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

Orientador

LAVRAS - MG

2016

*Aos meus pais, Carlos Antônio Lemes e Vanilze Alves Gomes, que me criaram
com todo amor, sempre me guiando pelo caminho correto.*

Ao Lucas, que sempre me apoiou e se mostrou um verdadeiro amigo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, que desde a graduação se dispôs a ajudar no meu desenvolvimento profissional e pessoal, transferindo seus valiosos conhecimentos.

Ao meu pai Carlos, que é meu maior incentivador nos estudos e que sempre fez questão de me lembrar que “O saber não ocupa espaço”. Com essa filosofia venho prosseguindo meus estudos até hoje.

A minha mãe Vanilze, por fazer de mim a razão do seu viver.

Ao meu irmão Álvaro e aos meus primos Wagner, Esmeralda e Isadora que fazem meus dias mais alegres com bom humor e amizade.

Aos meus tios Ivan, Iron, João Paulo, Nara, Joana, Denir e Julia e aos meus avós Iron, Esmeralda e Wanda que sempre torceram pelo meu sucesso.

A minha equipe de experimento Eloisa, Leonardo, Rennan, Arthur, Sudário, Ricardo, Guilherme, Rhuan e César que foram fundamentais para a concretização desse projeto e demonstraram enorme dedicação e amizade. Um agradecimento especial ao Jorge que sempre esteve disposto a ajudar em toda a minha trajetória da pós-graduação.

Aos meus coorientadores, Professor Márcio Gilberto Zangeronimo, Professor Vinícius de Souza Cantarelli e Professor Rony Antonio Ferreira, pelos conhecimentos adquiridos e disponibilidade. Ao professor Hunaldo Oliveira Silva, pela colaboração no trabalho.

Ao NESUI-UFLA, pela aprendizagem.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar 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

Com o surgimento de novas linhagens, devido ao intenso melhoramento genético que a suinocultura vem passando nos últimos anos, veio também a necessidade de adequar de forma mais precisa a dieta das matrizes suínas atuais, que são mais exigentes nutricionalmente. A utilização de aminoácidos funcionais tem o objetivo de otimizar a produção dessas matrizes e entre esses aminoácidos vem se destacando a arginina. A arginina está envolvida em diversas rotas metabólicas importantes, como por exemplo, ela serve de substrato para a síntese de proteína, creatina, óxido nítrico, poliaminas, citrulina, agmatina, ornitina, prolina e glutamato. Também ajuda a estimular a secreção de alguns hormônios como a insulina, prolactina e hormônio do crescimento. Com essas funções, tem-se sugerido que a suplementação de arginina na ração de lactação pode melhorar o desenvolvimento da glândula mamária e o perfil nutricional do leite, proporcionando assim um melhor desenvolvimento aos leitões. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas primíparas e de suas respectivas leitegadas. Foram usadas 140 matrizes suínas de mesma linhagem genética em uma granja comercial, localizada no município de Oliveira, MG. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: ração controle sem a suplementação do aminoácido e quatro rações com suplementação de L-Arginina (contendo 98,5% de pureza), sendo, 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%. Foram utilizadas 28 matrizes por tratamento, sendo a unidade experimental a matriz e sua leitegada. A suplementação do aminoácido foi realizada na forma *on top*. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa de Análise Estatística e Genética: versão 9.1 (SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS - SAEG, 2005). 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 ($P>0,05$) o consumo de ração médio diário, as variáveis de condição corporal e os parâmetros sanguíneos das matrizes (ureia, creatinina e ácidos graxos não esterificados), assim como também não influenciou a matéria seca, proteína bruta e perfil aminoacídico do leite e o desempenho da leitegada. Houve efeito ($P<0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína bruta e aminoácidos no leite, que reduziram em função dos dias de lactação. A suplementação *on top* de L-Arginina na ração de lactação nos níveis 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% não influencia o desempenho da matriz suína e da sua respectiva leitegada.

Palavras-chave: Aminoácido funcional. Lactação. Leitões. Suínos.

GENERAL ABSTRACT

With the emergence of new genetic lines due to intense breeding improvement on swine production in recent years, there is the need to adapt more accurately diets for the current sows, which have higher nutritional demands. The use of functional amino acids aims to optimize the sows production and among these amino acids arginine has excelled. Arginine is involved in several important metabolic pathways, for example, it serves as a substrate for synthesis of protein, creatine, nitric oxide, polyamines, citrulline, agmatine, ornithine, proline, and glutamate. It also helps to stimulate the secretion of some hormones such as insulin, prolactin, and growth hormone. As arginine plays such important roles, its supplementation has been suggested in lactation feed once it may enhance the development of the mammary gland and milk nutritional profile, thus, providing a better piglet development. Thus, the objective was to evaluate the effect of lactation feed supplementation with L-Arginine on the productive performance of primiparous sows and their respective litter. One hundred forty sows from the same genetic lineage on a commercial farm, located in the city of Oliveira, MG were used in this study, in a completely randomized design with five treatments: control diet without amino acid supplementation and four diets with increasing levels of L-Arginine supplementation (containing 98.5% purity) - 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%. Each treatment had twenty-eight swine sows, and the experimental unit was the sow and its litter. It was used 'on top' amino acid supplementation. All data was submitted to variance analysis using the SAEG Software: version 9.1 (SAEG, 2005). The data relating to days of lactation were compared by Tukey test (5%). L-Arginine supplementation levels in lactation feed did not influence ($P > 0.05$) average daily feed intake, body condition variables, and blood parameters of the sows (urea, creatinine, and non-esterified fatty acids) as well as it did not affect the dry matter, crude protein, and amino acid profile of milk and the litter performance. There was effect ($P < 0.05$) of days of lactation on the percentage of crude protein and amino acids in milk, which reduced throughout the days of lactation. The L-Arginine supplementation on the lactation diet at levels of 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0% did not influence the sow and its respective litter performance.

Keywords: Functional amino acid. Lactation. Piglets. Swine. LISTA DE

TABELAS

Tabela 1	Composição centesimal da ração de lactação fornecida para matrizes suínas primíparas durante a lactação.....	38
Tabela 2	Composição aminoacídica da ração de lactação fornecida para matrizes suínas primíparas durante a lactação.....	39
Tabela 3	Consumo de ração médio diário (CRMD) e consumo de arginina médio diário (CAMD), por semana, de matrizes suínas em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....	41
Tabela 4	Condição corporal de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....	45
Tabela 5	Parâmetros sanguíneos de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....	47
Tabela 6	Composição do leite (%) de matrizes suínas, em função dos dias de lactação.....	48
Tabela 7	Composição do leite (%) de matrizes suínas, em função de diferentes níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação.....	49
Tabela 8	Peso vivo e ganho de peso diário dos leitões em função da suplementação de L-Arginina na ração de matrizes suínas lactantes.....	52

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE.....	11
1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	Desenvolvimento mamário em matrizes suínas.....	13
2.2	Produção de colostro e leite.....	14
2.3	Alimentação das matrizes suínas lactantes.....	17
2.4	Metabolismo da arginina.....	18
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	25
	REFERÊNCIAS.....	26
	SEGUNDA PARTE – ARTIGO.....	33
1	INTRODUÇÃO.....	35
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4	CONCLUSÃO.....	54
	REFERÊNCIAS.....	55

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, a carne suína é a mais consumida no mundo seguida da carne de aves e a bovina. Levando em consideração apenas o setor suinícola, este tem evoluído intensamente tecnificando sua produção. Nos últimos 17 anos a produção mundial de carne suína aumentou em 42,7% e nesse mesmo período o plantel suíno aumentou apenas 7,1% (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS, 2014). Isso só foi possível devido ao aumento na produtividade, em consequência dos avanços na nutrição, genética e ambiência.

Diversos fatores influenciam a eficiência produtiva da cadeia suinícola, sendo a formação inadequada de programas alimentares a que vem sendo destacada como a de maior impacto negativo. Portanto, uma atenção especial deve ser dada a formulação de dietas, principalmente para matrizes primíparas em fase de lactação, pois além de uma exigência nutricional elevada para atender à produção de leite, elas ainda necessitam de nutrientes para completar seu desenvolvimento corporal.

Com isso, os nutricionistas devem formular rações que atendam de maneira cada vez mais precisa às exigências nutricionais dessas fêmeas, principalmente em relação à composição aminoacídica. Dentre os aminoácidos vem se destacando a arginina, já que pesquisas apontam uma estreita relação entre suas rotas metabólicas com as funções produtivas da matriz suína. Sendo assim, se faz necessário conhecer de forma detalhada o papel da arginina no organismo animal e assim definir a exigência nutricional da fêmea para este aminoácido funcional, a fim de otimizar a produção dessas matrizes. Porém existem poucos estudos relatando o efeito da suplementação de arginina para matrizes suínas primíparas.

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre as características fisiológicas e de desempenho produtivo de matrizes suínas primíparas e o desempenho de suas respectivas leitegadas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desenvolvimento mamário em matrizes suínas

O primeiro evento relacionado à lactação é o desenvolvimento da glândula mamária, que passa por três momentos de desenvolvimento acentuado. O primeiro ocorre dos 90 dias de idade da leitoa até a puberdade, influenciado pelo estrógeno. O segundo é durante o último terço da gestação sob maior influência da relaxina e o último ocorre durante a lactação através dos estímulos de sucção do leite pelos leitões (HURLEY et al., 1991).

Durante a puberdade, a mamogênese pode ser afetada pela nutrição fornecida às leitoas, sendo que 20% de restrição alimentar após os 90 dias de idade, leva ao menor peso de tecido extraparenquimal e tende a reduzir a massa e concentração de DNA de parênquima mamário (FARMER et al., 2004). Já na gestação, alguns autores constataram um efeito negativo do aumento da quantidade de energia sobre o DNA parenquimal (HEAD; WILLIAM, 1991; WELDON et al., 1991). Em fêmeas nulíparas a glândula mamária consiste em um aglomerado de células distribuídas entre tecido adiposo e conectivo, enquanto que na glândula lactante o tecido conectivo é largamente substituído por parênquima glandular.

No 45º dia de gestação inicia-se o desenvolvimento do lóbulo alveolar, mas é somente em torno de quatro dias antes do parto que os alvéolos começam a se desenvolver de forma mais intensa e para isso são requeridos estrógeno, progesterona, prolactina, hormônio do crescimento e corticosteroide (HURLEY, 2001).

Durante o último mês de gestação a queda dos níveis de progesterona e o sucessivo aumento da concentração de estrógenos e da relaxina promovem um aumento significativo no desenvolvimento mamário. O aumento dos níveis de relaxina é apontado como o principal acontecimento dessa fase (HORTA et al., 2007).

Nos primeiros dias pós-parto, mesmo que as glândulas mamárias sem crescimento adequado antes do parto, esse pode ser compensado pela sucção dos leitões. A massagem feita pelos lactentes sobre a glândula mamária é de extrema importância para estimular a continuação do desenvolvimento da glândula como também a ejeção do leite. Além disso, através da sucção, os leitões podem influenciar positivamente na mobilização de reservas corpóreas das fêmeas, mediados pela ação hormonal através da prolactina e ocitocina (RENAUDEAU et al., 2002). Isso tudo dependerá do tamanho e principalmente do peso da leitegada, sendo maiores os estímulos quanto mais numerosos e mais vigorosos forem os leitões (THEIL et al., 2006). Foi verificado que na matriz suína, o peso do tecido mamário aumenta 55% e o total de DNA glandular aumenta 100% entre o 5° e 21° dia de lactação (KIM et al., 1999a).

2.2 Produção de colostro e leite

A primeira secreção da glândula mamária é o colostro. Nos dois últimos dias de gestação começa a ocorrer a transferência de imunoglobulinas maternas para o colostro (HURLEY et al., 2003) e isso é responsável pela sua alta concentração de proteína.

O colostro, além da sua importância em relação à imunidade do leitão, também é fundamental porque é a primeira fonte de energia para o neonato. O leitão ao nascimento tem 271 kJ de glicogênio armazenado, porém necessita de uma fonte de energia externa durante as primeiras horas de vida para prevenir a hipoglicemia. O colostro contém cerca de 586-628 kJ/100 mL, portanto eles precisam ingerir 250-300 mL de colostro para permanecer em equilíbrio de energia (HURLEY, 2003).

A produção média de colostro tem sido estimada em 3,3 kg (QUESNEL, 2011). Porém estima-se que até 55% das fêmeas não produzem colostro suficiente para atender às necessidades de sua leitegada, isso ocorre principalmente devido ao

aumento do número de nascidos vivos (DECALUWÉ et al., 2014; LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005; QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012).

A produção do colostro na maioria das fêmeas cessa depois de 12 a 24 horas após o parto (QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012), quando então a composição do colostro é modificada, dando origem ao leite propriamente dito (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). Quando comparado ao leite, o colostro possui concentrações maiores de matéria seca e proteína bruta e menores concentrações de gordura e lactose (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). O colostro também contém maior quantidade de zinco e ferro e quantidade menor de cálcio e fósforo, sendo que de uma forma geral o leite é mais rico em sais minerais (XU et al., 2002).

Durante a lactogênese as glândulas mamárias utilizam cerca de 50% do total de glicose que entra na circulação. A principal fonte de ácidos graxos do leite é derivada de triglicerídeos do plasma. Os aminoácidos da proteína do leite são derivados de seus correspondentes aminoácidos livres do plasma (HURLEY, 2003).

No retículo endoplasmático rugoso as proteínas do leite são sintetizadas, a partir daí movem-se para o complexo de Golgi, em que ocorre a fosforilação dos resíduos de treonina e serina da caseína, bem como a glicosilação de algumas outras proteínas do leite. Ainda nas vesículas de Golgi, os constituintes não gordurosos do leite são então incorporados e em seguida movem-se em direção à superfície apical das células epiteliais mamárias e fundem-se com a membrana plasmática, em que o conteúdo vesicular é descarregado no lúmen por exocitose. A glicólise, a síntese de ácidos graxos e a ativação de aminoácidos ocorrem no citosol. A transferência de energia de substratos oxidáveis ao trifosfato de adenosina (ATP) ocorre na mitocôndria. O citrato e compostos usados na síntese de aminoácidos não essenciais também são sintetizados na mitocôndria. As partículas lipídicas citoplasmáticas unem-se para formar gotas maiores à medida que migram do retículo endoplasmático na

direção da membrana apical. O movimento dos constituintes do leite ocorre de maneira sequencial nas células mamárias (CHUNG; JACOBSON, 1996).

A composição do leite da fêmea suína varia de acordo com a fase de lactação, nutrição e genética. Mas em média é constituído aproximadamente de 60% de gorduras, 22% de proteínas e 18% de lactose em relação ao teor energético total do leite. Vários autores têm relatado que a composição do leite pode ser alterada através da nutrição com o uso de CLAs (CORDERO; ISABEL; MORALES, 2011), gorduras (MOUNTZOURIS; FEGEROS; PAPADOPOULOS, 1999), conteúdo de nitrogênio presente no alimento (KING; RAYNER; KERR, 1993), aminoácidos (YANG et al., 2009) e leveduras (JANG et al., 2013).

Depois de o leite ser sintetizado, quem atua são as unidades secretoras de leite, que são formadas por uma camada simples de células epiteliais chamadas de lactócitos e se localizam em torno do alvéolo. Uma vez sintetizado, o leite é secretado dentro do lúmen alveolar, onde é armazenado até que seja mamado. As células mioepiteliais estão localizadas entre a membrana basal e os lactócitos das unidades secretoras. A contração das células mioepiteliais que circundam o alvéolo permite que o leite passe do lúmen alveolar para o lúmen dos ductos (CHUNG; JACOBSON, 1996). A quantidade de células secretoras que são determinantes na capacidade de produção de leite é determinada por fatores genéticos, mas também podem sofrer influências climáticas e nutricionais. Assim, o fornecimento adequado de energia e proteína, aliado ao conforto térmico, pode maximizar o crescimento mamário e a produção de leite (KIM et al., 1999b).

Existe também um mecanismo de autorregulação nas células que secretam o leite. Um fator conhecido como FIL (fator de inibição da lactação) é secretado junto com o leite nos alvéolos da glândula, sendo responsável por inibir a produção de leite enquanto o alvéolo estiver cheio (THEIL et al., 2006). Dessa maneira, quanto maior o intervalo entre as mamadas tende a ser menor a produção de leite. O tempo definido como ideal entre mamadas para que haja maximização

da produção é de 35 minutos (HORTA et al., 2007). De uma forma geral, já que é multifatorial a produção de leite, atualmente existe uma estimativa de 60g de leite produzido por quilo de peso vivo da matriz (KIM et al., 2013).

A ejeção do leite da glândula mamária é o resultado de um reflexo neuro-hormonal, assim o processo de amamentação é constituído de interações visuais, olfatórias e auditivas. Primeiramente, as matrizes fazem vocalizações sucessivas chamando os leitões e eles através de massagem nas tetas, promovem o desencadeamento de impulsos nervosos sensoriais que estimulam os receptores locais a promoverem um reflexo neuroendócrino, que se propaga das tetas à medula espinhal até os núcleos paraventricular e supraóptico do hipotálamo e daí para a neuro-hipófise, onde a ocitocina é liberada para o sangue. A ocitocina liga-se a receptores e através deles promovem contração das células mioepiteliais, completando assim o circuito e provocando a ejeção do leite (CUNNINGAN, 1992).

Em situação de estresse, as catecolaminas atuam sobre o reflexo de ejeção do leite inibindo-o. Vários estímulos estressantes podem aumentar a descarga de epinefrina e norepinefrina, que provocam a contração dos músculos lisos e ocluem os ductos mamários e vasos sanguíneos, evitando que a ocitocina atinja as células mioepiteliais. A epinefrina também pode bloquear a ligação da ocitocina às células mioepiteliais (CHUNG; JACOBSON, 1996).

2.3 Alimentação das matrizes suínas lactantes

O pico de produção de leite ocorre a partir da terceira semana de lactação, em que também há o máximo desenvolvimento mamário. No entanto, uma vez que a estrutura funcional para aquela lactação está quase totalmente formada, o fator limitante para a produção de leite passa a ser o aporte nutricional à glândula mamária, oriundo da mobilização de reservas corporais da fêmea ou da dieta (HURLEY, 2001).

O consumo de ração pela matriz lactante é um dos maiores desafios para o nutricionista, isso devido à alta demanda de nutrientes para a produção de leite. No caso de primíparas que ainda se encontram em fase de crescimento, portanto necessitam também de nutrientes para completar seu desenvolvimento corporal de forma adequada. Com isso, há necessidade de uma ração rigorosamente balanceada para este estágio de produção.

Segundo Kim, Wu e Baker (2005) as matrizes selecionadas quanto à hiperprolificidade muitas vezes possuem baixa capacidade de ingestão de ração 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.

Além disso, o leite da matriz é deficiente em alguns aminoácidos como a arginina, podendo comprometer assim o desenvolvimento dos leitões (WU; KNABE; KIM, 2004). Como alternativa ao baixo consumo de ração da matriz 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 nutricional do leite e proporcionar com isso um melhor desempenho da leitegada, sem ocorrer um desgaste corporal excessivo da fêmea.

2.4 Metabolismo da arginina

A arginina, quimicamente denominada ácido 2-amino-5-guanidopentanoico, é considerada um aminoácido condicionalmente essencial para suínos. Isso pelo fato que esse aminoácido é primordialmente necessário do 3° ao 21° dia de idade, momento em que o organismo do leitão é capaz de sintetizar apenas cerca de 60% de suas exigências de arginina. Fêmeas suínas em fase de lactação também podem apresentar um déficit na síntese endógena de

arginina, o que pode limitar seu desempenho ou comprometer seu sistema imune (LI et al., 2007).

Em suínos, há três sítios de síntese de arginina: as células renais, os enterócitos e os hepatócitos, sendo que em cada um desses sítios existem vias específicas de síntese e transporte dos produtos metabolizados (WU et al., 1997).

A síntese renal de arginina é uma reação mediada por duas enzimas, a argininosuccinato sintetase e a argininosuccinato-liase que atuam sobre a citrulina produzida nos enterócitos, que chega aos rins via corrente sanguínea. Segundo Windmueller (1982), até 85% da citrulina liberada na corrente sanguínea é convertida a arginina nos rins. Conforme Dhanakoti et al. (1990), os rins possuem capacidade de sintetizar arginina na mesma proporção em que recebem citrulina, portanto qualquer deficiência na síntese de citrulina intestinal restringe a síntese de arginina renal. Para tanto, o intestino necessita de substratos para sintetizar essa citrulina, sendo que a glutamina, o glutamato e a prolina são os principais precursores da citrulina (WU; MORRIS, 1998).

Nos suínos, além da síntese de citrulina, ocorre síntese líquida de arginina nos enterócitos, que resulta do balanço entre a arginina catabolizada na mucosa intestinal e a arginina absorvida (STOLL et al., 1998). Entretanto, essa síntese líquida cessa a partir do terceiro dia de vida, sendo acompanhada também pela queda na síntese de citrulina. A partir de então, torna-se necessário o fornecimento de arginina via dieta. Só a partir, aproximadamente, do trigésimo dia que o organismo dos suínos retorna à síntese de citrulina que é enviada aos rins para a síntese de arginina (WU et al., 1997). No intestino, a absorção de arginina ocorre na porção da borda em 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 pela

família de transportadores de aminoácidos catiônicos, esses são independentes de Na^+ (AIRES, 1999).

Em relação à síntese hepática, não ocorre produção excedente de arginina, pois o fígado contém concentrações elevadas de arginase que atua degradando a arginina produzida no ciclo da ureia (WU; MORRIS, 1998). A arginina atua também como ativador alostérico da N-acetilglutamato sintetase, 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 sintetase, enzima-chave na síntese de arginina e ureia, logo, a arginina é capaz de atuar regulando seu próprio metabolismo.

O *turnover* de proteína corporal corresponde a cerca de 5 a 15% do fluxo de arginina endógena (WU; MORRIS, 1998) e a arginina é considerada um aminoácido glicogênico, pois pode ser direcionada ao metabolismo de compostos precursores à produção de energia.

A arginina serve de substrato para a síntese de proteína, ornitina, poliaminas, glutamato, creatina, agmatina, prolina, citrulina e óxido nítrico. Existem diversas enzimas que participam da catálise da arginina no organismo animal, entre elas podemos citar a arginase, arginina:glicina amidinotransferase, óxido nítrico sintetase e arginina descarboxilase (FLYN, 2002). Para entender a relação e a importância da arginina no corpo do animal, é importante compreender também as funções de seus metabólitos.

A ornitina é um precursor imediato para a síntese de putrescina, que é convertida a espermidina e espermina. As poliaminas são chaves regulatórias da angiogênese, são essenciais para a proliferação e diferenciação celular, atuam na expressão da regulação gênica, transdução de sinais e síntese de DNA e proteínas (WU et al., 2004). Também são fundamentais na maturação e remodelação intestinal e regulação da apoptose (WU; MEININGER, 2000).

O glutamato é o mais abundante aminoácido intracelular encontrado no organismo e é considerado um aminoácido não essencial. A principal funções do

glutamato é atuar como fornecedor de carbono para energia, precursor para glutamina e carreador de nitrogênio.

A creatina é sintetizada endogenamente pelo fígado, rins e pâncreas a partir dos aminoácidos glicina e arginina. Aproximadamente 95% encontram-se na musculatura esquelética e, dessa quantidade, 60% estão na forma fosforilada, a creatina fosfato. A energia necessária para ressintetizar o ATP provém predominantemente dos estoques de creatina fosfato.

A agmatina é sintetizada pela descarboxilação da arginina pela enzima arginina descarboxilase e hidrolisada à putrescina e ureia pela agmatinase. A agmatina está presente principalmente no encéfalo, estômago e sangue (FENG; HALARIS; PILETZ, 1997). Ela também já foi detectada na medula espinhal, indicando que possa ser um modulador endógeno da regulação da dor (FAIRBANKS et al., 2000). A agmatina preenche a maioria dos critérios para ser considerada como um novo neurotransmissor/neuromodulador no sistema nervoso central. Ela também pode inibir a enzima óxido nítrico sintase (RAASCH et al., 2001; WENG et al., 2003), modula o metabolismo de insulina e de glicose e inibe a liberação de catecolaminas das células cromafins da adrenal e nos rins (RAASCH et al., 2001).

A prolina é sintetizada a partir de pirrolina-5-carboxilato, a qual é sintetizada por ação da ornitina aminotransferase sobre a ornitina. Esse aminoácido é o principal produto catabólico da arginina nos enterócitos de leitões pós-desmame (WU et al., 1996). Além disso, a prolina é precursora para a síntese de proteínas e para a formação de hidroxiprolina que é necessária para a síntese de colágeno, para a geração de matriz extracelular, atuando na cicatrização de feridas e remodelação de tecidos. Um aumento na conversão de pirrolina-5-carboxilato em prolina estimula o metabolismo da glicose através do ciclo das pentoses. Isso também resulta num aumento da síntese de purinas e proliferação celular (PHANG, 1985).

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). A citrulina também é considerada um precursor do óxido nítrico, já que macrófagos e células endoteliais, além de utilizarem a arginina também absorvem a citrulina, formando o ciclo do óxido nítrico no citoplasma. O óxido nítrico liberado ativa guanilil ciclase, aumentando o GMP cíclico, promovendo relaxamento da musculatura lisa (IGNARRO et al., 1999) e através disso é capaz de regular o fluxo sanguíneo. Ele também está envolvido com a resposta imune, neurotransmissão e adesão de plaquetas e leucócitos, tem efeito antioxidante e regula a angiogênese possivelmente por suprimir a produção de angiostatina (MATEO et al., 2008; MATSUNAGA et al., 2002). Além disso, é mediador da produção basal de GnRH, estimulando a secreção de LH e foliculogênese (ROSSELLI; KELLER; DUBEY, 1998).

A arginina tem potente atividade secretagoga sobre várias glândulas endócrinas. Atuando na secreção do hormônio do crescimento, da prolactina e insulina. Estimula a liberação do glucagon, polipeptídeo pancreático e catecolaminas adrenais (ILEYLAND et al., 2001).

A arginina é um aminoácido considerado funcional em virtude do seu envolvimento em vias metabólicas importantes que estão relacionadas às atividades produtivas da matriz suína. Por exemplo, sua participação na formação de vasos sanguíneos, através do óxido nítrico e das poliaminas, pode influenciar a capacidade de produção de leite da matriz. Além disso, a arginina ao estimular a secreção de prolactina e hormônio do crescimento, os quais são necessários para o desenvolvimento mamário (REYES; KARL; KLAHR, 1994), ela acaba contribuindo para uma melhor produção de leite.

O tecido mamário de fêmeas suínas demanda grandes quantidades de arginina, mas o percentual desse aminoácido no leite é relativamente pequeno (TROTTIER; SHIPLEY; EASTER, 1997). Isso ocorre porque a glândula mamária converte arginina em prolina e glutamina, sendo que esses estão presentes em altas

concentrações no leite (O'QUINN; KNABE; WU, 2002). A concentração de arginina no leite de fêmeas suínas geralmente é menor que 0,7% e a glutamina e o glutamato estão presentes em quantidades satisfatórias ao redor de 5,0%. Os leitões conseguem converter a glutamina e o glutamato em citrulina nos enterócitos, a qual será precursora da arginina formada nos rins (KIM; MCPHERSON; WU, 2004).

De acordo com estimativas de Wu, Knabe e Kim (2004), o leite das matrizes suínas supre menos de 40% do total de arginina requerida diariamente por leitões aos sete dias de idade.

Objetivando comprovar o déficit de desempenho em leitões devido à deficiência de arginina, Wu et al. (2007) avaliaram dos sete aos 21 dias de idade, níveis de 0,2 e 0,4% de arginina suplementar para leitões e obtiveram um aumento no ganho de peso de 28 e 66%, respectivamente, atribuindo esses efeitos aos níveis suplementares de arginina na dieta. Anteriormente, Leibholz (1982) havia constatado que suínos desmamados aos três dias de idade, suplementados também com 0,2 e 0,4% de arginina em dieta à base de leite em pó, apresentaram aumento no ganho de peso de 43 e 93%, respectivamente, quando suplementados até os 14 dias de idade. Portanto, a deficiência de arginina, dos três aos 21 dias, é um fator limitante para o máximo crescimento de suínos (KIM; MCPHERSON; WU, 2004). Porém existe uma dificuldade em certificar que os leitões estão ingerindo arginina em situações práticas de granjas comerciais, já que o consumo de alimentos sólidos nessa fase é limitado. Com isso, uma possível alternativa seria a suplementação via matrizes com o uso do aminoácido industrial, com a possibilidade de alterar o perfil nutricional do leite.

A forma sintética do aminoácido arginina é fabricada por fermentação a partir de fontes de carboidrato ou por extração a partir de hidrolisados de proteína animal, a sua importância através da suplementação, vem sendo comprovada através de resultados de pesquisas em diferentes fases da suinocultura.

Porém na fase de lactação mais estudos devem ser realizados, principalmente com matrizes primíparas, a fim de responder questionamentos, tais como, se a arginina suplementada na ração das matrizes pode melhorar o desempenho da leitegada através da alteração da qualidade nutricional do leite, de forma a evitar também o desgaste corporal excessivo das matrizes, que pode ocorrer em virtude de intensa mobilização corporal para atender ao aporte nutricional para produção de leite.

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A matriz suína vem se tornando cada vez mais exigente nutricionalmente devido às mudanças genéticas. Essas mudanças também acarretaram em maior número de leitões nascidos por parto, o que tem como consequência maior desuniformidade da leitegada e aumento do número de leitões refugos ao desmame. A suplementação de arginina na ração de matrizes lactantes pode surgir como uma alternativa para minimizar esse problema da suinocultura, já que suas funções como aminoácido funcional indicam que ela pode atuar melhorando fatores envolvidos na produção de leite, melhorando assim o desempenho da leitegada.

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.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Produção de suínos**: teoria e prática. Brasília, DF. 2014. 908 p.
- CHUNG, S. P.; JACOBSON, M. L. Glândula mamária e lactação. In: REECE, W. O. (Ed). **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 645-660.
- CORDERO, G.; ISABEL, B.; MORALES, J. 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.
- CUNNINGAN, J. G. A. Glândula mamária. In: TRATADO de fisiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. cap. 38, p. 327-337.
- DECALUWÉ, R. et al. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 162, p. 185-192, 2014.
- 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.
- FAIRBANKS, C. A. et al. Moxonidine, a selective imidazoline/ α 2-adrenergic receptor agonist, synergizes with morphine and deltorphin II to inhibit substance P-induced behavior in mice. **Pain**, Amsterdam, v. 84, p. 13-20, 2000.

FARMER, C. et al. Impacts of dietary protein level and feed restriction during prepuberty on mammogenesis in gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2343-2351, 2004.

FENG, Y.; HALARIS, A. E.; PILETZ, J. E. Determination of agmatine in brain and plasma using high-performance liquid chromatography with fluorescence detection. **Journal of chromatography**, Amsterdam, v. 691, p. 277-286, 1997.

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.

HEAD, R. H.; WILLIAMS, I. H. Mammogenesis is influenced by pregnancy nutrition. In: **MANIPULATING PIG PRODUCTION**, 3., 1991, Werribee, 1991. **Proceedings...** Werribee: [s. n.], 1991. p. 33.

HORTA, F. D. C. et al. **Desenvolvimento da glândula mamária na fêmea suína e suas implicações (Mamogênese)**. 2007. Disponível em: <<https://www.consuitec.com.br/.../2381046Desenvolvimento%20da%20Glândula>>. Acesso em: 10 ago. 2015.

HURLEY, W. L. et al. Effect of relaxin on mammary development in ovariectomized pregnant gilts. **Endocrinology**, Baltimore, v. 128, p. 1285-1290, 1991.

HURLEY, W. L. Lactation in pigs. In: _____. **Lactation biology**. 2003. Disponível em: <<http://www.classes.aces.uic.edu/AnSci308/piglact.html>>. Acesso em: 19 nov. 2015.

HURLEY, W. L. Mammary gland growth in the lacting sow. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 149-157, 2001.

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.

ILEYLAND, D. K. et al. Should immunonutrition become routine in critically ill patients? A systematic review of the evidence. **JAMA**, Chicago, v. 286, n. 8, p. 944-953, 2001.

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. et al. Changes in tissue composition associated with mammary gland growth during lactation in the sow. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n.12, p. 2510-2516, 1999a.

KIM, S. W. et al. Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p. 3304-3315, 1999b.

KIM, S. W. et al. Improving efficiency of sow productivity: nutrition and health. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, Heidelberg, v. 4, p. 26, 2013.

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

KIM, S. W.; WU, G.; BAKER, D. H. Ideal protein and dietary amino acid requirements for gestating and lactating sows. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v. 26, n. 4, p. 89-99, 2005.

KING, R. H.; RAYNER, C. J.; KERR, M. A note on the amino acid composition of sow's milk. **Animal Production**, Cambridge, v. 57, p. 500–502, 1993.

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J. A.; HERPIN, P. Review: nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 143, p. 469-485, 2005.

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

LI, P. et al. Amino acids in immune function. **British Journal of Nutrition**, London, v. 98, p. 237-252, 2007.

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.

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

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.

PHANG, J. M. The regulatory functions of proline and pyrroline- 5-carboxylic acid. **Current Topics in Cellular Regulation**, New York, v. 25, p. 91-132, 1985.

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.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, Amsterdam, v. 146, n. 2/3, p. 105-114, 2012.

RAASCH, W. et al. Biological significance of agmatine, an endogenous ligand at imidazoline binding sites. **British journal of pharmacology**, London, v.133, p. 755-780, 2001.

RENAUDEAU, D. et al. Measurement of blood flow through the mammary gland in lactating sows: Methodological aspects. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 196-201, 2002

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.

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.

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS: versão 9.1. Viçosa, MG: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

STOLL, B. et al. Catabolism dominates the first-pass intestinal metabolism of dietary essential amino acids in milk protein- fed piglets. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, p. 606-614, 1998.

THEIL, P. K. et al. Role of Suckling in the cell turnover and the onset and maintenance of lactation in individual mammary glands of sows. **Journal of Animal Science**. Champaign, v. 84, p. 1691- 1698, 2006.

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, p. 1266-1278, 1997.

WELDON, W. C. et al. Effects of increased dietary energy and protein during late gestation on mammary development in gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 69, p. 194-200, 1991.

WENG, X. C. et al. Agmatine blocked voltage-gated calcium channel in cultured rat hippocampal neurons. **Acta pharmacologica Sinica**, Shanghai, v. 24, p. 746-50, 2003.

WINDMUELLER, H. G. Glutamine utilization by the small intestine. **Advances in Enzymology**, New York, v. 53, p. 201-237, 1982.

WU, G. et al. Arginine degradation in developing porcine enterocytes. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 271, p. G913–G919, 1996.

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. Glutathione metabolism and its implications for health. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, p. 489–492, 2004.

WU, G. et al. Pharmacokinetics and safety of arginine supplementation in animals. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 137, p. 1673–1680, 2007. Suppl.

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. Arginine nutrition and cardiovascular function. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, p. 2626-2629, 2000.

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

XU, R. J. et al. Bioactive compounds in porcine colostrums and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. In: ZABIELSKI, R. et al. (Org.). **Biology of the intestine in growing animals**. Amsterdam: Elsevier, 2002. p. 169- 192.

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.

SEGUNDA PARTE - ARTIGO

Suplementação de L-Arginina para matrizes suínas primíparas em lactação

RESUMO

A utilização de aminoácidos funcionais tem o objetivo de otimizar a produção de matrizes suínas e entre esses aminoácidos vem se destacando a arginina. Tem-se sugerido que a suplementação de arginina na ração de lactação, pode melhorar o desenvolvimento da glândula mamária e o perfil nutricional do leite, proporcionando assim um melhor desenvolvimento aos leitões. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre o desempenho produtivo de matrizes suínas primíparas e de suas respectivas leitegadas. Foram usadas 140 matrizes suínas de mesma linhagem genética em uma granja comercial, localizada no município de Oliveira, MG. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: ração controle sem a suplementação do aminoácido e quatro rações com suplementação de L-Arginina (contendo 98,5% de pureza), sendo, 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%. Foram utilizadas 28 matrizes por tratamento, sendo a unidade experimental a matriz e sua leitegada. A suplementação do aminoácido foi realizada na forma *on top*. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa de Análise Estatística e Genética: versão 9.1 (SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS – SAEG, 2005). 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 ($P>0,05$) o consumo de ração médio diário, as variáveis de condição corporal e os parâmetros sanguíneos das matrizes (ureia, creatinina e ácidos graxos não esterificados), assim como também não influenciaram os teores de matéria seca, proteína bruta e perfil aminoacídico do leite e o desempenho da leitegada. Houve efeito ($P<0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína bruta e aminoácidos no leite, que reduziram em função dos dias de lactação. A suplementação *on top* de L-Arginina na ração de lactação nos níveis 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% não influencia o desempenho da matriz suína e da sua respectiva leitegada.

Palavras-chave: aminoácido funcional, lactação, leitões, suínos.

GENERAL ABSTRACT

The use of functional amino acids aimsto optimize the sows production and among these amino acids arginine has excelled. Arginine supplementation has been suggested in lactation feed may enhance the development of the mammary gland and milk nutritional profile, thus, providing a better piglet development. The objective was to evaluate the effect of lactation feed supplementation with L-Arginine on the productive performance of primiparoussows and their respective litter. One hundred forty sows from the same genetic lineage on a commercial farm, located in the city of Oliveira, MG were used in this study, in a completely randomized design with five treatments: control diet without amino acid supplementation and four diets with increasing levels of L-Arginine supplementation (containing 98.5% purity) - 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0%. Each treatment hadtwenty-eight swine sows, and the experimental unit was the sowand its litter. It was used an 'on top' amino acid supplementation. All data was submitted to variance analysis using the SAEG Software: version 9.1 (SAEG, 2005). The data relating to days of lactation were compared by Tukey test (5%). L-Arginine supplementation levels in lactation feed did not influence ($P>0.05$) average daily feed intake, body condition variables, and blood parameters of the sows (urea, creatinine, and non-esterified fatty acids) as well as it did not affect the dry matter, crude protein, and amino acid profile of milk and the litter performance. There was effect ($P<0.05$) of days of lactation on the percentage of crude protein and amino acids in milk, which reduced throughtout the days of lactation. The L-Arginine supplementation on the lactation diet at levels of 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0% did not influence the sow and its respective litter performance.

Keywords: Functional amino acid. Lactation. Piglets. Swines.

1 INTRODUÇÃO

A produtividade de matrizes suínas tem evoluído consideravelmente nos últimos anos. As matrizes atuais são mais precoces, geram leitegadas maiores, modificaram sua capacidade de produção de leite, apresentam menos reserva corporal de gordura e possuem padrão de consumo de ração geralmente insuficiente para atender a demanda nutricional na fase de lactação. Conseqüentemente essas matrizes também se tornaram mais exigentes em relação à nutrição.

Com isso, um dos aspectos que mais restringe a produtividade das matrizes suínas é o manejo nutricional desajustado. O estabelecimento de uma adequada condição corporal da matriz aliado a uma boa produção de leite, pode ser manipulado por meio da suplementação na ração com aminoácidos funcionais, como por exemplo a arginina.

A arginina desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal, que estão relacionados às funções produtivas da matriz suína. Entre eles, servir de substrato para a síntese de proteína, creatina, óxido nítrico, poliaminas, citrulina, agmatina, ornitina, prolina e glutamato. Também atua como intermediária no ciclo da ureia e estimula a secreção de alguns hormônios como a insulina, prolactina e hormônio do crescimento (NEWSHOLME et al., 2005). Porém existem poucos estudos relatando os efeitos da suplementação de arginina na ração de lactação de matrizes suínas primíparas.

Dessa forma, objetivou-se com a presente pesquisa avaliar o efeito da suplementação da ração de lactação com L-Arginina sobre as características fisiológicas e de desempenho produtivo de matrizes suínas primíparas e o desempenho de suas respectivas leitegadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos descritos neste trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras (protocolo número 043/13).

Foi conduzido um experimento com 140 fêmeas suínas primíparas em lactação, de linhagem híbrida hiperprolífica (DB 90), em uma granja comercial localizada no município de Oliveira – MG, durante os meses de abril a junho de 2014.

As marrãs foram submetidas ao manejo de detecção de cio a partir dos 150 dias de idade. No quarto cio detectado, elas foram inseminadas artificialmente com sêmen de um mesmo grupo de machos de fertilidade comprovada por meio de completa avaliação andrológica.

Aos 108 dias de gestação as matrizes foram transferidas dos galpões de gestação para os de maternidade. Os galpões de gestação eram providos de gaiolas individuais com piso totalmente ripado, bebedouro tipo chupeta e comedouro semiautomático. As baias de maternidade continham um bebedouro tipo chupeta adequado para a matriz e outro para os leitões, comedouro de concreto para as matrizes, piso 2/3 ripado e escamoteador como fonte de calor para leitões.

A caracterização do ambiente térmico no interior da maternidade foi realizada por meio de um *datalogger* modelo HT-500, que registrou a temperatura e umidade a cada dez minutos a partir do momento em que aconteceu o primeiro parto até o momento em que a última leitegada foi desmamada. O *datalogger* foi instalado a meia altura das matrizes.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: ração controle sem a suplementação do aminoácido e quatro rações com suplementação de L-Arginina (contendo 98,5% de pureza), sendo os níveis de suplementação, 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%. Foram utilizadas 28 matrizes por tratamento, que foram distribuídas procurando-se manter a condição corporal (peso corporal, espessura de toucinho e profundidade de lombo) mais semelhante possível, assim

também como o peso das leitegadas que foram uniformizadas. A matriz suína e sua respectiva leitegada foram consideradas a unidade experimental.

A arginina foi previamente pesada em balança eletrônica Marte AW220, com capacidade de 220g e precisão de 0,0001g, e foi identificada de acordo com o tratamento no Laboratório Central de Pesquisa Animal da UFPA.

A ração de lactação utilizada (Tabela 1) foi a adotada pela granja e a suplementação do aminoácido foi na forma *on top*. Foram fornecidos 6 kg de ração diariamente em quatro tratos e água *ad libitum* durante 19 dias de lactação, sendo que a lactação durou 20 dias, porém as fêmeas entraram no experimento somente após a uniformização da leitegada que ocorria no segundo dia pós-parto. As sobras diárias foram pesadas para estimar o consumo de ração. Para a pesagem da ração foi utilizada balança eletrônica Filizola MF 6®, com capacidade de 6,0 kg e precisão de 0,001 kg.

Amostras da ração fornecida pela granja (ração controle) foram analisadas quanto à porcentagem de proteína bruta e arginina (Tabela 2), por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), no laboratório da Ajinomoto do Brasil (SP). Esta técnica permite separar os aminoácidos por cromatografia de troca iônica e quantificá-los por fotolorimetria após coloração de ninidrina.

Tabela 1 Composição centesimal da ração de lactação fornecida para matrizes suínas primíparas durante a lactação

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

Os partos foram assistidos por funcionários da granja, assegurando que os leitões mamassem o colostro. No dia seguinte ao parto, as fêmeas foram selecionadas a partir do número de tetos funcionais (12 a 13 tetos) e as leitegadas foram uniformizadas de acordo com o peso e número de leitões entre 12 e 13. Seguindo o manejo da granja, não foi realizado corte e cura do umbigo, assim como também não ocorreu corte dos dentes e cauda e a castração dos machos foram realizadas aos sete dias de idade. Os leitões não receberam ração durante a fase lactente, para não mascarar o efeito da suplementação de L-Arginina no desempenho da leitegada.

Tabela 2 Composição aminoacídica da ração de lactação fornecida para matrizes suínas primíparas durante a lactação*

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
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3415
Matéria Seca (%)	89,65

*Laboratório Ajinomoto Brasil

As variáveis das matrizes suínas avaliadas durante a lactação foram: consumo de ração, perda de peso corporal, variação da espessura de toucinho e profundidade de lombo nos pontos P1 e P2, parâmetros sanguíneos (ureia, creatinina e ácidos graxos não esterificados) e em relação ao leite foi avaliado a matéria seca, proteína bruta e o perfil aminoacídico.

A pesagem das matrizes foi realizada no momento da equalização da leitegada (segundo dia de lactação) e no momento do desmame que foi realizado de forma abrupta no 20º dia. Foi utilizada balança eletrônica TRUTEST EZY6®, capacidade de 500,0 kg e precisão de 1,0 kg.

As medidas de espessura de toucinho e profundidade de lombo das matrizes foram obtidas no segundo dia pós-parto, no 16º dia e ao desmame. As medidas foram em dois pontos de leitura, a primeira a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da

última costela na direção caudal, sendo este chamado de ponto P1. A segunda medida a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, sendo este chamado de ponto P2, segundo metodologia de Rosa (2011). Para melhor visualização foi realizada tricotomia no local. O aparelho utilizado para as medições foi ALOKA® modelo SSD-500 e transdutor linear de 3,5MHz modelo UST 5011, segundo a metodologia de Souza (2011).

No segundo dia e ao desmame, amostras de sangue de 15 matrizes de cada tratamento, com peso mais próximo da média do tratamento, foram obtidas para avaliação dos níveis sanguíneos de ureia, creatinina e ácidos graxos não esterificados (NEFAs). O sangue foi colhido na veia cava anterior em tubos heparinizados (Becton-Dickinson Vacutainer Systems Rutherford, NJ) e centrifugados (2.000 rpm por 15 minutos) para obtenção do soro. Em seguida, o soro foi armazenado a -20 °C para posteriores análises realizadas no Laboratório da Ajinomoto do Brasil (SP).

Amostras de 60 mL de leite, das mesmas 15 matrizes selecionadas para colheita de sangue, foram obtidas no sétimo dia pós-parto, aos 14 dias e ao desmame para avaliação da sua composição em matéria seca, proteína bruta e o perfil aminoacídico. Uma hora após a alimentação das matrizes aplicou-se 1 mL de carbetocina (Decomoton ®) na veia marginal da orelha, o hormônio ocitocina, presente nesse produto, é fundamental para ejeção do leite em fêmeas suínas, de modo a facilitar a colheita. As amostras representativas do leite foram obtidas de todas as glândulas produtivas. As amostras foram armazenadas a -20 °C até a realização das análises no Laboratório da Ajinomoto do Brasil (SP).

Em relação à progênie, a variável analisada foi o peso médio do leitão e da leitegada no segundo dia pós-parto, aos 16 dias e ao desmame. Foi utilizada balança eletrônica Filizola MF 6®, com capacidade de 6,0 kg e precisão de 0,001 kg.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão utilizando-se o Programa de Análise Estatística e Genética: versão 9.1 (SAEG, 2005), desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa. Os dados referentes aos dias de lactação foram comparados pelo teste Tukey (5%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração médio diário (CRMD) (Tabela 3), as variáveis de condição corporal (Tabela 4) e os parâmetros sanguíneos das matrizes (Tabela 5).

Tabela 3 Consumo de ração médio diário (CRMD) e consumo de arginina médio diário (CAMD), por semana, de matrizes suínas em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação*

Semana		Suplementação de L-Arginina (%)					Média	CV (%)
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0		
1°	CRMD (g)	3721	3770	3368	3545	3572	3598	19,51
	CAMD (g)	36,8	56,2	67,4	88,3	106,8	71,1	-
2°	CRMD (g)	4979	5017	5031	5103	4797	4985	13,30
	CAMD (g)	49,3	74,8	100,1	127,0	143,4	98,9	-
3°	CRMD (g)	5468	5562	5469	5641	5411	5514	9,71
	CAMD (g)	54,1	82,9	108,8	95,4	161,8	100,6	-
Média	CRMD (g)	4722	4784	4622	4762	4593	4697	9,57
	CAMD (g)	46,7	71,3	91,9	118,5	137,4	93,2	-

*Para todas as semanas o CRMD $P>0,05$.

CAMD é a soma da arginina suplementada *on top* e da arginina (digestibilidade de 89%) presente na ração.

O fornecimento diário de ração para as matrizes foi de 6000 g/dia e o CRMD durante toda a lactação foi de 4697 g/dia, sendo que na primeira semana ocorreu o menor CRMD que foi de 3598 g/dia. Estudo realizado por Mateo et al. (2007) com uso de 1% de L-Arginina-HCl (0,83% de L-Arginina) suplementada na ração de lactação de primíparas, também demonstrou que a suplementação de arginina não afeta o consumo voluntário e o peso das matrizes, sendo que nesse estudo as matrizes consumiram em média 6000 g/dia durante 21 dias de lactação. Kim e Wu (2009) ao suplementar, também 1% de L-Arginina-HCl, o CRMD foi de 5040 g/dia durante o período de 14 dias de lactação para matrizes que receberam a suplementação. Laspiur et al. (2001) ao suplementar arginina para matrizes lactantes alojadas em ambiente termoneutro (20 °C) e em altas temperaturas (29,4 °C), o CRMD foi de 6430 e 5120 g/dia, respectivamente. Isso mostra que o presente trabalho foi o que obteve o menor CRMD.

As hipóteses para esse menor consumo, principalmente na primeira semana de lactação, é que as fêmeas passaram por um período de estresse ao serem alojadas nas salas de maternidade, pois estava ocorrendo reformas estruturais nessas salas. As fêmeas também foram alimentadas com ração de gestação sem fonte específica de fibra, recebendo assim uma ração mais densa, o que não estimula o desenvolvimento do trato gastrointestinal, limitando assim sua capacidade de consumo na lactação. Consumo voluntário reduzido é mais evidente em primíparas, pois seu trato gastrointestinal é menor quando comparado às multíparas. Entretanto, além desses fatores, provavelmente o principal responsável pela redução do CRMD foi o estresse por calor que essas matrizes sofreram, já que os dados do *datalogger* mostraram que as matrizes ficaram fora da zona de conforto térmico a maior parte do período lactacional.

A temperatura média do ambiente que as matrizes estavam alojadas foi de 20,3 °C, ficando acima da faixa de conforto sugerida por Ferreira (2012) que é de 12 a 18 °C. A temperatura mínima foi de 12,3 °C e a máxima registrada foi 27,1 °C, de acordo com Ferreira (2012) 27 °C é temperatura crítica superior para suínos

reprodutores. Quando o animal está fora da zona de conforto térmico ocorre queda no desempenho produtivo e reprodutivo, já que ocorre gasto energético para a manutenção da homeostase térmica. Em média, a umidade relativa do ar estava dentro da faixa proposta por Bortolozzo (2011), que é entre 60 e 80%, sendo que a umidade relativa média foi de 67%, a mínima 35% e a máxima 86%.

Matrizes suínas expostas a altas temperaturas ambientais têm desempenho lactacional prejudicado, tais como aumento da perda de peso corporal e diminuição do ganho de peso da leitegada. A produção de leite inferior dessas fêmeas é em grande parte devido ao consumo de ração, que pode diminuir cerca de 20-55% (QUINIOU; NOBLET, 1999) e isso é consequência de alterações endócrinas e do estado metabólico promovido pelo estresse por calor (FARMER; PRUNIER, 2002).

Levando em consideração o presente trabalho, as fêmeas ficaram fora da zona de conforto térmico, com isso é importante ressaltar que em situações de estresse por calor ocorre redirecionamento do fluxo de sangue a partir de órgãos periféricos (BLACK et al., 1993) e também pode ocorrer redução do fluxo de sangue para o sistema mamário, levando a redução na produção de leite. Por outro lado, um aumento no fluxo de sangue periférico e mamário sob um ambiente quente pode aumentar a exigência metabólica para a arginina, porque a arginina é o substrato primário para o óxido nítrico (IGNARRO et al., 1987) que desempenha um papel fundamental na vasodilatação e no fluxo de sangue (LACASSE et al., 1996). Assim tem-se a hipótese que temperaturas ambientais elevadas aumentam o metabolismo da arginina e, portanto, aumenta sua exigência dietética em fêmeas lactantes sofrendo estresse por calor.

Laspiur et al. (2001) verificaram que ao alojar matrizes suínas múltiparas em ambiente quente (29,4 °C), as matrizes alimentadas com dieta controle sem suplementação de arginina tiveram uma maior perda de peso (11,24 kg) durante a lactação em comparação com matrizes alimentadas com a dieta suplementada com 0,39% (5,50 kg) e 0,77% (4,74 kg) de L-Arginina. Os

resultados do estudo de Laspiur et al. (2001) indicam que a arginina em concentrações dietéticas mais altas, particularmente sob temperaturas ambientais quentes, possibilita que a fêmea não tenha desgaste corporal tão intenso.

Segundo Mello (1993) o desbalanço de aminoácidos tem como consequência a diminuição do consumo voluntário de alimento. Embora CRMD das matrizes não tenha sido influenciado pelos tratamentos, é importante destacar que uma possível causa na diminuição do consumo, quando ocorre suplementação *on top* de L-Arginina, pode ser devido a um desbalanço de aminoácidos na ração, uma vez que os aminoácidos lisina e arginina competem pelo mesmo sítio de absorção (BERTECHINI, 2012). Segundo Wu et al. (2013), matrizes suínas suportam, sem prejuízos produtivos e reprodutivos, uma relação arginina digestível:lisina digestível de no máximo 3:1. No presente trabalho, a relação máxima observada entre esses dois aminoácidos foi de 2,89, o que também justificaria o fato de não ter havido efeito da suplementação da L-Arginina sobre o CRMD das matrizes.

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). No presente trabalho, o consumo diário de lisina digestível atendeu à exigência desse aminoácido, segundo Rostagno e Gomes (2011). O crescimento da glândula mamária é máximo quando são oferecidas às fêmeas 55 g de lisina e 16,9 Mcal de energia metabolizável diária durante a lactação (KIM et al., 1999a). 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.

O CRMD de matrizes na lactação pode ainda ser influenciado pelo seu peso corporal e pela genética, pelo tamanho da leitegada e o ambiente onde estão alojadas (DOMICIANO et al., 2008). No presente trabalho, todos esses fatores foram mantidos inalterados entre os tratamentos.

Tabela 4 Condição corporal de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação*

Variáveis	Suplementação de L-Arginina (%)					CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Peso das matrizes (kg)						
2 dias	202,66	203,83	202,25	200,48	201,45	8,32
20 dias	188,55	189,23	189,44	191,58	185,65	9,02
Perda de peso das matrizes (kg)						
2 a 20 dias	14,13	14,45	12,82	9,00	15,80	89,21
Perda de peso das matrizes (%)						
2 a 20 dias	6,80	7,04	6,20	4,31	7,75	89,15
Profundidade de lombo aos 2 dias (cm)						
P1	5,61	5,38	5,66	5,52	5,55	16,71
P2	5,06	5,11	5,16	5,04	5,45	14,07
Profundidade de lombo aos 20 dias (cm)						
P1	5,31	4,61	5,08	4,85	5,04	18,40
P2	4,33	4,04	4,35	4,13	4,30	17,07
Espessura de toucinho aos 2 dias (cm)						
P1	1,62	1,63	1,60	1,50	1,38	26,81
P2	1,55	1,45	1,60	1,60	1,38	26,11
Espessura de toucinho aos 20 dias (cm)						
P1	1,28	1,31	1,36	1,32	1,18	30,56
P2	1,20	1,17	1,20	1,17	1,04	31,64

*Todas as variáveis $P > 0,05$.

As variáveis de condição corporal das matrizes não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelos níveis de L-Arginina, esses resultados estão de acordo com Mateo et al. (2007) e também com Laspiur et al. (2001) que ao suplementar arginina para matrizes lactantes alojadas em ambiente termoneutro (20 °C) não encontraram diferença para a condição corporal da matriz, porém ao fazer a mesma suplementação para matrizes sofrendo estresse por calor (29,4 °C) o grupo controle teve uma maior perda de peso durante a lactação em comparação com fêmeas alimentadas com dieta suplementada com 0,39% e a dieta 0,77% L-Arginina. Moreira (2014) também não encontrou diferença ($P > 0,05$) nas variáveis

de condição corporal ao suplementar 0,5; 1,0 e 1,5% de L-Arginina na ração de matrizes suínas multíparas lactantes.

Segundo Boyd et al. (2000) a mobilização corporal é comum na fase de lactação, já que os nutrientes do leite são oriundos da dieta ou dos tecidos corporais da matriz, e não é viável economicamente zerar essa mobilização, porém a magnitude dessa perda é importante para o desempenho reprodutivo futuro da matriz (CLOWES et al., 2003). 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 e tem menor interferência no intervalo desmame-estro. Matrizes suínas multíparas podem perder até 10% e primíparas até 8% de seu peso corporal na lactação sem que haja redução no desempenho reprodutivo subsequente (SCHENKEL et al., 2010). No presente trabalho, as matrizes de todos os tratamentos perderam menos de 8,0% do seu peso após o desmame, isso pode ser explicado pelo fato das matrizes não terem sofrido restrição alimentar durante o experimento, uma vez que foram observadas sobras de ração em todos os tratamentos.

Tabela 5 Parâmetros sanguíneos de matrizes suínas, em função da suplementação de L-Arginina na ração de lactação*

Variáveis	Suplementação de L-Arginina (%)					CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Ureia (mg/dL)						
2 dias	26,74	39,52	24,00	17,72	33,79	47,52
20 dias	29,60	22,95	36,39	32,87	27,61	35,48
Diferença de ureia (mg/dL)						
2 a 20 dias	2,86	-16,56	12,39	15,14	-6,43	797,85
Creatinina(mg/dL)						
2 dias	2287,14	2003,42	2207,14	2213,14	2417,57	25,43
20 dias	1927,57	1361,41	1514,37	1754,28	1631,20	39,72
Diferença de creatinina (mg/dL)						
2 a 20 dias	-359,57	-642,01	-692,77	-458,85	-1252,42	-149,64
NEFA (mmol/L)						
2 dias	0,6931	0,5375	0,7590	0,3621	0,6551	58,92
20 dias	0,7171	0,6884	0,4744	2,5244	0,8428	231,88
Diferença de NEFA (mmol/L)						
2 a 20 dias	0,2400	0,1500	-0,2845	2,1622	-0,5314	535,78

*Todas as variáveis $P > 0,05$.

A ureia é o principal produto final da oxidação de aminoácidos em mamíferos (MEIJER; LAMERS; CHAMULEAU, 1990) e suas concentrações podem ser um indicativo da eficiência de utilização de nitrogênio na lactação (COMA; CARRION; ZIMMERMAN, 1995). As concentrações de ureia plasmática no presente trabalho não tiveram diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Mateo et al. (2007) encontraram uma diminuição da concentração de ureia em matrizes suplementadas com 1% de L-Arginina-HCl ($4,5 \pm 0,08$ vs. $4,8 \pm 0,07$ mmol/L) no sétimo dia de lactação em comparação com matrizes alimentadas com a dieta controle, indicando que ocorreu melhora na utilização de nitrogênio em dietas com suplementação de L-Arginina-HCl.

Os níveis de creatinina e NEFA são dois indicadores de catabolismo, que podem evidenciar balanço energético negativo. A creatinina é um indicador do

catabolismo muscular e níveis elevados sugerem maior degradação muscular. Níveis de NEFA mais altos durante a lactação indicam maior lipólise. Assim, maiores níveis de creatinina e NEFA são alcançados nos momentos em que a demanda de energia na matriz for maior ou quando a dieta não é suficiente para atender à demanda nutricional para a produção de leite, ou seja, esses níveis alterados refletem mobilização de reservas corporais (BELSTRA; RICHERT; FRANK, 1998). No presente trabalho, os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) os níveis plasmáticos de creatinina e NEFA das matrizes. Esse dado é condizente com o fato de que também não ocorreu diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos nas variáveis de perda de peso, espessura de toucinho e profundidade de lombo.

Tabela 6 Composição do leite (%) de matrizes suínas, em função dos dias de lactação

Dias de lactação	7	14	20	P	CV (%)
Materia seca	20,21	19,47	19,80	0,183	9,47
Proteína bruta	5,36 ^a	4,88 ^b	5,19 ^{ab}	0,013	9,65
Aminoácidos essenciais	2,41 ^a	2,10 ^b	2,15 ^b	0,001	10,47
Aminoácidos não essenciais	2,47 ^a	2,26 ^b	2,26 ^b	0,005	9,62
Lisina	0,398 ^a	0,319 ^b	0,405 ^a	0,006	23,65
Treonina	0,229 ^a	0,202 ^b	0,202 ^b	<0,001	8,39
Metionina	0,107 ^a	0,071 ^b	0,058 ^b	0,003	55,61
Cistina	0,072	0,069	0,072	NS	23,12
Metionina+Cistina	0,180 ^a	0,140 ^b	0,131 ^b	0,007	32,79
Alanina	0,211 ^a	0,183 ^b	0,179 ^b	<0,001	9,83
Arginina	0,278 ^a	0,244 ^b	0,255 ^{ab}	0,045	16,14
Acido Aspártico	0,438 ^a	0,396 ^b	0,388 ^b	<0,001	9,63
Acido Glutâmico	1,03 ^a	0,969 ^b	0,975 ^b	0,010	10,85
Glicina	0,168 ^a	0,155 ^{ab}	0,154 ^b	0,026	11,23
Histidina	0,142 ^a	0,123 ^b	0,111 ^c	<0,001	12,63
Isoleucina	0,217 ^a	0,190 ^b	0,191 ^b	<0,001	10,77
Leucina	0,444 ^a	0,396 ^b	0,387 ^b	<0,001	10,03
Fenilalanina	0,272	0,245	0,245	NS	14,98
Serina	0,272 ^a	0,246 ^b	0,245 ^b	<0,001	10,17
Tirosina	0,214 ^a	0,196 ^b	0,192 ^b	0,008	11,11
Valina	0,269 ^a	0,247 ^{ab}	0,246 ^b	0,022	10,88

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

Houve efeito ($P < 0,05$) dos dias de lactação sobre a porcentagem de proteína bruta, aminoácidos essenciais e não essenciais no leite das matrizes (Tabela 6). De maneira geral, os aminoácidos estavam em maior concentração no sétimo dia de lactação e depois essa concentração diminuiu. A proteína bruta e os aminoácidos lisina e arginina tiveram a concentração diminuída no 14º dia e depois a concentração voltou a aumentar no 20º dia de lactação. A matéria seca do leite e os aminoácidos cistina e fenilalanina não houve efeito ($P > 0,05$) dos dias de lactação. Não houve interação entre os dias de lactação e os níveis de L-Arginina.

Domiciano et al. (2007) ao estudarem a composição do leite de fêmeas suínas também observaram que o teor de proteína diminui ao longo da lactação, ocorrendo um pequeno aumento no dia do desmame (22º dia) e a matéria seca do leite é maior até 48 horas após o parto e do sétimo dia ao desmame ela se mantém estável. Portanto, o estágio de lactação influencia a composição química do leite de matrizes.

Tabela 7 Composição do leite (%) de matrizes suínas, em função de diferentes níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação*

Níveis de L-Arginina (%)	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	CV(%)
Materia seca	19,47	19,95	19,80	19,79	19,80	9,97
Proteína bruta	4,97	5,20	5,27	5,34	5,08	11,62
Aminoácidos essenciais	2,15	2,24	2,27	2,25	2,13	14,24
Aminoácidos não essenciais	2,26	2,34	2,39	2,33	2,28	12,41
Lisina	0,352	0,394	0,364	0,396	0,343	26,48
Treonina	0,204	0,213	0,213	0,207	0,206	12,69
Metionina	0,075	0,076	0,089	0,072	0,082	58,69
Cistina	0,072	0,82	0,075	0,860	0,710	22,39
Metionina+Cistina	0,147	0,144	0,164	0,140	0,154	34,50
Alanina	0,186	0,189	0,195	0,189	0,183	12,54
Arginina	0,248	0,267	0,255	0,250	0,251	17,83
Acido Aspártico	0,396	0,405	0,416	0,404	0,395	13,06
Acido Glutâmico	0,960	0,998	1,024	1,009	0,977	13,43
Glicina	0,151	0,160	0,166	0,157	0,159	13,51
Histidina	0,124	0,126	0,125	0,131	0,122	13,87
Isoleucina	0,195	0,199	0,203	0,202	0,193	13,72
Leucina	0,398	0,405	0,421	0,408	0,398	12,77
Fenilalanina	0,215	0,222	0,221	0,227	0,213	18,51
Serina	0,246	0,255	0,261	0,258	0,250	13,49
Tirosina	0,196	0,201	0,205	0,209	0,196	14,72
Valina	0,247	0,257	0,260	0,258	0,246	14,32

*Todas as variáveis $P > 0,05$.

Os níveis de suplementação de L-Arginina na ração de lactação não influenciaram ($P>0,05$) a matéria seca, a proteína bruta e o perfil aminoacídico do leite (Tabela 7). Esses resultados estão de acordo com Dallanora (2014) que não encontrou diferença significativa ($P>0,05$) para proteína bruta e aminoácidos totais do leite ao suplementar 1% L-Arginina-HCl para matrizes suínas primíparas e múltiparas lactantes.

Esses resultados contrastam com de Mateo et al. (2007) que houve aumento ($P<0,05$) da concentração dos aminoácidos fenilalanina, serina, treonina, ácido glutâmico, glicina e tirosina no dia 7 e ácido aspártico e glicina no dia 21 para matrizes primíparas alimentadas com dieta suplementada com 1% de L-Arginina-HCl. Interessante destacar, que nesse mesmo estudo, ocorreu aumento da concentração de insulina plasmática no dia 7 e 21, diminuição da ureia plasmática no dia 7 e diminuição de serina, ácido glutâmico, histidina e treonina no plasma no dia 7, mostrando assim que a insulina promoveu maior direcionamento desses aminoácidos para a glândula mamária e a diminuição da concentração de ureia confirma esse melhor aproveitamento dos aminoácidos no tratamento com L-Arginina-HCl. Moreira (2014) também encontrou melhora ($P<0,05$) na composição do leite, com aumento da porcentagem de proteína e gordura, em matrizes múltiparas suplementadas com L-Arginina.

Matrizes primíparas têm capacidade limitada de produzir leite, porque elas têm o tecido mamário subdesenvolvido, baixo consumo voluntário de alimento durante a lactação e um estado catabólico prolongado durante a gestação e lactação (TROTIER; SHIPLEY; EASTER, 1997). Por isso uma boa estratégia seria modificar a composição nutricional do leite ao invés de tentar aumentar a sua produção.

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 pelo 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). Entretanto, os resultados do presente trabalho não mostraram ocorrer diferenças quando a arginina é suplementada em níveis de até 2,5%.

A arginina é essencial para leitões nas três primeiras semanas de vida e é notavelmente deficiente no leite da fêmea suína (WU et al., 2007) devido ao seu catabolismo por tecidos em lactação (O'QUINN; KNABE; WU, 2002). As matrizes precisam de grande quantidade de aminoácidos para suportar o crescimento do tecido mamário e a síntese do leite (KIM et al. 1999b), já que aminoácidos servem como precursores para a síntese de proteínas estruturais e do leite e também da gordura do leite (BOYD et al., 1995). Alguns aminoácidos como a leucina, isoleucina, valina e lisina são inibidores da arginase (HRABAK; BAJOR; MESZAROS, 2008), enzima que degrada arginina no tecido mamário (O'QUINN; KNABE; WU, 2002), aumentando assim a disponibilidade de arginina para a síntese de proteínas do leite.

Os tratamentos não influenciaram ($P>0,05$) o número de leitões aos 20 dias, nem o peso aos 16 e 20 dias, assim como também não influenciaram o ganho de peso diário (GPD) entre o dia 2 e 16 e nem entre o dia 2 e o dia 20 (Tabela 8). Esses dados podem ser justificados pelo fato dos tratamentos também não terem alterado a composição nutricional do leite, com isso não melhorou o desempenho dos leitões.

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 (%)					CV (%)
	0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	
Leitões/matriz ao 2º dia	12,30	12,42	12,38	12,55	12,50	4,02
Leitões/matriz ao 20º dia	11,80	11,80	11,88	12,00	11,75	7,36
Peso 2º dia (kg)	1,299	1,315	1,287	1,353	1,339	17,86
Peso 16º dia (kg)	4,195	4,390	4,138	4,248	4,250	13,45
Peso 20º dia (kg)	5,153	5,332	5,072	5,228	5,287	12,75
GPD 2 a 16 dias (g)	206,91	219,65	203,63	207,89	207,94	14,73
GPD 2 a 20 dias (g)	214,11	223,17	210,27	215,29	219,34	14,00

*Todas as variáveis $P > 0,05$.

Laspiur et al. (2001) também não encontraram diferença ($P > 0,05$) para o ganho de peso do leitão ao suplementar 0,39 e 0,77% de L-Arginina. Dallanora (2014) não encontrou diferença ($P > 0,05$) no desempenho da leitegada ao suplementar 1% de L-arginina-HCl durante a lactação para fêmeas primíparas e multíparas.

Resultados opostos foram estudados por Moreira (2014), que encontrou melhora ($P < 0,05$) no desempenho dos leitões de fêmeas suplementadas com L-Arginina. Mateo et al. (2007) encontraram aumento significativo ($P < 0,05$) no ganho de peso dos leitões aos sete dias de idade, em média os leitões de matrizes suplementadas com 1% de L-Arginina-HCl ganharam 21% a mais que o grupo controle e o peso do leitão foi 8% maior também para o tratamento com arginina. Kim e Wu (2009) encontraram que o tratamento com 1% de L-Arginina-HCl aumentou em 15% o ganho de peso diário de leitões considerados com peso normal ao nascimento e leitões de baixo peso ao nascer em 40%, quando comparado aos leitões do grupo controle, provavelmente porque os leitões de baixo peso ao nascer têm capacidade reduzida de sintetizar a arginina devido ao menor tamanho e disfunção do intestino delgado (WANG et al., 2006). Sendo que leitões jovens têm deficiência de duas enzimas relacionadas à síntese de arginina, a pirrolina-5-carboxilato sintetase e N-acetilglutamato sintetase (WU et al., 2004). Lima (2010) encontrou aumento de 13% no peso da

leitegada na primeira semana de lactação, um leitão a mais foi desmamado e o peso da leitegada ao desmame foi 12% maior ao suplementar 1,0% arginina em relação ao grupo controle.

A melhora do ganho de peso dos leitões, em função da suplementação da ração com arginina nos experimentos citados acima pode ser atribuída à melhora da qualidade nutricional do leite, uma vez que os leitões não tiveram acesso à outra fonte de alimento, e em estudos que avaliaram a produção de leite e a mobilização corporal das matrizes não variaram entre os tratamentos.

A diferença encontrada no presente trabalho em relação ao desempenho da leitegada, quando comparada ao estudo de Kim e Wu (2009), Lima (2010), Mateo et al. (2007) e Moreira (2014), pode ser devido principalmente ao fato que na primeira semana de lactação as matrizes do presente trabalho tiveram um baixo consumo de ração, sendo que nos outros estudos foi justamente na primeira semana que os leitões ganharam mais peso, provavelmente pela modificação nutricional que a arginina fez no leite, mostrando assim a maior eficiência desse aminoácido no início da lactação. Portanto, no presente trabalho a hipótese é que o estresse por calor reduziu o consumo voluntário, que foi insuficiente para atingir a exigência de ingestão de arginina que acarreta em modificação nutricional do leite e conseqüentemente o desempenho dos leitões não foi alterado.

4 CONCLUSÃO

Nas condições do presente trabalho, o consumo durante a primeira semana de lactação de até 71,1 g/dia de L-Arginina não influencia o perfil nutricional do leite e os parâmetros fisiológicos da matriz suína, como os níveis de ácidos graxos não esterificados, creatina e ureia, e não influencia o desempenho da matriz suína primípara e de sua respectiva leitegada.

REFERÊNCIAS

BELSTRA, B. A.; RICHERT, B. T.; FRANK, J. W. Effect of Gestation Dietary Crude Protein Level on the Gestation and Lactation Performance of Primiparous Sows. **Swine Day**, West Lafayette, v. 1, p. 60–64, Sept. 1998.

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

BLACK, J. L. et al. Lactation in the sow during heat stress. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 35, p. 153–170, 1993.

BORTOLOZZO, F. P. et al. **Estratégias de redução do catabolismo lactacional manejando a ambiência na maternidade**. 20 set. 2011. Disponível em: <<http://www.meatworld.com.br/artigos/post/estrategias-de-reducao-do-catabolismolactacional-manejando-a-ambiencia-na-maternidade>>. Acesso em: 11 nov. 2014.

BOYD, R. D. et al. Nutrient uptake and endocrine regulation of milk synthesis by mammary tissue of lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 36–56, 1995. Suppl. 2.

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.

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.

COMA, J.; CARRION, D.; ZIMMERMAN, D. R. Use of plasma urea nitrogen as a rapid response criterion to determine the lysine requirement of pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, p. 472–481, 1995.

DALLANORA, D. **Efeito da manipulação de aminoácidos na dieta de gestação e da inclusão de arginina na dieta de lactação sobre o desempenho de matrizes suínas e leitões.** 2014. 70 p. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

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.

FARMER, C.; PRUNIER, A. High ambient temperatures: how they affect sow lactation performance. **Pig News and Information**, Farnham Royal, v. 23, p. 95-102, 2002.

FERREIRA, R. A. **Suinocultura**: manual prático de criação. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2012. 443 p.

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.

HRABAK, A.; BAJOR, T.; MESZAROS, G. The inhibitory effect of various indolyl amino acid derivatives on arginase activity in macrophages. **Amino Acids**, Wien, v. 34, p. 293-300, 2008.

IGNARRO, L. J. et al. Endothelium-derived relaxing factor produced and released from artery and vein is nitric oxide. **Proceedings of the national academy of sciences of the United States of America**, Washington, v. 84, p. 9265-9269, 1987.

KIM, S. W. et al. Changes in tissue composition associated with mammary gland growth during lactation in sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2510-2516, 1999a.

KIM, S. W. et al. Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p. 3304-3315, 1999b.

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.

LACASSE, P. et al. Local secretion of nitric oxide and the control of mammary blood flow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, p. 1369–1374, 1996.

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.

LASPIUR, J. P. et al. Effect of dietary arginine supplementation and environmental temperature on sow lactation performance. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, n. 5, p. 159-165, 2001.

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

MATEO, R. D. et al. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 137, p. 652–656, 2007.

MEIJER, A. J.; LAMERS, W. H.; CHAMULEAU, A. F. M. Nitrogen metabolism and ornithine cycle function. **Physiological Reviews**, Bethesda, v. 70, p. 701–748, 1990.

MELLO, J. P. F. 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.

MOREIRA, R. H. R. **Arginina na nutrição de matrizes suínas hiperprolíficas**. 2014. 50 p. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

NEWSHOLME, P. et al. Newinsights into amino acid metabolism, beta-cell function and diabetes. **Clinical Science**, London, v. 108, p. 185–194, 2005.

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.

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

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Influence of high ambient temperatures on performance of multiparous lactating sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, p. 2124–2134, 1999.

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.

ROSA, B. O. **Níveis de lisina digestível e de ractopamina para suínos machos imunocastrados em terminação**. 2011. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

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.

SISTEMA PARA ANÁLISES ESTATÍSTICAS: versão 9.1. Viçosa, MG : Fundação Arthur Bernardes, 2007.

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.

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. Glutathione metabolism and its implications for health. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 134, p. 489-492, 2004.

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. Pharmacokinetics and safety of arginine supplementation in animals. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 137, p. 1673-1680, 2007. Suppl.

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.