



LEONARDO DA SILVA FONSECA

**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES
SUÍNAS GESTANTES E SEUS EFEITOS
SOBRE A PROGÊNIE**

LAVRAS – MG

2016

LEONARDO DA SILVA FONSECA

**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS GESTANTES E
SEUS EFEITOS SOBRE A PROGÊNIE**

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

Orientador

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu

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).

Fonseca, Leonardo da Silva.

Arginina na nutrição de matrizes suínas gestantes e seus efeitos sobre a progênie: / Leonardo da Silva Fonseca. – Lavras: UFLA, 2016.

75 p.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2015.

Orientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Bibliografia.

1. Aminoácidos funcionais. 2. Qualidade da carne.
3. Suinocultura. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

LEONARDO DA SILVA FONSECA

**ARGININA NA NUTRIÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS GESTANTES E
SEUS EFEITOS SOBRE A PROGÊNIE**

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

APROVADA em 18 de dezembro de 2015.

Dr. Rony Antonio Ferreira	UFLA
Dr. Peter Bitencourt Faria	UFLA
Dr. Alysson Saraiva	UFV
Dra. Letícia Gomes de Moraes Amaral	UFLA

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu
Orientador

**LAVRAS – MG
2016**

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia do DZO/UFLA, pela oportunidade de cursar o doutorado em uma instituição com excelência na área de Zootecnia.

À FAPEMIG, pela bolsa de estudos concedida.

Ao CNPq e à Ajinomoto, pelo fomento.

Ao meu professor orientador Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelos ensinamentos e oportunidade dada, sempre buscando a melhoria dos seus orientados em todos os aspectos.

Ao professor Dr. Rony Antonio Ferreira e orientador de mestrado, pela amizade e incentivo na busca pelo doutorado, o qual tem grande participação nesta conquista.

Aos professores Dr. Peter Bitencourt Faria e Dra. Luciana Navajas Rennó, pela ajuda na coleta de dados e análises laboratoriais, fundamentais no desenvolvimento da tese.

A todos os funcionários da Fazenda São Paulo, que disponibilizaram toda a estrutura física, bem como o pessoal para a condução deste estudo, não medindo esforços para ajudar durante a condução.

A toda equipe do Núcleo de Estudos em Suinocultura NESUI, a qual sempre esteve presente, por toda esta jornada, com a qual aprendi muito. Em especial a Eloiza, Rennan, Rhuan, Sudário, Pedro e César, que atuaram diretamente na condução do experimento e análise dos dados.

A todos os amigos que fiz em Lavras, seja na universidade, futebol, pedaladas e no próprio prédio.

Ao apoio de fundamental importância do meu pai Geraldo e minha mãe Elaine, durante todo este período. Também a minha noiva Gabriela, que mesmo estando longe incentivou e suportou esta longa jornada.

Muito obrigado a todos!

RESUMO

Com o melhoramento genético as matrizes suínas hiperprolíficas aumentaram ainda mais os leitões por gestação. Esse fato penalizou o peso ao nascimento e a uniformidade das leitegadas, assim como aumento da mortalidade pré-natal e no pré-desmame dos leitões e maior desgaste das matrizes suínas durante a lactação. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com L-arginina na ração gestação das matrizes suínas, dos 30 aos 60 dias e dos 80 aos 114 dias de gestação, sobre o desempenho reprodutivo e produtivo e características de carcaça e qualidade de carne da progênie. Foram utilizadas 48 matrizes suínas pluríparas, de dois a seis partos, com dois tratamentos e 24 repetições por tratamento: os tratamentos consistiram de uma ração controle sem suplementação de L-arginina e controle com suplementação com L-arginina na forma *on top*, na quantidade de 1,0% da quantidade de ração fornecida. A suplementação da ração gestação com L-arginina não alterou a concentração plasmática de albumina, creatinina e ureia, porém houve efeito para a concentração desses metabólitos nos diferentes períodos de gestação. O peso médio dos leitões nascidos vivos foi influenciado positivamente pela suplementação com L-arginina, no entanto as demais características reprodutivas não foram influenciadas pelos tratamentos. O percentual de leitões nascidos com peso acima de 1,81 kg foi maior em matrizes suínas suplementadas com L-arginina em relação aos leitões provenientes das matrizes que não receberam suplementação. O peso ao desmame, na saída de creche e crescimento/terminação, não foram influenciados pela suplementação com L-arginina. Para as características de carcaça e qualidade da carne, houve efeito da suplementação em relação ao peso de abate dos animais, peso de carcaça quente e fria, temperatura aos 45 minutos pós-abate, espessura de toucinho, profundidade de lombo, área de gordura e perda por gotejamento. Não houve efeito da suplementação com L-arginina durante a gestação na composição centesimal das amostras do músculo *Longissimus dorsi*, assim como a composição percentual dos ácidos graxos, havendo efeito do tratamento e sexo para o ácido láurico (C12:0) e interação tratamento e sexo para a estimativa da atividade da C18 Dessaturase. A suplementação com L-arginina na ração de matrizes suínas em gestação não influenciou a área e diâmetro de fibras musculares da progênie ao abate. A suplementação da ração gestação de matrizes suínas com L-arginina aumenta o peso médio dos leitões nascidos vivos, assim como a porcentagem de nascidos acima de 1,81kg. O peso ao abate dos suínos oriundos de matrizes suínas suplementadas com arginina na gestação também é influenciado positivamente.

Palavras-chave: Aminoácidos funcionais. Qualidade da carne. Suinocultura.

ABSTRACT

The hyperprolific sows further increased the piglets per gestation with genetic breeding. This fact penalized birth weight and uniformity of litters, as well as increased prenatal and pre-weaning mortality of the piglets and increased the extenuation of the sows during lactation. The objective of this study was to evaluate the supplementation effect with L-arginine in the gestation diet of the sows, from 30 to 60 days and from 80 to 114 days of gestation, on reproductive and productive performance and carcass characteristics and meat quality of the progeny. Forty-eight pluriparous sows were used, from two to six parities with two treatments and 24 replicates per treatment: the treatments consisted of a control diet without L-arginine supplementation and control with L-arginine on top way, being 1.0% of the feed amount. L-arginine supplementation of the gestation diet did not alter the plasmatic concentration of albumin, creatinine and urea, however there was effect for the concentration of these metabolites in different periods of gestation. Piglets' average weight born alive was positively influenced by L-arginine supplementation; however other reproductive characteristics were not affected by treatments. The percentage of piglets born weighing over 1.81 kg was higher in sows supplemented with L-arginine compared with piglets from sows that did not receive supplementation. The weight at weaning, at the end of the nursery and growing/finishing phase were not affected by L-arginine supplementation. For carcass characteristics and meat quality, there was effect of the supplementation in relation to slaughter weight of the animals, hot and cold carcass weight, temperature at 45 minutes after slaughtering, fat thickness, loin depth, fat area and drip loss. There was no effect of L-arginine supplementation during gestation on the centesimal composition of the *Longissimus dorsi* muscle, as well as the composition of fatty acids percentage, there was effect of treatment and gender for the lauric acid (C12:0) and an interaction treatment and gender for the estimation of the C18 desaturase activity. L-arginine supplementation in the diet of gestating sows did not influence the area and diameter of muscle fibers of the progeny at slaughter. L-arginine supplementation in the diet of gestating sows increase the average weight of piglets born alive, as well, the percentage of births above 1.81kg. The slaughter weight of the swine from sows supplemented with arginine in the gestation also is influenced positively.

Keywords: Functional amino acids. Meat quality. Swine production.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

PRIMEIRA PARTE - TABELA

Tabela 1	Uso da arginina em diferentes períodos da gestação e seus efeitos sobre número e peso dos nascidos vivos.....	22
-----------------	---	----

SEGUNDA PARTE – ARTIGO - TABELAS

Tabela 1	Composição e níveis nutricionais das rações de gestação e lactação, usadas no experimento.....	60
Tabela 2	Composição das rações utilizadas para a progênie durante o período de creche.....	61
Tabela 3	Níveis nutricionais calculados das rações utilizadas para a progênie durante o período de creche.....	63
Tabela 4	Composição das rações utilizadas para a progênie durante o período de crescimento e terminação.....	64
Tabela 5	Níveis nutricionais das rações utilizadas para a progênie durante o período de crescimento e terminação.....	65
Tabela 6	Efeitos da suplementação da ração gestação com L-arginina e dos períodos gestacionais nas concentrações de albumina, creatinina e ureia no plasma das matrizes suínas.....	66
Tabela 7	Efeito da suplementação da ração gestação com L-arginina sobre as características reprodutivas das matrizes suínas.....	67
Tabela 8	Desempenho das leitegadas provenientes das fêmeas suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação.....	68
Tabela 9	Características de carcaça das progênies das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação.....	69
Tabela 10	Qualidade de carne das carcaças das progênies das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação.....	70
Tabela 11	Composição centesimal das amostras do <i>Longissimus dorsi</i> das progênies das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação.....	71
Tabela 12	Perfil de ácidos graxos, em percentual, das amostras do músculo <i>Longissimus dorsi</i> das progênies das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação.....	72

Tabela 13	Área e diâmetro das fibras musculares do músculo <i>Longissimus dorsi</i> de suínos em terminação provenientes de matrizes suplementadas ou não com L-arginina durante a gestação.....	74
------------------	--	----

SEGUNDA PARTE – ARTIGO - FIGURA

Figura 1	Efeito da suplementação da ração gestação com L-arginina na distribuição dos leitões em classes de pesos ao nascimento. Médias na mesma classe com letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).....	75
-----------------	--	----

SUMÁRIO

	PRIMEIRA PARTE	11
1	INTRODUÇÃO	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO	13
2.1	Hiperprolifividade e suas conseqüências	13
2.2	Fases gestacionais	15
2.3	Arginina e seus efeitos na suinocultura	18
3	CONSIDERAÇÕES GERAIS	23
	REFERÊNCIAS	24
	ARTIGO – SUPLEMENTAÇÃO COM ARGININA NA RAÇÃO PARA MATRIZES SUÍNAS GESTANTES E SEUS EFEITOS NA PROGÊNIE	32
	RESUMO	33
1	INTRODUÇÃO	34
2	MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1	Animais e delineamento experimental	36
2.2	Fatores ambientais	37
2.3	Variáveis analisadas	38
2.3.1	Análises sanguíneas	38
2.3.2	Variáveis de desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes suínas	38
2.3.3	Desempenho da progênie	39
2.3.4	Qualidade da carne da progênie	40
2.4	Análises estatísticas	44
3	RESULTADOS	45
4	DISCUSSÃO	48
5	CONCLUSÕES	54
6	AGRADECIMENTOS	54
7	REFERÊNCIAS	55

PRIMEIRA PARTE

1 INTRODUÇÃO

A nutrição de fêmeas suínas passa por constantes evoluções. Com isso, é necessária a adequação dos programas nutricionais ao potencial genético e nível de produção das matrizes atualmente disponíveis no mercado. As matrizes atuais apresentam-se mais precoces, mais produtivas, possuem maior peso corporal e são mais exigentes nutricionalmente. Entretanto, essas fêmeas, hiperprolíficas, não vêm sendo selecionadas para maior capacidade uterina, tendo como consequências a maior variabilidade de peso dos leitões ao nascimento e a ocorrência de maior número de leitões pequenos.

O aumento da variabilidade de peso dos leitões ao nascimento é associado à presença de um maior número de leitões de baixa viabilidade. Esses leitões competem com menos sucesso pelo alimento, especialmente durante a lactação. Com isso, esses leitões apresentam menores taxas de crescimento e conseqüentemente menor peso ao desmame. Além do mais, leitões com baixo peso sofrem no ambiente intrauterino e apresentam desenvolvimento das fibras musculares reduzido, o que leva a menores pesos e qualidade de carcaças inferiores ao abate (GONDRET et al., 2005). A nutrição da fêmea gestante pode minimizar esses problemas.

Durante a gestação, a nutrição da porca deve visar ao estabelecimento de uma adequada condição muscular do animal no momento do parto e a parição de uma leitegada numerosa e com uniformidade de peso e vigor. Essas condições podem ser manipuladas por meio do ajuste nutricional. Um dos ajustes pode ser a utilização na ração de alguns aminoácidos que participam, além da síntese proteica muscular, de funções metabólicas importantes no corpo animal, destacando-se a arginina.

Os efeitos da arginina sobre a gestação podem ser devidos à sua participação em processos que levam ao maior fluxo de nutrientes e oxigênio da porca para os fetos e assim contribuindo para o seu desenvolvimento. A arginina é utilizada em diversas vias metabólicas, incluindo a síntese de proteína, óxido nítrico, poliaminas e creatina, sendo o óxido nítrico e as poliaminas essenciais ao crescimento placentário e à angiogênese, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para os fetos (ALMEIDA, 2009).

Assim, sabendo-se que o sucesso de um sistema de produção de suínos está relacionado ao bom desempenho de suas matrizes, se faz necessário estabelecer programas nutricionais adequados nas diversas fases da vida da matriz. O uso de aminoácidos funcionais no período gestacional, como a arginina, pode ser uma das tecnologias responsáveis para melhorar o desempenho das matrizes suínas atuais, contribuindo para um número maior de leitões viáveis e uma qualidade de carcaça superior ao abate.

Com o presente estudo, objetivou-se avaliar a influência da arginina suplementada na ração de gestação em dois períodos ainda não encontrados na literatura, dos 30 aos 60 dias de gestação e dos 80 aos 114 dias de gestação, sobre o desempenho das matrizes suínas e de sua progênie.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Hiperprolificidade e suas consequências

Com o avanço do melhoramento genético, as fêmeas suínas atuais estão cada vez mais hiperprolíficas. A hiperprolificidade caracterizada pela produção de leitegadas numerosas, associada às mudanças no manejo, possibilitou em alguns sistemas a produção superior a 30 leitões desmamados/fêmea/ano (AGRINESS, 2015). A hiperprolificidade é uma característica desejável, visto a produção de um maior número de leitões para o sistema de produção, no entanto, leitões de baixa viabilidade resultantes da maior lotação intrauterina requerem maior atenção e mão de obra, sendo parte dos problemas advindos das matrizes atuais.

Com a hiperprolificidade atual, quando o número de fetos aumenta, o fluxo sanguíneo uterino também aumenta, porém não em proporção suficiente, o que reduz o fluxo para o feto e diminui o suprimento de nutrientes e oxigênio para cada (PÈRE; ETIENNE, 2000). Assim, verifica-se correlação negativa entre peso ao nascer e número de nascidos, reduzindo 25-35g no peso médio para cada leitão adicional, assim como aumento na proporção de nascidos leves, no coeficiente de variação dos pesos dentro da leitegada e na mortalidade pré-desmame (DEVILLERS et al., 2007; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; WOLF; ŽÁKOVÁ; GROENEVELD, 2008).

O manejo nutricional da matriz gestante deve considerar o desenvolvimento das estruturas orgânicas que permitem a nutrição fetal, já que o desenvolvimento adequado da placenta e do cordão umbilical é necessário para garantir o aporte de oxigênio e nutrientes para o desenvolvimento dos fetos (LIU et al., 2012). Quando não há adequado desenvolvimento, os leitões leves apresentam desempenho limitado ao longo do ciclo de produção (alta

mortalidade, pior conversão alimentar, menor ganho de peso e piora na qualidade da carne), necessitando de estratégias que diminuam a frequência de nascidos na categoria de baixa viabilidade (GONDRET et al., 2006; REHFELDT; KUHN, 2006).

Os leitões de baixo peso ao nascer apresentam menores chances de sobrevivência, devido ao menor nível de reservas corporais, alta sensibilidade ao frio e dificuldade de realização da primeira mamada (LAY JÚNIOR et al., 2002; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). A alta mortalidade até o desmame, sendo de 28,9% para leitões menores que 0,9 kg e menor que 4% para leitões acima de 1,2 kg, foi observada no trabalho de Furtado (2007). No trabalho de Quiniou, Dagorn e Gaudré (2002) também se observou mortalidade alta, sendo de 85% para leitões nascidos com peso inferior a 0,6 kg e de 52% para a faixa de 0,6-0,8 kg.

Em trabalhos avaliando peso ao nascer e desempenho subsequente, diversos autores comprovaram que existe um efeito do peso ao nascer sobre o desempenho dos leitões nas fases de creche e terminação. Rehfeldt e Kuhn (2006) avaliaram esse impacto durante a fase de terminação e concluíram que os leitões com peso ao nascimento entre 0,8 kg e 1,2 kg apresentam um menor peso vivo e menor peso de carcaça aos 182 dias de idade em relação aos leitões médios ou pesados ao nascimento. Quiniou, Dagorn e Gaudré (2002) observaram que os leitões com 0,6 kg ao nascer demoraram três semanas a mais para atingir 25 kg do que os nascidos com 2,6 kg, e a diferença entre o leitão mais leve e mais pesado foi de 5,4 kg ao desmame e aumentou para 11,9 kg aos 63 dias de idade, confirmando o efeito multiplicador de peso nas fases subsequentes.

O baixo peso ao nascer ou leitões de baixa viabilidade são chamados de leitões com crescimento intrauterino retardado (CIUR). O CIUR é decorrente do não atendimento das necessidades nutricionais, levando a redução do peso

médio e da uniformidade das leitegadas, afetando embriões e fetos de mamíferos (ALMEIDA, 2009). Uma das formas de detectar o CIUR, segundo Wu et al. (2008), é verificar se o peso ao nascimento do leitão é inferior a dois desvios-padrão da média de peso corporal para a idade gestacional.

Os leitões acometidos com CIUR apresentam alterações do trato digestivo, relacionadas à secreção de enzimas, capacidade de absorção e peso dos órgãos (XU et al., 1994), prejuízo à função renal (BAUER et al., 2002), além do efeito sobre a formação das fibras musculares (ZHU et al., 2008). Para esses leitões, os principais efeitos são: baixo peso ao nascimento, menor sobrevivência neonatal, maior susceptibilidade a doenças, reduzida taxa de crescimento pós-natal e pior qualidade da carcaça dos animais ao abate (Wu et al., 2006). Essas alterações continuam sendo observadas ao longo da vida do animal e resultam do fenômeno definido como programação fetal (FOXCROFT et al., 2006; LANGLEY-EVANS, 2006).

2.2 Fases gestacionais

A duração da gestação em suínos é em média 114 dias, podendo variar em quatro dias, para mais ou menos, dependendo da genética, linhagem, ambiente e manejo utilizados (PANZARDI et al., 2007). Durante a gestação, a necessidade nutricional da matriz é determinada pela demanda para a manutenção e o ganho materno e fetal, em proporções que são influenciadas, entre outros fatores, pelo ciclo da matriz, fase da gestação e prolificidade (ABREU et al., 2013; KIM; WU; BAKER, 2005; SILVA, 2010).

As linhagens maternas atuais possuem maior potencial para crescimento de tecido magro. Isto está associado às alterações no metabolismo em geral, sendo necessário reavaliar as exigências nutricionais e as técnicas de manejo nutricional, para otimizar o aproveitamento de nutrientes por parte dessas fêmeas modernas

(FOX-CROFT et al., 2005). Conhecendo as diferentes fases gestacionais, devemos realizar o manejo nutricional diferenciado para cada uma dessas fases.

Os principais eventos gestacionais que devemos dar atenção engloba a ligação embrio-maternal e início da formação da placenta (até os 21 dias), a formação das fibras musculares fetais, dos 21 aos 75 dias, e o significativo crescimento dos fetos dos 75 dias até o parto (FOX-CROFT; TOWN, 2004; KIM et al., 2009; McPHERSON et al., 2004).

De acordo com Jindal et al. (1996) o manejo nutricional no início da gestação tem como objetivo intensificar a sobrevivência embrionária e suprir adequadamente a formação da placenta e anexos fetais. As modificações que ocorrem na placenta em desenvolvimento, alterando a vascularização, são essenciais para o crescimento celular e para o funcionamento de uma via eficaz de trocas gasosas e de nutrientes entre a mãe e o feto (BERNARDI; WENTZ; BORTOLOZZO, 2006) e fatores que estimulam a angiogênese são essenciais para se manter uma boa eficiência placentária e assim garantir um bom desenvolvimento fetal (ALMEIDA, 2009).

Durante o terço médio da gestação, o número de fibras musculares dos fetos é estabelecido, o qual está relacionado com a eficiência do crescimento pós-natal (DWYER; FLETCHER; STICKLAND, 1993). A nutrição nesta fase deve visar à formação de fibras musculares primárias e secundárias nos fetos (FOX-CROFT; TOWN, 2004). O tecido muscular está intimamente relacionado à produção de carne, sendo aqueles leitões de menor peso apresentando menor número de fibras musculares, decorrente de um menor número de fibras que se diferenciaram durante o período de miogênese pré-natal, por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos (BÉRARD; BEE, 2010; DWYER; STICKLAND, 1991; TOWN et al., 2004; TSE et al., 2008). Quando o número de fibras é reduzido, estes leitões tornam-se menos capazes de apresentar uma recuperação em termos de desempenho e ganho de peso no período pós-natal (GONDRET et al., 2005).

Considerando como eventos principais na fase final de gestação o desenvolvimento da glândula mamária e o crescimento fetal, temos a necessidade de ganho proteico e aumento de reserva energética quando comparado à fase inicial e intermediária, resultando em aumento das exigências nutricionais da matriz (JI et al., 2005; McPHERSON et al., 2004). Em estudos realizados por Ji et al. (2005) e McPherson et al. (2004), os autores sugerem diferenciar os níveis nutricionais a partir dos 70 dias de gestação devido à ligação entre o desenvolvimento de fibras musculares dos fetos e formação do complexo mamário, visando a um melhor desempenho da leitegada ao nascer e vida reprodutiva futura da fêmea.

Outro fato a ser considerado é que, ao final da gestação, após 90-95 dias, há a continuidade do processo de hipertrofia e maturação musculares dos fetos; logo, a nutrição materna, e o fluxo de nutrientes e oxigênio pela placenta são importantes e afetam o peso ao nascimento dos leitões (ALMEIDA, 2009). Assim, as alterações qualitativas e quantitativas são direcionadas principalmente para o ganho associado ao conteúdo uterino (fetos e placenta) e à glândula mamária (JI; HURLEY; KIM, 2006; KIM, 2010; KIM et al., 2009).

Assim como em outras espécies, o crescimento fetal em suínos é estimulado com o avanço da gestação, sendo acelerado a partir de sua segunda metade (KNIGHT et al., 1977; POND; MERSMANN, 2001; WU et al., 1999). A demanda de proteína pode ser suprida através de dietas contendo fontes de ingredientes vegetais ou animais e complementada com a adição de aminoácidos industriais (KIM et al., 2009). Kim, Wu e Baker (2005) afirmaram que, a partir de 70 dias de gestação, há grande deposição proteica no organismo dos leitões em comparação a fase inicial. O mesmo ocorre com a glândula mamária, em que a deposição de lisina de 0,14g/dia é elevada a 3,41g/dia a partir de 80 dias de gestação.

Observando então as fases gestacionais, tem-se a necessidade de adequar os programas nutricionais a cada uma das fases de modo a favorecer os principais eventos. Uma nutrição equilibrada terá como consequências uma melhor taxa de sobrevivência fetal e peso ao nascimento viável para o sistema de produção, o que pode ser alcançado com o uso de aminoácidos funcionais, como a arginina.

2.3 Arginina e seus efeitos na suinocultura

A subnutrição aminoacídica em fêmeas suínas gestantes resulta em baixas concentrações de arginina na placenta e plasma fetal, bem como diminuição da atividade do óxido nítrico sintase placentária e ornitina descarboxilase (WU et al., 1998). A arginina pode ser uma aliada para a melhoria das condições uterinas necessárias para o bom desenvolvimento fetal, ela é o carreador de nitrogênio mais abundante em fetos suínos e um dos principais aminoácidos depositados em tecidos fetais (WU et al., 1999) e no fluido alantoideano (WU et al., 1996).

A arginina é um aminoácido condicionalmente essencial produzido no organismo, porém em quantidade insuficiente para todas as necessidades (FLORA FILHO; ZILBERSTEIN, 2000). Esse aminoácido desempenha múltiplas funções no metabolismo animal, servindo de substrato para a síntese de proteína, como intermediária no ciclo da ureia e como precursora na síntese de vários compostos metabólicos importantes incluindo a prolina, ornitina, poliaminas e óxido nítrico (KIM et al., 2007; WU; MORRIS JÚNIOR, 1998). Metabólitos essenciais para o crescimento placentário e angiogênese, regulando o fluxo sanguíneo e a transferência de nutrientes, oxigênio e amônia entre mãe e feto (BIRD; ZHANG; MAGNESS, 2003; WU et al., 1998). Além disso, atua na

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

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). Desse modo, sugere-se que muitos tipos celulares utilizam a arginina como precursor de óxido nítrico, sendo este metabólito importante em vários processos, incluindo a vasodilatação, resposta imune, neurotransmissão e adesão de plaquetas e leucócitos, sendo, por isso, frequente em várias áreas de pesquisa, inclusive na suinocultura (MATEO et al., 2007, 2008).

O óxido nítrico é uma molécula gasosa simples, altamente lipofílica e é sintetizada a partir da arginina, sendo um importante regulador de vários processos reprodutivos de fêmeas, como a manutenção da gestação e parto (ROSSELLI; KELLER; DUBEY, 1998), crescimento e desenvolvimento placentário (KWON et al., 2004), maior vasodilatador das células endoteliais (WU; MEININGER, 2000), e desempenha papel importante na regulação do fluxo sanguíneo placentário e, portanto, na transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (BIRD; ZHANG; MAGNESS, 2003). O fluxo sanguíneo e a angiogênese são regulados pelo óxido nítrico derivado da arginina (LACASSE; PROSSER, 2003; MEININGER; WU, 2002). Um aumento na síntese do óxido nítrico durante o terço final da gestação pode contribuir para melhor transferência de substratos vitais do sangue materno ao feto (MANSER; LEESE; HOUGHTON, 2004).

A ornitina descarboxilase é a enzima reguladora-chave responsável pelo início da síntese de poliaminas a partir do seu substrato, a ornitina catalisando a síntese de putrescina, a qual pode ser convertida em espermidina e espermina (WU et al., 2005), e também importante na remodelação e maturação intestinal

(WU; FLYNN; KNABE, 2000). Nas células mamíferas, prolina e arginina são substratos potenciais para a síntese de ornitina (WU; MORRIS JÚNIOR, 1998).

As poliaminas sintetizadas a partir da ornitina são essenciais para a proliferação e diferenciação de células, além de serem reguladoras-chave de embriogênese, angiogênese, desenvolvimento placentário e embrionário de mamíferos (WU et al., 2004), são também importantes na regulação da expressão gênica, transdução de sinais, e síntese de DNA e proteínas (IGARASHI; KASHIWAGI, 2000).

Na gestação, as exigências de proteína e aminoácidos aumentam progressivamente devido à maior retenção de nitrogênio nos fetos e estruturas relacionadas ao desenvolvimento da glândula mamária. Portanto, a suplementação da ração de gestação com aminoácidos funcionais pode resultar em melhor desempenho reprodutivo das matrizes suínas, com leitegadas de qualidade superior (peso e uniformidade).

Desse modo, estudos utilizando a arginina têm sido realizados e considerado como o maior avanço na nutrição de matrizes gestantes (BÉRARD; BEE, 2010; LI et al., 2010; MATEO et al., 2007; WU et al., 2010). Segundo Flynn et al. (2002) e Wu et al. (2004), uma forma muito eficiente de aumentar a angiogênese placentária é modular os padrões de arginina-óxido nítrico e poliaminas. No entanto, várias são as divergências quanto aos resultados.

Li et al. (2010) sugerem que o uso da arginina não deve ser iniciado antes dos 14 dias de gestação. Para o nível, estudos indicam a suplementação ideal sendo de 1,0% de L-arginina (LIMA, 2010; WU et al., 2007, 2013). Gao et al. (2012) e Mateo et al. (2007) avaliaram a suplementação com arginina dos 30 aos 114 dias e dos 22 aos 114 dias de gestação, respectivamente, os autores observaram aumento no número de nascidos vivos.

Em estudo utilizando a arginina dos 14 aos 28 dias de gestação, Ramaekers, Kemp e Van Der Lende (2006) obtiveram um aumento de 0,8

leitões nascidos totais por leitegada. Utilizando o mesmo período de suplementação, Bérard e Bee (2010) observaram o aumento de 3,7 fetos viáveis no dia 75 de gestação de leitoas. Hazeleger et al. (2007) relataram que a vascularização da placenta e a sobrevivência fetal foi de 68% e 77% para controle e suplementada, respectivamente, sendo maiores no dia 35 de gestação para as leitoas que receberam suplementação dos 15 aos 28 dias de gestação.

Utilizando arginina em dois momentos, dos 30 aos 90 e dos 20 aos 114 dias de gestação, Che et al. (2013) observaram que com a suplementação até os 114 dias de gestação houve redução de natimortos, maior peso de leitegada total e viva, indicando vantagens de estender o uso até o parto. Liu et al. (2012) utilizaram arginina dos 90 aos 107 dias de gestação e observaram uma redução no número de natimortos e aumento no peso dos nascidos vivos.

Quesnel et al. (2014) fornecendo arginina dos 77 dias de gestação ao parto observaram que o coeficiente de variação do peso ao nascer dos leitões vivos foi menor em relação ao controle. A arginina pode influenciar positivamente a fase primária da formação de células musculares, podendo ter implicações importantes para o crescimento pós-natal muscular, composição da carcaça e a qualidade da carne (BÉRARD; BEE, 2010).

Vários estudos foram realizados, portanto o período de utilização se encontra como uma incógnita, já que os resultados se mostram variáveis, o que pode ser observado no resumo dos trabalhos na Tabela 1.

Tabela 1 Uso da arginina em diferentes períodos da gestação e seus efeitos sobre número e peso dos nascidos vivos

	Período de fornecimento, dias de gestação	Controle	Arginina	Impacto, %	P	Estudo
Nascidos vivos, n	30 aos 114	9,37	11,40	21,67	<0,05	Mateo et al. (2007)
Peso ao nascer, kg		1,41	1,46	3,55	>0,05	
Peso ao nascer, kg	30 aos 114	1,43	1,44	0,70	>0,05	Mateo et al. (2008)
Nascidos vivos, n	90 aos 114	15,07	13,86	-8,03	>0,05	Lima (2010)
Peso ao nascer, kg		1,35	1,38	2,22	>0,05	
Nascidos vivos, n	93 aos 114	13,59	13,92	2,43	>0,05	Bass et al. (2011)
Peso ao nascer, kg		1,41	1,42	0,71	>0,05	
Nascidos vivos, n	22 aos 114	11,25	12,35	9,80	<0,05	Gao et al. (2012)
Peso ao nascer, kg		1,41	1,45	2,84	>0,05	
Nascidos vivos, n	90 aos 114	9,78	10,87	11,15	>0,05	Liu et al. (2012)
Peso ao nascer, kg		1,44	1,50	4,20	<0,05	
Nascidos vivos, n	30 aos 90	10,19	10,58	3,83	>0,05	Che et al. (2013)
Peso ao nascer, kg		1,48	1,39	-6,08	>0,05	
Nascidos vivos, n	30 aos 114	10,19	11,81	15,90	<0,05	Che et al. (2013)
Peso ao nascer, kg		1,48	1,50	1,35	>0,05	
Nascidos vivos, n	77 aos 114	13,80	14,90	7,97	>0,05	Quesnel et al. (2014)
Peso ao nascer, kg		1,46	1,52	4,11	>0,05	
Nascidos vivos, n	25 aos 53	12,87	13,20	2,56	>0,05	Garbossa et al. (2015)
Peso ao nascer, kg		1,38	1,43	3,60	<0,05	

3 CONSIDERAÇÕES GERAIS

As matrizes suínas atuais, que passaram por melhoramento genético, possuem um desenvolvimento mais rápido, maior peso corporal e são hiperprolíficas. A hiperprolificidade, por sua vez, nos proporciona em sistemas bem manejados até 35 leitões desmamados/porca/ano. No entanto, essa maior produção de leitões reduz o peso médio ao nascimento da leitegada, aumentando aqueles considerados de baixa viabilidade.

Leitões nascidos com baixo peso levam mais tempo para atingirem o peso ao abate e podem apresentar uma pior qualidade de carcaça. Intervenções na nutrição das matrizes gestantes podem levar ao maior peso dos leitões ao nascimento, assim como fibras musculares desenvolvidas corretamente, em que o desempenho pós-natal não seria afetado.

Alternativas têm sido estudadas buscando reduzir os efeitos da lotação uterina, favorecendo a nutrição dos fetos e seu adequado desenvolvimento. Entre as alternativas, a arginina surge como um dos principais aminoácidos estratégicos, pois participa de várias vias metabólicas importantes ao desenvolvimento da placenta, vascularização e nutrição fetal. Entretanto, não se estabeleceu ainda o período da gestação para o adequado fornecimento da arginina.

REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.T et al. Atualizando a nutrição de porcas hiperprolíficas. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE SUINOCULTURA, 6., 2013, Chapecó. **Anais...** Chapecó: [s. n.], 2013. p. 70-92.

AGRINESS. Disponível em: <<http://melhoresdasuinocultura.com.br/dados/edicoes>>. Acesso em: 10 dez. 2015.

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

BASS, B. E. et al. Influence of dietary L-arginine supplementation to sows during late gestation on sow and litter performance during lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, p. 64, 2011. E-Suppl. 2.

BAUER, R. et al. Intrauterine growth restriction reduces nephron number and renal excretory function in newborn piglets. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 176, p. 83-90, 2002.

BÉRARD, J.; BEE, G. Effects of dietary L-arginine supplementation to gilts during early gestation on foetal survival, growth and myofiber formation. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 10, p. 1680–1687, 2010.

BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Desenvolvimento do conceito suíno e fatores que predispõem à mumificação. In: SIMPÓSIO UFRGS SOBRE PRODUÇÃO, REPRODUÇÃO E SANIDADE SUÍNA, 1., 2006, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: UFRGS, 2006. p. 236-250.

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

CHE, L. et al. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows Czech. **Journal Animal Science**, Cahampaign, v. 58, p. 167–175, 2013.

DEVILLERS, N. et al. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, Cambridge, v. 1, n. 7, p. 1033–1041, 2007.

DWYER, C. M.; FLETCHER, J. M.; STICKLAND, N. C. Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3339-3343, 1993.

DWYER, C. M.; STICKLAND, N. C. Sources of variation in myofibre number within and between litters of pigs. **Animal Production**, Edinburgh, v. 52, n. 3, p. 527-533, June 1991.

FLORA FILHO, R.; ZILBERSTEIN, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. Metabolismo, síntese e funções. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 46, n. 3, p. 265-271, 2000.

FLYNN, N. E. et al. The metabolic basis of arginine nutrition and pharmacotherapy. **Biomedicine Pharmacotherapy**, Paris, v. 56, p. 427–438, 2002.

FOXCROFT, G. R. et al. Recognizing the characteristics of our new dam lines. In: ALLEN D. LEMAN SWINE CONFERENCE, 1., 2005, St. Paul. **Proceedings**...St. Paul: University of Minnesota, 2005. p. 130-138.

FOXCROFT, G. R. et al. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 13, p. 105-112, Apr. 2006.

FOXCROFT, G. R.; TOWN, S. Prenatal programming of postnatal performance: the unseen cause of variance. **Advances in Pork Production**, Edmonton, v. 15, p. 269-279, 2004.

FURTADO, C. S. D. **Influência do peso ao nascimento e de lesões no desempenho de leitões lactentes**. 2007. 45 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2007.

GAO, K. et al. Dietary L - arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. **Amino Acids**, Wien, v. 42, p. 2207-2214, 2012.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Effects of ractopamine and arginine dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 93, p. 2872–2884, 2015.

GONDRET, F. et al. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 93, n. 2, p. 137-146, Nov. 2005.

GONDRET, F. et al. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 93-103, 2006.

HAZELEGER, W. et al. Effect of Progenos on placenta and fetal development in pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, p. 98, 2007. (Suppl. 2).
IGARASHI, K.; KASHIWAGI, K. Polyamines: mysterious modulators of cellular functions. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, Orlando, v. 271, n. 3, p. 559-564, May 2000.

JI, F. et al. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 83, p. 366-375, 2005.

JI, F.; HURLEY, W. L.; KIM, S. W. Characterization of mammary gland development in pregnant gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 579-587, 2006.

KIM, S. W. et al. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 20, p. 295–306, 2007.

KIM, S. W. et al. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, p. 123–132, 2009.

KIM, S. W. Recent advances in sow nutrition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 39, p. 303-310, 2010.

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, v. 26, n. 4, p. 89-99, 2005.

KNIGHT, J. W. et al. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: interrelations among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 44, p. 620-637, 1977.

KWON, H.; WY, G. et al. Developmental changes in nitric oxide synthesis in the ovine placenta. **Biology of Reproduction**, Champaign, v. 70, n. 3, p. 679-686, Mar. 2004.

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

LANGLEY-EVANS, S. C. Developmental programming of health and diseases. **Proceedings of the Nutrition Society**, London, v. 65, p. 97-105, 2006.

LAY JÚNIOR et al. Preweaning survival in swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, p. 74- 86, 2002.

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

LIU, X. D. et al. Effects of dietary L-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR-221/222, VEGFA and eNOS expression in umbilical vein. **Amino Acids**, Wien, v. 42, p. 2111- 2119, 2012.

LI, X. et al. Dietary supplementation with 0.8% L-Arginine between days 0 and 25 of gestation reduces litter size in gilts. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 140, n. 1111–1116, 2010.

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

MATEO, R. D. et al. Dietary l-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 137, p. 652-656, 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, p. 827-835, 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.

MCPHERSON, R. L. et al. Fetal growth and compositional changes of fetal tissues in the pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 82, p. 2534-2540, 2004.

MEININGER, C. J.; WU, G. Regulation of endothelial cell proliferation by nitric oxide. **Methods in enzymology**, New York, v. 352, p. 280–295, 2002.

PANZARDI, A. et al. Eventos cronológicos da gestação: da deposição dos espermatozóides no trato reprodutivo feminino ao desenvolvimento dos fetos. In: _____. **Suinocultura em ação: a fêmea suína gestante**. 4. ed. Porto Alegre: UFRS, 2007. p. 43-71.

PÉRE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, Paris, v. 40, p. 369-382, 2000.

POND, W. G.; MERSMANN, H. J. General characteristics. In: _____. **Biology of the domestic pig**. Ithaca: Cornell University, 2001. p. 1-40.

QUESNEL, H. et al. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 92, n. 4, p. 1445-1450, 2014.

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

RAMAEKERS, P.; KEMP, B.; VAN DER LENDE, T. Progenos in sow increases number of piglets born. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 394, 2006.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 13, p. 113-123, Apr. 2006.

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.

SILVA, B. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO SUÍNA, 5., 2010, Campinas. **Anais...** Campinas: Unicamp, 2010. 1 CD ROM.

TOWN, S. C. et al. Number of conceptuses in utero affects porcine foetal muscle development. **Reproduction**, Cambridge, v. 128, p. 443-454, 2004.

TSE, W. Y. et al. Uterine crowding in the sow affects litter sex ratio, placental development and embryonic myogenin expression in early gestation. **Reproduction Fertility & Development**, Melbourne, v. 20, n. 4, p. 497-504, Apr. 2008.

WOLF, J.; ŽÁKOVÁ, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. **Livestock Science**, Oxford, v. 115, p. 195–205, 2008.

WU, G. et al. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: Mechanisms and implications for swine production. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 88, p. E195-E204, 2010. Suppl.

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

WU, G. et al. Arginine deficiency in preterm infants: biochemical mechanisms and nutritional implications. **Journal of Nutritional Biochemical**, Oxford, v. 15, n. 8, p. 442–451, 2004.

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

WU, G. et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock Science**, Oxford, v. 112, p. 8–22, 2007.

WU, G. et al. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, p. 2316-2337, 2006.

WU, G. et al. Intrauterine growth retardation in livestock: implications, mechanisms and solutions. **Archiv Fur Tierzucht**, Rostock, v. 51, n. 1, p. 4-10, 2008.

WU, G. et al. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biology Reproduction**, Champaign, v. 72, n. 4, p. 842-850, Apr. 2005.

WU, G. et al. Unusual abundance of arginine and ornithine in porcine allantoic fluid. **Biology Reproduction**, Champaign, v. 54, n. 6, p. 1261-1265, June 1996.

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

WU, G. et al. Maternal dietary protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in placenta and endometrium of pigs during early gestation. **Journal of Nutrition**, Rockville, v. 128, p. 2395-2402, 1998.

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

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

XU, R. J. et al. Impact of intrauterine growth retardation on the gastrointestinal tract and the pancreas in newborn pigs. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, Philadelphia, v. 18, p. 231-240, 1994.

ZHU, M. J. et al. AMP-activated protein kinase signalling pathways are down regulated and skeletal muscle development impaired in fetuses of obese, over-nourished sheep. **Journal of Physiology**, London, v. 586, p. 2651-2664, 2008.

SEGUNDA PARTE**NORMAS DA REVISTA *LIVESTOCK SCIENCE*****ARTIGO – SUPLEMENTAÇÃO COM ARGININA NA RAÇÃO PARA
MATRIZES SUÍNAS GESTANTES E SEUS EFEITOS NA PROGÊNIE**

Leonardo da Silva Fonseca^a, Eloiza Lanferdini^a, Rennan Herculano Rufino
Moreira^a, Rhuan Filipe Chaves^a, Pedro Henrique Perazolli^b, Luciana Navajas
Rennó^c, Peter Bitencourt Faria^d, Cesar Augusto Pospissil Garbossa^b, Márvio
Lobão Teixeira de Abreu^{*a}

^aDepartamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras,
Lavras, 37200-000, Brasil.

^bDepartamento de Zootecnia, Universidade Federal de Minas Gerais,
Belo Horizonte, 31270-901, Brasil.

^cDepartamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa,
Viçosa, 36570-900, Brasil.

^dDepartamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras,
Lavras, 37200-000, Brasil.

[*marvioabreu@gmail.com](mailto:marvioabreu@gmail.com)

RESUMO

Com o melhoramento genético, a hiperprolificidade penalizou o peso ao nascimento e a uniformidade das leitegadas, assim como aumento da mortalidade pré-natal e no pré-desmame dos leitões e maior desgaste das matrizes suínas durante a lactação. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com L-arginina na ração gestação de matrizes suínas, dos 30 aos 60 dias e dos 80 aos 114 dias de gestação, sobre o desempenho reprodutivo e produtivo e características de carcaça e qualidade de carne da progênie. Foram utilizadas 48 matrizes suínas pluríparas, de dois a seis partos, com dois tratamentos e 24 repetições por tratamento: os tratamentos consistiram de uma ração controle sem suplementação de L-arginina e controle com suplementação com L-arginina na forma *on top*, na quantidade de 1,0% da quantidade de ração fornecida. A suplementação da ração gestação com L-arginina não alterou a concentração plasmática de albumina, creatinina e ureia, porém houve efeito para a concentração desses metabólitos nos diferentes períodos de gestação. O peso médio dos leitões nascidos vivos foi influenciado positivamente pela suplementação com L-arginina, no entanto as demais características reprodutivas não foram influenciadas pelos tratamentos. O percentual de leitões nascidos com peso acima de 1,81 kg foi maior em matrizes suínas suplementadas com L-arginina em relação aos leitões provenientes das matrizes que não receberam suplementação. O peso ao desmame, na saída de creche e crescimento/terminação não foram influenciados pela suplementação com L-arginina. Para as características de carcaça e qualidade da carne, houve efeito da suplementação em relação ao peso de abate dos animais, peso de carcaça quente e fria, temperatura aos 45 minutos pós-abate, espessura de toucinho, profundidade de lombo, área de gordura e perda por gotejamento. Não houve efeito da suplementação com L-arginina durante a gestação na composição centesimal das amostras do músculo *Longissimus dorsi*, assim como a composição percentual dos ácidos graxos, havendo efeito do tratamento e sexo para o ácido láurico (C12:0) e interação tratamento e sexo para a estimativa da atividade da C18 Dessaturase. A suplementação com L-arginina na ração de matrizes suínas em gestação não influenciou a área e diâmetro de fibras musculares da progênie ao abate. A suplementação da ração gestação de matrizes suínas com L-arginina aumenta o peso médio dos leitões nascidos vivos, assim como a porcentagem de nascidos acima de 1,81kg. O peso ao abate dos suínos oriundos de matrizes suínas suplementadas com arginina na gestação também é influenciado positivamente.

Palavras-chave: aminoácidos funcionais, qualidade da carne, suinocultura.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o melhoramento genético enfatizou a seleção de matrizes suínas hiperprolíficas, impactando no aumento de leitões por gestação. Entretanto, a alta prolificidade das fêmeas suínas atuais, alcançada com o aprimoramento do material genético, resultou em desafios a serem enfrentados pelo sistema de produção. Esse fato levou a um efeito direto sobre a qualidade dos leitões, penalizando o peso ao nascimento e a uniformidade das leitegadas, assim como aumento da mortalidade pré-natal e no pré-desmame dos leitões e maior desgaste das matrizes suínas durante a lactação.

A arginina é o aminoácido mais estudado na tentativa de minimizar e/ou reduzir os efeitos da superlotação uterina sobre o tamanho e qualidade da leitegada. Os aminoácidos da família da arginina (arginina, prolina e glutamina) são substratos essenciais para um bom desenvolvimento da placenta e de fetos suínos (Wu et al., 2004). Sua utilização se dá em virtude do seu papel na regulação da angiogênese, desenvolvimento vascular e, portanto, nas funções da veia umbilical e da placenta, providenciando maior aporte de nutrientes e oxigênio da porca para os fetos (Liu et al., 2012).

A arginina é classificada como nutricionalmente essencial para fetos e neonatos (Wu et al., 2010). Assim, alterações na nutrição fetal e no estado endócrino podem influenciar mudanças adaptativas e de desenvolvimento, mudanças estruturais, fisiológicas e metabólicas, e crescimento pós-natal (Chmurzyńska, 2010). O uso da arginina durante a gestação pode melhorar o desempenho reprodutivo e produtivo das fêmeas, visto os benefícios de sua participação em diversos processos.

Os estudos utilizando arginina buscam demonstrar qual o melhor nível de suplementação e por quanto tempo seria o fornecimento desse aminoácido

durante a gestação. Diante desse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com L-arginina na ração gestação de matrizes suínas, dos 30 aos 60 dias e dos 80 aos 114 dias de gestação, sobre o desempenho reprodutivo e produtivo e características de carcaça e qualidade de carne da progênie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todos os procedimentos realizados durante o experimento foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso dos Animais da Universidade Federal de Lavras, identificado pelo protocolo 076/2013.

2.1 Animais e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em granja comercial, localizada no município de Oliveira, Minas Gerais, Brasil. Foram utilizadas 48 matrizes suínas pluríparas, de dois a seis partos, de linhagem híbrida comercial hiperprolíficas (Dan Bred 90). As matrizes suínas foram inseminadas com um mesmo grupo de machos e distribuídas em dois tratamentos, considerando peso e ordem de parição semelhantes entre os tratamentos. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com dois tratamentos e 24 repetições por tratamento, sendo a matriz considerada a unidade experimental: os tratamentos consistiram de uma ração controle sem suplementação de L-arginina e controle com suplementação com L-arginina na forma *on top*, na quantidade de 1,0% da quantidade de ração fornecida.

As matrizes suínas foram alojadas em galpão de gestação em gaiolas individuais contendo uma chupeta e comedouro tipo calha. Aos 110 dias de gestação foram transferidas para o setor de maternidade. A ração de gestação (Tabela 1) e o manejo alimentar utilizados foram os mesmos adotados pela granja. A suplementação do aminoácido foi feita na forma *on top*, sendo o mesmo adicionado a ração no momento do fornecimento às matrizes suínas, na quantidade de 1,0% do total de ração ofertado. O fornecimento do aminoácido foi dos 30 aos 60 dias de gestação e dos 80 dias de gestação ao parto (114 dias). O manejo alimentar adotado na granja foi o de fornecimento em uma vez diária

de 1,8 kg até os 80 dias de gestação, 3,0 kg dos 81 aos 110 dias de gestação e 4,5 kg dos 111 dias de gestação até o parto. A água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental.

As matrizes foram alojadas aos 110 dias de gestação na maternidade, sendo a maternidade provida de celas parideiras, contendo escamoteador com piso aquecido e lâmpada para manutenção da temperatura ideal aos leitões. A ração lactação (Tabela 1) foi a mesma adotada pela granja, e o manejo alimentar para as matrizes suínas, em lactação, adotado foi de um fornecimento de 7,0 kg/dia de ração por fêmea. A água foi fornecida à vontade durante toda a lactação.

Com relação à progênie, na creche, todas as leitegadas provenientes das matrizes suplementadas ou não com L-arginina foram alojadas com separação por sexo em baias coletivas de piso vazado, em que a densidade era de 0,23m²/animal. Aos 63 dias, foram transferidos para o setor de crescimento/terminação (140 dias), em baias de piso compacto com lâmina d'água, usando densidades de 0,68 e 1,03m²/animal, para crescimento e terminação, respectivamente. As composições e os níveis nutricionais calculados das rações (Tabelas 2, 3, 4 e 5) utilizadas na alimentação no período de creche, crescimento e terminação foram os mesmos utilizadas pela granja, assim como o manejo alimentar.

2.2 Fatores ambientais

O ambiente interno nos galpões de gestação e maternidade foi monitorado por *datalogger*, registrando temperatura e umidade a cada dez minutos, instalados à meia altura dos animais.

2.3 Variáveis analisadas

Foram analisadas diversas variáveis, as quais se encontram detalhadas a seguir.

2.3.1 Análises sanguíneas

Foram realizadas colheitas de sangue nas matrizes suínas aos 30, 60, 90 e 114 dias de gestação para determinação das concentrações plasmáticas de albumina, creatinina e ureia. A colheita de sangue foi realizada na veia jugular e o sangue acondicionado em tubos de 4 mL estéreis a vácuo com anticoagulante (K₃EDTA) (Labor Import, Brasil). As amostras foram transportadas em caixa térmica com gelo até o laboratório da granja, onde foram centrifugadas a 2.000 rpm por 15 minutos, para obtenção do plasma sanguíneo. Em seguida, o plasma foi armazenado a -20 °C para posteriores análises. As análises foram realizadas em equipamento analisador de química, modelo BS200E (Mindray, China). Os kits utilizados foram: Albumina Monoreagente K040 (albumina), Creatinina Cinética K067 (creatinina) e Ureia Uv K056 (Bioclin Quibasa, Brasil).

2.3.2 Variáveis de desempenho produtivo e reprodutivo das matrizes suínas

As fêmeas foram pesadas 24 horas após o parto e ao desmame para cálculo da mobilização corporal durante a lactação. Após o parto, houve a pesagem das placentas para o cálculo da eficiência placentária total (peso da placenta/peso da leitegada total). Para obtenção da eficiência placentária individual (peso da placenta do leitão/peso do leitão) foi utilizada uma técnica que consistia na identificação dos cordões umbilicais no momento do parto.

Com a expulsão do leitão ao parto, era realizada uma intervenção para que o cordão não se rompesse, amarrando um fio de algodão identificado (identificação através de nós) na parte do cordão umbilical que retornaria para o útero da fêmea. Com isso, na expulsão da placenta total, as placentas eram identificadas segundo o fio de algodão e correlacionada com o peso do leitão nascido. Vinte e quatro horas após o parto, os leitões foram uniformizados entre as porcas do mesmo tratamento, mantendo-se o número de leitões semelhantes (12 ou 13 leitões por leitegada), de acordo com o número de tetos viáveis de cada fêmea.

Após o desmame, as matrizes suínas receberam o mesmo manejo de identificação do estro, que consistiu na exposição à presença 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. As variáveis analisadas para verificação do desempenho das matrizes suínas foram: número de leitões nascidos vivos, natimortos, mumificados, nascidos totais, peso dos leitões nascidos vivos, nascidos totais e peso da leitegada.

2.3.3 Desempenho da progênie

Os leitões foram pesados individualmente ao parto, possibilitando o cálculo da variação do peso ao nascimento dentro de cada leitegada. Ao desmame (21 dias), os leitões foram identificados através de brincos, pesados e encaminhados ao setor de creche. Aos 63 dias de idade os leitões foram pesados e transferidos para o setor de crescimento/terminação, onde permaneceram até os 140 dias de idade.

2.3.4 Qualidade da carne da progênie

Para as análises laboratoriais de qualidade e composição da carcaça da progênie, foram utilizados 24 suínos terminados. Os animais (6 machos e 6 fêmeas por tratamento) foram selecionados pelo peso médio ao abate aos 140 dias de idade e classificados em: leitões provenientes de matrizes suínas suplementadas durante a gestação e leitões provenientes de matrizes suínas não suplementadas durante a gestação. Os animais foram submetidos a jejum, e encaminhados ao frigorífico para avaliação e colheita de amostras ao abate em frigorífico com inspeção federal localizado no município de Lavras, MG. Após dessensibilização elétrica, os animais foram sangrados e eviscerados, sendo as carcaças preparadas e pesadas antes e após o resfriamento durante 24 horas para determinação das perdas por gotejamento. As medidas de profundidade de lombo e espessura de toucinho no ponto P2 foram tomadas no dia da pesagem da carcaça fria, de acordo com a ABCS (1973).

A área de olho de lombo e área de gordura foram avaliadas através de imagens pelo programa *Image J*[®] IJ 1.46r (Rasband and Ferreira, 2012) após digitalização da figura obtida pelo desenho do contorno do músculo *Longissimus dorsi* e da gordura subcutânea na região da décima costela. A temperatura e o pH foram medidos aos 45 minutos e 24 horas após o abate no músculo *Longissimus dorsi* da meia carcaça esquerda, na altura da 12^o costela. Esses parâmetros foram mensurados utilizando-se termômetro e pHmetro, com sonda de penetração (Hanna Instruments, Romênia).

Vinte e quatro horas após o abate foram retiradas as amostras do músculo *Longissimus dorsi* das meias-carcaças esquerdas para análises subsequentes. Os cortes foram identificados e transportados sob refrigeração para o Laboratório Central de Análises do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras.

Para realização da análise de cor, foi utilizado colorímetro MINOLTA CR 200b (Osaka - Japão), operando no sistema CIEL*a*b*, com iluminante D65. Na cor, ainda foram determinados os índices de saturação (C*) e o ângulo de tonalidade (h*), que foram calculados pelas seguintes fórmulas: $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$ e; $h^* = \tan^{-1}(b^*/a^*)$ (Ramos e Gomide, 2007). As leituras foram realizadas na superfície do corte músculo *Longissimus dorsi* exposta à atmosfera ambiente pelo período de 30 minutos. A leitura da cor foi realizada na superfície do corte pelas unidades L* (luminosidade), a* (vermelho) e b* (amarelo), com o aparelho calibrado para um padrão branco-ladrilho. Foram realizadas leituras em três cortes dentro do mesmo músculo e em três pontos distintos dentro de cada corte.

A determinação da perda de peso por cozimento foi realizada segundo a metodologia descrita por Amasa (1978). Foram utilizadas três fatias do músculo *Longissimus dorsi*. As amostras identificadas foram pesadas em balança semianalítica, embaladas em papel alumínio e cozidas em chapa a 150 °C até atingir a temperatura interna de 72 °C ± 2 °C. Após o cozimento, as amostras foram resfriadas à temperatura ambiente e novamente pesadas. A diferença entre o peso inicial e final das amostras corresponde à perda de peso no cozimento (%).

As amostras utilizadas para a perda de peso por cozimento foram utilizadas para a análise de textura objetiva. As amostras cozidas foram cortadas em pedaços com dimensões de 2,0 x 1,0 x 1,0 cm, com o maior comprimento no sentido longitudinal das fibras musculares, conforme metodologia de Froning & Uijttenboogarte (1988). As amostras foram seccionadas no sentido transversal das fibras musculares, utilizando uma sonda Warner Bratzler acoplada a um Texturômetro modelo TA XT-2, sendo realizada em sextuplicata.

As amostras, para a determinação da composição centesimal, foram homogeneizadas em multiprocessador até a obtenção de massa homogênea. A proteína foi quantificada pelo método de Kjeldahl, os lipídeos foram extraídos pelo método Soxhlet, a umidade em estufa a 105 °C até a obtenção de peso

constante, e as cinzas em mufla a 550 °C (AOAC, 2000). As análises foram realizadas em triplicata.

Para a análise de ácidos graxos, os lípidos foram extraídos de acordo com os procedimentos descritos por Folch et al. (1957), sendo esterificados e separados (Hartman e Lago, 1973). A análise dos ácidos graxos foi realizada por cromatografia de gás em cromatógrafo Shimatzu CG 2010 (Agilent Technologies Inc., Palo Alto, CA, EUA), equipado com um detector de ionização de chama, injetor de separação a uma taxa de 1:50 e capilar de coluna Supelco SPTM -2560, 100 m x 0,25 mm x 0,20 µm (Supelco Inc., Bellefonte, PA, EUA).

As condições cromatográficas foram: temperatura inicial da coluna de 140 °C/5 minutos; aumento de 4 °C/minuto para 240 °C e mantida durante 30 minutos, totalizando 60 minutos. A temperatura do injetor foi de 260 °C e a do detector de 260 °C. O gás de transporte utilizado foi o hélio. Os ácidos graxos foram identificados por comparação com os tempos de retenção apresentados pela cromatografia padrão SupelcoTM37 padrão FAME e expressa em percentual (%) do total de ácidos graxos identificados e posteriormente agrupados em: total de ácidos graxos saturados, total de ácidos graxos monoinsaturados e total de ácidos graxos polinsaturados.

A atividade da enzima $\Delta 9$ dessaturase e elongase foi estimada de acordo com Malau-Aduli et al. (1998) e Kazala et al. (1999). Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade, considerados como um indicador de saúde relacionado com o risco de doença cardiovascular, foram calculados de acordo com Ulbricht e Southgate (1991).

Foi calculado o índice de atividade das enzimas $\Delta 9$ -dessaturase^{C¹⁶} e $\Delta 9$ -dessaturase^{C¹⁸} através das seguintes equações: $100 [(C16:1 \text{ cis-9})/(C16:1 \text{ cis-9} + C16:0)]$ e $100 [(C18:1 \text{ cis-9})/(C18:1 \text{ cis-9} + C18:0)]$, respectivamente. O índice de Elongase^{C¹⁶-C¹⁸} foi calculado de acordo com a equação: $100 [(C18:0 + C18:1$

cis-9)/(C16:0 + C16:1 cis-9 + C18:0 + C18:1 cis-9)] e está relacionado às transformações no perfil lipídico da carne, principalmente no aumento dos teores de ácido esteárico (C18:0) e oleico (C18:1 ω9c). O índice de Tioesterase^{C16-14} foi calculado de acordo com a equação: $100 [(C16:0)/(C16:0 + C14:0)]$ e está relacionado ao aumento nos teores do ácido graxo C14:0. Foram determinados os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade que são considerados como indicadores de saúde, relacionados com o risco de doença cardiovascular (Ulbricht e Southgate, 1991). Os índices de aterogenicidade e de trombogenicidade foram calculados de acordo com as equações: $[4 (C14: 0) + C16: 0] / (\Sigma SAT + \Sigma POL)$ e $(C14: 0 + C16: 0 + C18: 0) / [(0,5 \times \Sigma MON) + (0,5 \times \Sigma \omega 6) + (3 \times \Sigma \omega 3) + (\Sigma \omega -3 / \Sigma \omega -6)]$, respectivamente.

O rendimento de carne na carcaça resfriada (RCCR) e o índice de bônificação (IB) foram estimados por equações descritas por Guidoni (2000): $RCCR = 65,92 - (0,685 \times ET) + (0,094 \times PL) - (0,026 \times PCQ)$, em que RCCR é expresso como uma porcentagem, ET = espessura de toucinho (mm), PL profundidade de lombo, PCQ = peso da carcaça quente, e $IB = + 23,6 0,286 \times PCQ + RCCR$.

Para realização da contagem de fibras musculares e diâmetro, amostras do músculo *Longissimus dorsi* passaram por tratamento com crioprotetor (talco neutro e isopentano) e assim realizada a criopreservação das amostras em nitrogênio líquido a -196 °C, com posterior armazenamento em freezer a -80 °C até a criotomia. Os cortes do músculo *Longissimus dorsi* foram de 12 μm de espessura em criostato a 20 °C, dispostos em lâminas. Para as análises morfológicas de número de fibras e diâmetro, foi utilizada a técnica de coloração em Hematoxilina e Eosina. Após esses procedimentos, as amostras foram montadas com substância selante e lamínula. Analisou-se em microscópio de luz comum, objetiva 20x, acoplado a uma câmera para captura de imagens. Foram obtidas três imagens por amostra e analisadas no programa *Image J*® IJ 1.46r

(Rasband and Ferreira, 2012). Foram avaliadas as seguintes variáveis histológicas: número de fibras musculares por campo 20x, densidade de fibras musculares em 15.000 μm^2 , área de fibras musculares expressa em μm^2 e diâmetro de fibras musculares em μm no músculo *Longissimus dorsi*.

2.4 Análises estatísticas

Os dados foram testados para normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk, antes da análise, e qualquer variável que não seguiu distribuição normal foi transformada através do procedimento de RANK do SAS (SAS Inst. Inc., Cary, NC). A instrução PROC RANK com a opção normal foi utilizada para produzir uma variável transformada normalizada.

Os dados de desempenho da porca foram analisados como um delineamento experimental inteiramente casualizado por ANOVA *one-way*, usando cada porca ou leitegada como uma unidade experimental ($n = 48$). Utilizou-se o procedimento GLM do SAS, e as médias foram comparadas pelo teste T com $P < 0,05$ foi considerado como significativo. O desempenho da progênie foi analisado como um delineamento experimental inteiramente casualizado, até o desmame. O desempenho da progênie na creche, crescimento e terminação foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x2.

3 RESULTADOS

Para as condições ambientais durante a gestação, a temperatura média observada foi de 20,8 °C, com mínima de 12,8 °C e máxima de 30,5 °C. A umidade relativa média do ar durante a gestação foi de 70,3%, com mínima de 32,3% e máxima de 86,7%. Para as condições ambientais durante a lactação, a temperatura média observada foi de 20,8 °C, com mínima de 15,4 °C e máxima de 38,1 °C. Para este período, a umidade relativa média do ar foi de 70,3%, com mínima de 33,3% e máxima de 88,6%.

A suplementação da ração gestação com L-arginina não alterou ($P>0,05$) a concentração plasmática de albumina, creatinina e ureia, porém houve efeito ($P<0,05$) (Tabela 6) para a concentração desses metabólitos nos diferentes períodos de gestação. Foi verificado efeito linear para albumina e ureia ($P<0,05$; $R^2=0,85$ e $R^2=0,97$, respectivamente) e quadrático para creatinina ($P<0,05$; $R^2=0,93$).

O fornecimento de L-arginina para matrizes suínas em gestação não alterou ($P>0,05$) o número de leitões nascidos totais, nascidos vivos, porcentagem de natimortos e mumificados, assim como não influenciou ($P>0,05$) o peso dos leitões nascidos totais (Tabela 7). No entanto, o peso médio dos leitões nascidos vivos foi influenciado positivamente ($P<0,05$) pela suplementação com L-arginina na dieta de gestação da matriz suína, aumentando em 8,09% o peso em relação ao grupo controle. O coeficiente de variação do peso dos nascidos, o peso total da placenta, eficiência placentária total e individual, mobilização corporal da matriz, o intervalo desmame-estro e o consumo de ração diário durante a lactação não foram influenciados ($P>0,05$) pela suplementação de matrizes suínas gestantes com L-arginina.

O percentual de leitões nascidos com peso acima de 1,81 kg foi maior ($P<0,05$) em matrizes suínas suplementadas com L-arginina (14,67%) em relação aos leitões provenientes das matrizes que não receberam suplementação

(6,29%), entretanto, nas demais categorias de peso não houve ($P>0,05$) influência dos tratamentos (Figura 1).

Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e tratamento para o desempenho da progênie na creche (Tabela 8). O peso ao desmame e o peso dos leitões na saída de creche não foram influenciados ($P>0,05$) pela suplementação com L-arginina. Entretanto, o ganho de peso diário durante a creche, o tratamento e o sexo apresentaram efeito ($P<0,05$), em que houve maior ganho para os leitões provenientes das matrizes suínas suplementadas com L-arginina e para as fêmeas.

O peso dos animais em crescimento/terminação não foi influenciado ($P>0,05$) pelo tratamento, porém os machos apresentaram ($P<0,05$) maior peso ao abate em relação às fêmeas. Para o ganho de peso diário na fase crescimento/terminação, houve influência do tratamento e do sexo ($P<0,05$), em que os leitões oriundos de matrizes suplementadas e animais machos apresentaram maior ganho.

Analisando as características de carcaça e qualidade da carne (Tabelas 9 e 10), houve efeito ($P<0,05$) do tratamento em relação ao peso de abate dos animais, peso de carcaça quente e fria, temperatura aos 45 minutos pós-abate, espessura de toucinho, profundidade de lombo, área de gordura e perda por gotejamento. Os valores dessas variáveis foram superiores para os leitões provenientes das matrizes suínas suplementadas com arginina. No entanto, a perda por gotejamento da progênie das matrizes suínas suplementadas com arginina apresentou superioridade de 3,40% ($P<0,05$) em relação aos leitões oriundos de matrizes suínas não suplementadas. Houve interação sexo e tratamento ($P<0,05$) para o peso total do lombo. Para as demais variáveis de características de carcaça não foi observado efeito ($P>0,05$) da suplementação com L-arginina na raça. O índice de bonificação não diferiu ($P>0,05$) entre os tratamentos e sexo, assim como não houve interação tratamento e sexo.

A análise da composição centesimal da carne não revelou efeito ($P>0,05$) da suplementação com L-arginina durante a gestação, assim como o sexo não influenciou ($P>0,05$) (Tabela 11). Com relação a composição dos ácidos graxos (Tabela 12), houve efeito ($P<0,05$) do tratamento e sexo para o ácido láurico (C12:0) e interação ($P<0,05$), tratamento e sexo para a estimativa da atividade da C18 Dessaturase. Para as demais variáveis não houve diferença ($P>0,05$), independente da utilização ou não da L-arginina durante a gestação das matrizes.

Não houve interação ($P>0,05$) entre sexo e tratamento para a área e diâmetro de fibras musculares da progênie. A suplementação com L-arginina na ração de matrizes suínas em gestação não influenciou ($P>0,05$) a área e diâmetro de fibras musculares da progênie ao abate (Tabela 13). No entanto, o sexo do animal influenciou ($P<0,05$) o diâmetro das fibras musculares, sendo que a média dos machos foi 3,06% superior em comparação à média das fêmeas.

4 DISCUSSÃO

A albumina, principal proteína plasmática sintetizada no fígado, é importante e responsável pelo transporte de inúmeras substâncias no organismo. Uma das características dessa molécula é a capacidade de estabilizar e transportar óxido nítrico, propriedade que depende da geração de um grupo S-Nitroso, que segundo Stamler et al. (1992) possuem efeito de vasodilatação e inibição plaquetária. O aumento desta no terço final de gestação de matrizes suínas, principalmente a partir dos 90 dias se faz necessário para a nutrição intrauterina. No entanto, a suplementação com L-arginina não demonstrou efeito para elevação da concentração, o que poderia indicar uma maior capacidade de transporte de substâncias para o desenvolvimento dos fetos.

A creatinina é um indicador de massa corporal magra da porca (Baxmann et al., 2008). Já a ureia é o metabolito final derivado da proteína na dieta e *turnover* da proteína do tecido. As porcas iniciam a produção do colostro antes do parto, o que indica necessidade por nutrientes específicos para essa produção, fato que pode levar a uma maior mobilização corporal no período pré-parto. Decaluwé et al. (2013) usando um marcador de catabolismo proteico corporal relataram uma correlação negativa entre as concentrações séricas de ureia e creatinina de 3 a 4 dias antes do parto e produção de colostro.

A arginina não influenciou ($P>0,05$) os níveis de creatinina e ureia no plasma. No entanto, houve efeito ($P<0,05$) das fases gestacionais sobre as concentrações de creatinina e ureia, mostrando que ocorrem alterações de exigências entre essas fases. Diferente dos resultados obtidos no presente trabalho, Mateo et al. (2007) indicaram não haver diferenças nos períodos gestacionais na concentração de ureia em fêmeas suplementadas com L-arginina. No entanto, Che et al. (2013) encontraram efeito nos dias 90 e 110 de gestação,

quando houve suplementação com arginina até os 114 dias, não havendo efeito da idade gestacional.

De acordo com Moghaddam e Hassampour (2008), a elevada concentração de ureia em ovelhas em final de gestação está relacionada ao aumento do metabolismo proteico durante a gestação ou devido ao manejo nutricional adequado. Sendo assim, a concentração de ureia encontrada no período próximo ao parto no presente estudo pode ser devido ao maior aporte proteico da ração no terço final de gestação e maior metabolismo fetal, o que levaria a níveis mais altos relacionados à excreção do nitrogênio da degradação proteica.

Estudos com a utilização da arginina para matrizes suínas em gestação têm demonstrado um aumento no número de nascidos vivos (Gao et al., 2012, Che et al., 2013) e aumento no peso ao nascer dos leitões (Liu et al., 2012; Che et al., 2013). O aumento nestas características pode ser relacionado ao papel da arginina em promover maior fluxo sanguíneo da porca para os fetos, o que pode ter levado ao aumento no peso dos leitões nascidos vivos observado no presente trabalho. A suplementação com arginina dos 77 dias de gestação até o parto de matrizes suínas reduz o coeficiente de variação do peso dos nascidos (Quesnel et al., 2014), o que não foi observado no presente trabalho.

A suplementação com arginina durante a gestação de matrizes suínas pode ter importantes aplicações por melhorar o desempenho durante a gestação, como também o desenvolvimento pós-natal, a saúde e qualidade de carne da progênie (Wu et al., 2006). O desempenho pós-natal do leitão está diretamente relacionado ao seu peso ao nascimento, que por sua vez, está correlacionado à sua capacidade de sobrevivência e desenvolvimento no ambiente uterino. Sendo assim, o peso ao nascer é uma importante característica econômica para a suinocultura, pois este não está somente vinculado com sua sobrevivência, mas também com o peso, a desmama e seu desempenho subsequente (Bérard et al., 2008). Como observado no presente trabalho, o maior peso dos nascidos vivos proporcionou um desempenho

superior nas fases subseqüentes, assim como um peso superior ao abate, fato que pode estar associado ao maior percentual de leitões nascidos com peso superior a 1,81kg, quando houve suplementação da ração gestação com L-arginina.

As matrizes suínas perdem peso durante a lactação, sendo a magnitude dessa perda para o desempenho reprodutivo futuro de extrema importância. As matrizes suínas atuais apresentam menos reserva corporal de gordura e padrão de consumo de alimento muitas vezes insuficiente para atender à demanda nutricional da fase de lactação, levando a uma perda de peso.

A mobilização proteica quando ultrapassa 10% do seu peso corporal afeta o desempenho reprodutivo futuro (Clowes et al., 2003). Neste estudo, as matrizes suínas perderam menos do que 5,0% do seu peso após o desmame, indicando pouca mobilização corporal durante a lactação. A maior mobilização acontece quando as fêmeas não consomem a quantidade de ração necessária para sua manutenção e produção. Como no presente estudo as fêmeas não sofreram restrição, a perda de massa corporal não atingiu o limite de mobilização corporal considerado adequado para porcas em lactação. Segundo Hoving et al. (2012) nas matrizes suínas atuais, a mobilização corporal na lactação parece afetar mais a taxa de ovulação e sobrevivência embrionária do que o intervalo desmame-estro. No presente trabalho as matrizes suínas apresentaram mobilização corporal média de 5% e intervalo desmame-estro de 4,08 dias.

O ganho de peso dos suínos pode ser influenciado pelo sexo (Adams, 2005), pois os hormônios sexuais alteram a taxa de crescimento dos animais, isso pode explicar as diferenças observadas entre machos e fêmeas neste trabalho. No presente trabalho as fêmeas apresentaram desempenho superior nas fases iniciais, resultado sem explicações biológicas, uma vez que Pupa et al. (2002) relataram que o sexo não exerce efeitos sobre o desempenho de suínos antes destes atingirem 30 kg. No entanto, os machos apresentaram maior taxa de crescimento durante a fase de

crescimento/terminação, podendo ser devido à maior capacidade de consumo de ração, fator que não foi controlado no presente trabalho.

Comumente, o peso médio da leitegada ao nascimento reduz com o aumento do número de leitões (Quiniou et al., 2002) e esse baixo peso dos leitões resulta em miogênese prejudicada no útero, desencadeando um menor número de fibras musculares (Gondret et al., 2006; Rehfeldt e Kuhn, 2006). Assim como Kalbe et al. (2013) sugerem impacto da suplementação de arginina na miogênese a nível molecular e estimulação da proliferação miogênica. Paredes et al. (2013) ao considerar leitões de baixo e alto peso às 10 semanas de idade, viram que os leitões de alto peso apresentaram 1,20 vezes mais fibras musculares e aumento de 1,34 vezes na área da fibra, o que poderia permitir o aumento de carne magra e melhora da qualidade da carne ao abate.

No presente estudo, mesmo com a suplementação com L-arginina na gestação influenciando positivamente o peso médio dos nascidos vivos, não houve efeito no número de fibras dos animais ao abate, corroborando com os resultados encontrado por Mateo et al. (2007). Esse fato pode ser explicado pelo não fornecimento da L-arginina no período de formação das fibras musculares secundárias, estas mais sensíveis a fatores externos que as fibras primárias.

Com relação a qualidade de carcaça, devido à alta deposição proteica nos animais modernos, Boler et al. (2014) afirmaram que fêmeas suínas possuem maior teor de carne magra comparadas a machos castrados e Patience et al. (2009) complementam que também há maior profundidade de lombo e menor espessura de toucinho. No presente estudo, as fêmeas do grupo de leitões oriundos das matrizes suínas que foram suplementadas com arginina apresentaram maior peso de lombo em relação aquelas do grupo de leitões oriundos das matrizes suínas não suplementadas, no entanto, a espessura de toucinho foi maior nos leitões provenientes das matrizes suínas que foram suplementadas, tanto para machos quanto para as fêmeas. A arginina por sua

vez, quando suplementada em fase de terminação, tem efeitos na redução da espessura de gordura e pode aumentar o marmoreio (He et al., 2009; Tan et al., 2009). No entanto, no presente trabalho a espessura de toucinho superior nos animais da progênie de fêmeas que foram suplementadas pode ser explicada possivelmente por apresentarem maior peso ao abate, pois o peso está associado à deposição de gordura.

O índice de bonificação é utilizado como percentual do que será pago ao produtor. No observado neste trabalho, o valor acima de 100 reflete o valor adicional a ser pago por carcaça, sendo que nenhuma das progênies avaliadas seria penalizada através do cálculo do índice de bonificação.

As carcaças mais pesadas demoram mais a esfriar devido à maior razão volume:área de superfície, assim como uma carcaça com espessura de toucinho maior age como isolante térmico, como apresentado pelos leitões provenientes de matrizes suínas suplementadas com arginina. O baixo pH quando associado a altas temperaturas da carcaça promove uma maior desnaturação das proteínas miofibrilares e assim, uma menor capacidade de retenção de água (Caldara et al., 2012).

O pH final e inicial das amostras do músculo *Longissimus dorsi* no presente trabalho se mantiveram dentro do considerado como característica para carne normal, sendo pH inicial maior ou igual a 5,8 e pH final menor que 6 e acima de 5,6 (Bridi e Silva, 2007). Uma perda por gotejamento acima de 5% é uma das características das carnes PSE (pálida, mole e exudativa) (Bridi e Silva, 2007), o que é um fator que contribui para uma carne de pior qualidade, perda superior a 5% foi observada na progênie oriunda de matrizes suplementadas com L-arginina.

Temperaturas mais elevadas foram observadas para as carcaças de animais provenientes das matrizes suínas que foram suplementadas, isso pode levar a uma maior perda de água nos cortes desses animais, como verificado para as amostras do músculo *Longissimus dorsi*. Observando a cor L*, esta

apresentou-se com valores acima de 50, o que indica uma característica de carne PSE (Bridi e Silva, 2007).

Ma et al. (2015) relataram aumento de 32,1% de gordura intramuscular e dos ácidos graxos C20:1, C22:6 e total de poli-insaturados, no entanto não foi observada alteração no total de ácidos graxos monoinsaturados quando utilizado 1,0% de L-arginina em animais em terminação. De forma diferente, no presente estudo foram encontradas alterações somente na atividade da C18 Dessaturase e no percentual de C12, um ácido graxo saturado, nas amostras de *Longissimus dorsi* das progênes de matrizes suplementadas ou não com L-arginina durante a gestação.

5 CONCLUSÕES

A suplementação da ração gestação de matrizes suínas com L-arginina aumenta o peso médio dos leitões nascidos vivos, assim como a porcentagem de nascidos acima de 1,81kg. O peso ao abate dos suínos oriundos de matrizes suínas suplementadas com arginina na gestação também é influenciado positivamente.

6 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais pela bolsa concedida e à Ajinomoto.

REFERÊNCIAS

ABCS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. 1973. Método brasileiro de classificação de carcaças: ABCS, 17p.

Adams, T. E. 2005. Using gonadotropin-releasing hormone (GnRH) and GnRH analogs to modulate testis function and enhance the productivity of domestic animals. *Animal Reproduction Science*, 88(5): p127-139.

Amasa. 1978. Guidelines for Cooking and Sensory Evaluation of Meat. American Meat Science Association, National Live Stock and Meat Board, Chicago, IL.

AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY), 2000. Official Methods of Analysis, 17th ed, Washington, D.C. USA.

Baxmann, A. C., M. S. Ahmed, N. C. Marques, V. B. Menon, A. B. Pereira, G. M. Kirsztajn, and I. P. Heilberg. 2008. Influence of muscle mass and physical activity on serum and urinary creatinine and serum cystatin C. *Clin. J. Am. Soc. Nephrol.* 3:348–354.

Bérard, J.; Kreuzer, M.; Bee, G. 2008. Effect of litter size and birth weight on growth, carcass and pork quality, and their relationship to postmortem proteolysis. *J. of Ani. Sci.*, v.86, p.2357-2368.

Boler D.D., C.L. Puls, D.L. Clark, M. Ellis, A.L. Schroeder, P.D. Matzat, J. Killefer, F.K. McKeith and A.C. Dilger. 2014. Effects of immunological castration (Improvest) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs. *J. Anim. Sci* 92:359-368.

Bridi, A.M. e Silva, C.A. 2007. Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína. 1ª ed. Midiograf. Londrina. 97 pp.

Caldara, F.R.; Santos, V.M.O.; Santiago, J.C.; Almeida Paz, I.C.L.; Garcia, R.G.; Vargas Junior, F.M.; Santos, L.S.; Nääs, I.A. 2012. Propriedades físicas e sensoriais da carne suína PSE. *Rev. Bras. de Saúde e Prod. Ani.*, Salvador, v.13, n.3, p.815-824.

Che, L.; Yang, P.; Fang, Z.; Lin, Y.; Wu, D. 2013. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. *Czech J. Anim. Sci.*, 58, (4):167–175.

Chmurzyńska, A. 2010. Fetal programming – link between early nutrition, DNA methylation and complex diseases. *Nutr. Rev.*, 68 (2): 87–98.

Clowes, E.J., Aherne, F.X., Foxcroft, G.R., Baracos, V.E., 2003. Selective protein loss in lactating sows is associated with reduced litter growth and ovarian function. *J. Anim. Sci*, Champaign, 81(3), 753-764.

Decaluwé, R., D. Maes, I. Declerck, A. Cools, B. Wuyts, S. De Smet, and G. P. J. Janssens. 2013. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. *Animal* 7:1999–2007.

Folch, J.; Lees, M.; Sloane-Stanley, G. H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, n. 226, p. 497-509.

Froning, G.W. and Uijttenboogaart, T.G. 1988. Effect of post mortem electrical stimulation on color, texture, pH and cooking losses of hot and cold deboned chicken broiler breast meat. *Poult Sci*, 67: 1536-1544.

Gao, K., Z. Jiang, Y. Lin, C. Zheng, G. Zhou, F. Chen, L. Yang, and G. Wu. 2012. Dietary L-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. *Amino Acids*. 42 (6):2207-2214.

Gondret, F.; Lefaucheur, L.; Juin, H.; Louveau, I.; Lebret, B., 2006: Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. *Journal of Animal Science* 84, 93–103.

Guidoni, A. L. 2000. Melhoria dos processos para tipificação de carcaças suínas no Brasil. (In Portuguese.) In: Conf. Int. Virtual Sobre Qualidade de Carne Suína, Anais eletrônicos, Embrapa/ Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Concórdia, Brasil. 1:1-14.

Hartman, L.; Lago, R.C.A. 1973. Rapid preparation to fatty acids methyl esters. Lab. Practice, n. 22, p. 475-476.

He, Q.; Kong, X.; Wu, G.; Ren, P.; Tang, H.; Hao, F.; Huang, R.; Li, T.; Tan, B.; Li, P.; Tang, Z.; Yin, Y.; Wu, Y. 2009. Metabolomic analysis of the response of growing pigs to dietary L-arginine supplementation. *Amino Acids* 37:199–208.

Hoving, L.L., Soedea, N.M., Feitsmac, H., Kemp, B., 2012. Embryo survival, progesterone profiles and metabolic responses to an increased feeding level during second gestation in sows. *Theriogenology*, Los Angeles, 77(8), 1557-1569.

Kalbe, C.; Bérard, J.; Porm, M.; Rehfeldt, C.; Bee, G. 2013. Maternal L-arginine supplementation during early gestation affects foetal skeletal myogenesis in pigs. *Livestock Science*, (157):322–329.

Kazala, E.C.; Lozeman, F.J.; Mir, P.S.; Laroche, A.; Bailey, D.R.; Weselake, R.J. 1999. Relationship of fatty acid composition to intramuscular fat content in beef from crossbred wagyu cattle. *J. Anim. Sci.*, v.77, p.1717-1725.

Liu, X.D.; Wu, X.; Yin, Y.L.; Liu, Y.Q.; Geng, M.M.; Yang, H.S.; Blachier, F.; Wu, G.Y. 2012. Effects of dietary L-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR- 221/222, VEGFA and eNOS expression in umbilical vein. *Amino Acids*, 42, 2111- 2119.

Ma, X.; Zheng, C.; Hu, Y.; Wang, L.; Yang, X.; Jiang, Z. 2015. Dietary L-Arginine Supplementation Affects the Skeletal Longissimus Muscle Proteome in Finishing Pigs. *PLOS ONE* 10(1): e0117294.

Malau-Aduli, A.E.O.; Siebert, B.D.; Bottema, C.D.K.; Pitchford, W.S. 1998. A comparison of the fatty acid composition of triacylglycerols in adipose tissue from Limousin and Jersey cattle. *Aust. J. Agric. Res.*, v.48, p.715-722.

Mateo, R.D.; Wu, G.; Bazer, F.W.; Park, J.C.; Shinzato, I.; Kim, S.W. 2007. Dietary l-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. *J. Nutr.*, 137:652-656.

Moghaddam, G.; Hassampour, A. 2008. Comparison of blood sérum glucose, beta hidroxybutiric acid, blood urea nitrogen and calcium concentrations in pregnant and lambéd ewes. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 7(3):308-311.

Paredes, S. P., Kalbe, C., Jansman, A. J. M., Verstegen, M. W. A., van Hees, H. M. J., Lösel, D., Gerrits, W. J. J., Rehfeldt, C. 2013. Predicted high-performing piglets exhibit more and larger skeletal muscle fibers. *J. Anim. Sci.* v. 91, p. 5589–5598.

Patience, J. F., P. Shand, Z. Pietrasik, J. Merrill, G. Vessie, K. A. Ross, and A. D. Beaulieu. 2009. The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth performance, carcass composition and ultimate pork quality. *Can. J. Anim. Sci.* 89:53–66.

Pupa, J.M.R.; Teixeira, A.O.; Nogueira, E.T.; Lopes, D.C. 2002. Atualização sobre nutrição de suínos em crescimento e terminação. In: Congresso Latino Americano de Suinocultura, Foz do Iguaçu, PR. *Anais... Foz do Iguaçu*, p.145-164.

Quesnel, H.; Quiniou, N.; Roy, H.; Lottin, A.; Boulot, S. and Gondret, F. 2014. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: Effects on within-litter variation of piglet birth weight. *J. Anim. Sci.* 92:1445–1450.

Quiniou, N.; Dagorn, J., Gaudre, D. 2002. Variation in piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livest Prod Sci* 78:63–70.

Ramos, E.M. e Gomide, L.A.M. 2007. Avaliação da Qualidade de Carnes: fundamentos e metodologias. Ed. UFV. Viçosa, MG., 599 pp.

Rasband, W. S., and T. Ferreira. 2012. ImageJ, U. S. National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA, <http://imagej.nih.gov/ij/>. (Accessed 15 December 2015).

Rehfeldt C. & Kuhn G.; 2006. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science*. 84(Suppl):113–123.

Stamler, J.S.; Simon, D.I.; Osborne, J.A.; Mullins, M.E.; Jaraki, O. 1992. S-nitrosylation of proteins with nitric oxide: synthesis and characterization of biologically active compounds. *Proc Natl Acad Sci*. (89):444-448.

Tan, B.; Yin, Y.; Liu, Z.; Li, X.; Xu, H.; Kong, X.; Huang, R.; Tang, W.; Shinzato, I.; Smith, S.B.; Wu, G. 2009. Dietary L-arginine supplementation increases muscle gain and reduces body fat mass in growing-finishing pigs. *Amino Acids* 37:169–175.

Ulbricht, T.L.V.; Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. *Lancet*, v.338, p.985-992, 1991.

Wu, G.; Bazer, F.W.; Burghardt, R.C.; Johnson, G.A.; Kim, S.W.; Li, X.L.; Satterfield, M.C. and Spencer, T.E. 2010. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: Mechanisms and implications for swine production. *J. Anim. Sci.*, 88(Suppl.):E195-E204.

Wu, G.; Bazer, F.W.; Cudd, T.A.; Meininger, C.J.; Spencer, T.E. 2004. Maternal nutrition and fetal development. *J. Nutr.* 134:2169-2172.

Wu, G.; Bazer, F.W.; Wallace, J.M.; Spencer, T.E. 2006. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *J. Anim. Sci.*, (84):2316-2337.

Tabela 1 Composição e níveis nutricionais das rações de gestação e lactação, usadas no experimento

Ingredientes (%)	Ração de gestação	Ração de lactação
Milho	76,167	55,062
Farelo de soja	20,048	31,868
Sal	0,500	0,500
Fosfato Bicálcico	1,550	1,548
Óleo de Soja	0,000	4,246
Bicarbonato de Sódio	0,000	0,300
Caulim	0,300	0,300
Calcário	0,735	1,064
Cloreto de Colina 60%	0,100	0,070
L-lisina, 78,8%	0,000	0,150
L-treonina, 99%	0,000	0,074
DL-metionina, 99%	0,050	0,079
Açúcar	0,000	3,996
Ácido cítrico	0,000	0,200
Suplemento vitamínico¹	0,040	0,040
Suplemento mineral²	0,100	0,100
Suplemento nutricional³	0,410	0,405
Total	100,00	100,00
Níveis nutricionais calculados		
Proteína bruta, %	15,07	18,75
Energia metabolizável, kcal/kg	3176,30	3345,90
Sódio, %	0,218	0,216
Cálcio, %	0,733	0,881
Fósforo disponível, %	0,377	0,390
Metionina, %	0,268	0,333
Metionina + Cistina, %	0,503	0,607
Lisina, %	0,646	1,025
Treonina, %	0,509	0,710
Arginina, %	0,898	1,204

¹Quantidade por kg do produto: vit. A 225.000UI, vit. D3 37.500 UI, vit. E 1.500mg, vit. K 75mg, vit. B12 625mg, niacina 1.000mg, ácido pantotênico 500mg, ácido fólico 65mg, biotina 6,75mg, colina 8.400mg, piridoxina 100mg, riboflavina 150mg, tiamina 32,5mg.

²Quantidade por kg do produto: cobre 450mg, ferro 2.750mg, fósforo 85mg, flúor 850mg, iodo 17,5mg, manganês 1.250mg, selênio 7,5mg, sódio 49mg, zinco 2.750mg, cromo 5mg, bacitracina de zinco 1.000mg.

³Suplemento nutricional a base de enzimas, mineral orgânico, biotina, inativador de micotoxinas, antibiótico e antioxidante.

Tabela 2 Composição das rações utilizadas para a progênie durante o período de creche

Ingredientes, %	Creche			
	Pré 1	Pré 2	Pré 3	Pré 4
Milho	9,71	22,41	32,56	56,41
Milho gelatinizado	30,10	20,00	15,00	0,00
Farelo de soja 46%	13,80	18,20	21,60	26,60
Soja micronizada	4,00	2,50	2,50	0,00
Soja extrusada	0,00	2,50	2,50	2,50
Leite em pó integral	12,50	7,50	2,50	0,00
Soro de leite	15,00	12,50	10,00	1,25
Plasma 80	4,00	3,00	2,50	1,25
Óleo de soja degomado	1,30	1,70	1,70	2,50
Açúcar	5,00	5,00	5,00	5,00
Sal comum	0,10	0,20	0,20	0,40
Calcário	0,40	0,33	0,46	1,10
Fosfato bicálcico	1,00	1,30	0,90	1,00
L-Lisina, 78%	0,40	0,40	0,35	0,35
L-Treonina, 99%	0,20	0,18	0,13	0,12
DL-Metionina, 99%	0,18	0,16	0,12	0,09
L-triptofano, 98,5%	0,07	0,06	0,04	0,03
Óxido de zinco 73%	0,30	0,28	0,25	0,15
Sulfato de cobre 25%	0,02	0,05	0,05	0,05
Butirato	0,30	0,25	0,20	0,10
Cloreto de colina 60%	0,10	0,10	0,08	0,07
Suplemento vitamínico	0,05	0,05	0,04	0,04

Continuação...				
Suplemento mineral	0,10	0,10	0,10	0,10
Amoxan 50%	0,00	0,06	0,04	0,00
Colistina 50%	0,04	0,04	0,04	0,02
Nuflor 4%	0,20	0,00	0,00	0,20
Antioxidante Oxy Nyl pó	0,02	0,02	0,02	0,02
Ultracid Plus 8	0,50	0,50	0,50	0,00
Notox	0,20	0,20	0,20	0,20
Ultracid Lac	0,25	0,25	0,25	0,30
AG Sweet	0,01	0,01	0,01	0,01
Geno phos	0,01	0,01	0,01	0,01
Endo power	0,02	0,02	0,02	0,02
Caulim	0,14	0,14	0,14	0,12
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Tabela 3 Níveis nutricionais calculados das rações utilizadas para a progênie durante o período de creche

Nutrientes, %	Creche			
	Pré 1	Pré 2	Pré 3	Pré 4
Proteína bruta, %	17,07	17,18	17,53	18,05
Energia metabolizável, kcal/kg	2165,33	2388,90	2479,85	3031,03
Fibra bruta, %	0,91	1,36	1,72	2,39
Sódio, %	0,29	0,28	0,23	0,21
Cálcio, %	0,66	0,64	0,55	0,74
Fósforo disponível, %	0,45	0,46	0,35	0,30
Metionina, %	0,46	0,44	0,39	0,36
Metionina + Cistina, %	0,85	0,81	0,77	0,70
Lisina, %	1,39	1,35	1,28	1,25
Treonina, %	1,08	1,04	0,97	0,88
Arginina, %	1,09	1,17	1,23	1,24

Tabela 4 Composição das rações utilizadas para a progênie durante o período de crescimento e terminação

Ingredientes, %	Crescimento				Terminação			
	Macho I	Fêmea I	Macho II	Fêmea II	Macho I	Fêmea I	Macho II	Fêmea II
Milho	50,71	48,21	53,17	52,20	57,87	56,32	53,85	53,28
Farelo de soja 46%	24,50	27,00	22,50	23,50	20,00	21,60	22,50	23,00
Farinha de carne	2,00	2,00	1,80	1,70	1,50	1,50	1,40	1,50
Farinha de bolacha	5,00	5,00	4,00	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ração extrusada	15,00	15,00	17,00	17,00	19,00	19,00	21,00	21,00
Óleo de soja degomado	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sal comum	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Calcário	0,15	0,25	0,10	0,15	0,17	0,12	0,10	0,05
L-Lisina, 78%	0,22	0,17	0,19	0,21	0,18	0,18	0,16	0,16
L-Treonina, 99%	0,08	0,05	0,03	0,03	0,00	0,00	0,00	0,02
DL-Metionina, 99%	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Núcleo crescimento	0,40	0,40	0,40	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00
Núcleo terminação	0,00	0,00	0,00	0,00	0,40	0,40	0,40	0,40
Nuflor 4%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	0,00	0,00
Notox	0,20	0,20	0,20	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Bacitracina de zinco 15%	0,00	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Doximix	0,04	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Colistin 50%	0,02	0,02	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00
Tilosina 25%	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Allzyme Vegpro	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Tiamutec 10%	0,12	0,12	0,00	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00
Ractopamina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,05

Tabela 5 Níveis nutricionais das rações utilizadas para a progênie durante o período de crescimento e terminação

Nutrientes, %	Crescimento				Terminação			
	Macho I	Fêmea I	Macho II	Fêmea II	Macho I	Fêmea I	Macho II	Fêmea II
Proteína bruta, %	15,34	16,20	14,55	14,94	13,76	14,36	14,56	14,75
Energia metabolizável, kcal/kg	2554,14	2547,25	2486,68	2485,82	2563,67	2562,36	2508,25	2505,74
Fibra bruta, %	2,18	2,27	2,11	2,15	2,06	2,12	2,12	2,14
Sódio, %	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21
Cálcio, %	0,13	0,17	0,11	0,13	0,13	0,11	0,11	0,09
Fósforo disponível, %	0,08	0,09	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08
Metionina, %	0,28	0,27	0,24	0,24	0,22	0,23	0,23	0,23
Metionina + Cistina, %	0,55	0,55	0,50	0,51	0,46	0,48	0,48	0,49
Lisina, %	0,98	1,01	0,91	0,95	0,84	0,88	0,89	0,90
Treonina, %	0,72	0,73	0,64	0,65	0,57	0,59	0,60	0,63
Arginina, %	1,10	1,17	1,03	1,06	0,94	0,99	1,00	1,02

Tabela 6 Efeitos da suplementação da ração gestação com L-arginina e dos períodos gestacionais nas concentrações de albumina, creatinina e ureia no plasma das matrizes suínas

Período de avaliação	Tratamentos		Médias	SEM
	Controle	Arginina		
Albumina¹, g/dl				
30 dias de gestação	3,69	3,75	3,72 b	1,62
60 dias de gestação	3,76	3,73	3,75 b	1,23
90 dias de gestação	3,91	3,89	3,90 ab	1,37
Ao parto (114 dias)	4,07	4,04	4,05 a	1,07
Creatinina², mg/dl				
30 dias de gestação	2,13	2,07	2,09 ab	2,00
60 dias de gestação	2,39	2,10	2,27 a	2,41
90 dias de gestação	2,18	2,04	2,12 ab	1,98
Ao parto (114 dias)	2,01	1,92	1,97 b	2,03
Ureia³, mg/dl				
30 dias de gestação	21,46	22,74	22,22 c	4,06
60 dias de gestação	25,91	24,88	25,47 b	2,73
90 dias de gestação	32,76	32,67	32,72 a	2,41
Ao parto (114 dias)	35,28	38,35	36,69 a	4,12

Médias seguidas de letras diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ¹Efeito linear (P<0,05), R²=0,85; ²Quadrático (P<0,05), R²=0,93; ³Linear (P<0,05), R²=0,97.

Tabela 7 Efeito da suplementação da ração gestação com L-arginina sobre as características reprodutivas das matrizes suínas

Variáveis	Tratamentos		SEM	P
	Controle	Arginina		
Número de leitões por leitegada				
Nascidos totais (n)	15,91	15,47	3,454	0,6702
Nascidos vivos (n)	14,13	13,05	3,620	0,4225
Natimortos (%)	7,08	9,50	7,490	0,2691
Mumificados (%)	1,75	2,05	4,520	0,9821
Peso ao nascimento (kg)				
Leitegada total	20,76	20,63	5,340	0,9275
Leitegada viva	19,18	18,84	4,839	0,8056
Nascidos vivos ¹	1,36	1,47	0,194	0,0485
CV nascimento (%)	20,41	18,43	7,423	0,3100
Peso total da placenta (kg)	3,88	3,87	1,439	0,9909
Eficiência placentária total	5,42	5,25	0,968	0,4560
Eficiência placentária individual	5,01	5,14	0,886	0,4327
Mobilização corporal da matriz (%)	3,25	4,98	5,076	0,2355
IDC subsequente	4,31	3,92	1,302	0,5607
Consumo de ração diário lactação (kg)	6,73	6,75	0,269	0,4860

CV=coeficiente de variação; IDC=intervalo desmame-cio; ¹P<0,05.

Tabela 8 Desempenho das leitegadas provenientes das fêmeas suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Tratamento			Sexo			SEM	P	
	Controle	Arginina	Média	Machos	Fêmeas	Média		T	S
Peso ao desmame (kg)¹	6,69	6,56	6,63	6,54	6,70	6,62	1,2730	0,3746	0,2487
Número de observações	139	147		159	127				
Peso saída de creche (kg)²	22,65	23,03	22,84	22,47	23,21	22,84	1,0600	0,2754	0,0803
GPD creche (g)	0,412	0,433	0,423	0,413	0,432	0,423	0,0731	0,0151	0,0274
Número de observações	137	139		151	125				
Peso crescimento/terminação (kg)³	101,20	103,51	102,36	103,62	101,29	102,46	9,0314	0,0613	0,0483
GPD crescimento/terminação (g)	1,010	1,040	1,025	1,047	1,007	1,027	0,0967	0,0235	0,0025
Número de observações	89	105		96	98				

¹21 dias de idade, ²63 dias de idade, ³140 dias de idade. T=tratamento; S=sexo; GPD=ganho de peso médio diário. Não houve interação Tratamento Sexo (P>0,05).

Tabela 9 Características de carcaça das progênes das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Arginina			Controle			SEM	P		
	Fêmeas	Machos	Média	Fêmeas	Machos	Média		Tratamento	Sexo	T*S
Peso de abate (kg)	103,33	104,00	103,67	99,76	102,43	101,10	1,6524	0,0002	0,5519	0,8422
Peso carcaça quente (kg)	86,40	85,73	86,07	81,38	81,73	81,56	1,1785	0,0011	0,8945	0,6708
Rendimento carcaça quente (%)	83,68	82,47	83,08	81,58	79,79	80,69	1,0977	0,1057	0,4941	0,8487
Peso carcaça fria (kg)	85,37	84,47	84,92	80,00	80,33	80,17	1,1617	0,0006	0,8098	0,6014
Rendimento carcaça fria (%)	82,70	81,22	81,96	80,20	78,42	79,31	1,0605	0,1036	0,3849	0,9245
Espessura de toucinho (mm)	14,65	14,68	14,67	11,39	12,34	11,87	1,0789	0,0173	0,6557	0,6766
Profundidade de lombo (mm)	72,52	72,71	72,62	66,97	66,31	66,64	2,1577	0,0119	0,9141	0,8467
Lombo total (kg)	4,01 A	3,75 AB	3,88	3,60 B	3,75 AB	3,68	0,0935	0,0403	0,5866	0,0375
Área de olho de lombo (cm ²)	61,00	59,56	60,28	58,95	60,02	59,49	2,3095	0,7334	0,9386	0,5928
Área de gordura (cm ²)	18,42	22,44	20,43	15,29	16,70	16,00	1,4376	0,0058	0,0735	0,3729
Comprimento de carcaça (cm)	93,50	91,58	92,54	91,75	90,42	91,09	1,0279	0,1714	0,1296	0,7795
RCCR (%)	61,16	59,69	60,43	62,13	60,85	61,49	0,9252	0,3151	0,1491	0,9291
Índice de bonificação (%)	109,47	107,81	108,64	109,00	107,82	108,41	0,8209	0,6853	0,0963	0,7845

T*S=Interação Tratamento Sexo; RCCR=Rendimento de carne na carcaça resfriada.

Tabela 10 Qualidade de carne das carcaças das progênes das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Arginina			Controle			SEM	P		
	Fêmeas	Machos	Média	Fêmeas	Machos	Média		Tratamento	Sexo	T*S
pH, 45 minutos	6,56	6,51	6,54	6,55	6,64	6,60	0,0633	0,3293	0,7359	0,2822
pH, 24 horas	5,75	5,74	5,75	5,81	5,79	5,80	0,0402	0,2022	0,7564	0,7762
Temperatura, 45 minutos (°C)	32,67	33,83	33,25	29,83	30,50	30,17	0,7665	0,0007	0,2457	0,7477
Temperatura, 24 horas (°C)	4,95	4,98	4,97	5,19	5,13	5,16	0,6647	0,2987	0,4570	0,6543
Perda por gotejamento (%)	8,00	10,93	9,47	4,79	4,80	4,80	0,7171	<0,0001	0,0532	0,0545
Perda por cozimento (%)	31,56	30,49	31,03	30,63	31,47	31,05	1,0027	0,9782	0,8992	0,3204
Força de cisalhamento (kgf)	6,68	6,03	6,36	6,59	6,20	6,40	0,2639	0,8719	0,0500	0,6099
Componentes da cor										
L*	55,55	56,52	56,04	54,12	55,17	54,65	0,8812	0,1315	0,2656	0,9680
a*	0,52	0,72	0,62	0,12	0,57	0,35	0,2549	0,2879	0,2147	0,6292
b*	11,37	11,80	11,59	10,66	11,20	10,93	0,3543	0,0797	0,1899	0,8837
C*	11,39	11,85	11,62	10,67	11,22	10,95	0,3641	0,0773	0,1826	0,8917
h*	87,48	86,74	87,11	89,40	87,25	88,33	1,1919	0,3201	0,2395	0,5592

T*S=Interação Tratamento Sexo.

Tabela 11 Composição centesimal das amostras do *Longissimus dorsi* das progênes das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Arginina			Controle			SEM	P		
	Fêmeas	Machos	Média	Fêmeas	Machos	Média		Tratamento	Sexo	T*S
Cinzas (%)	1,33	1,28	1,31	1,35	1,15	1,25	0,0699	0,4122	0,0880	0,3011
Umidade (%)	73,71	73,62	73,67	73,26	73,29	73,28	0,3452	0,2703	0,9254	0,8676
Extrato etéreo (%)	1,55	1,43	1,49	1,06	1,79	1,43	0,2680	0,8170	0,2462	0,1173
Proteína (%)	22,18	21,39	21,79	22,81	20,90	21,86	0,6684	0,9168	0,0573	0,4142

T*S=Interação Tratamento Sexo.

Tabela 12 Perfil de ácidos graxos, em percentual, das amostras do músculo *Longissimus dorsi* das progênes das matrizes suínas suplementadas com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Arginina			Controle			SEM	P		
	Fêmeas	Machos	Média	Fêmeas	Machos	Média		Tratamento	Sexo	T*S
C8:0	0,290	0,295	0,293	0,378	0,277	0,328	0,0806	0,6689	0,5556	0,5159
C10:0	0,067	0,056	0,062	0,020	0,022	0,021	0,0202	0,0554	0,7790	0,7148
C11:0	0,168	0,232	0,200	0,347	0,248	0,298	0,0712	0,1859	0,8083	0,2695
C12:0	0,022	0,065	0,044	0,010	0,027	0,019	0,0124	0,0230	0,0166	0,1413
C14:0	1,823	1,967	1,895	1,722	1,852	1,787	0,1629	0,5136	0,4113	0,9678
C15:0	0,653	0,605	0,629	0,737	0,790	0,764	0,1425	0,3576	0,9862	0,7250
C16:0	22,907	24,330	23,619	23,608	23,923	23,766	0,5676	0,7976	0,1413	0,3405
C16:1	2,652	2,560	2,606	2,793	2,707	2,750	0,1875	0,4508	0,6395	0,9895
C17:0	1,592	1,507	1,550	1,652	1,932	1,792	0,3220	0,4601	0,7652	0,5771
C17:1	1,488	1,163	1,326	1,540	1,497	1,519	0,2803	0,5002	0,5187	0,6209
C18:0	11,495	11,842	11,669	10,628	12,057	11,343	0,5880	0,4033	0,1398	0,4414
C18:1n9t	2,552	2,405	2,479	2,130	2,285	2,208	0,5413	0,6223	0,9939	0,7834
C18:1n9c	41,342	42,223	41,783	42,792	42,108	42,450	1,1434	0,5401	0,9272	0,4734
C18:2n6c	8,503	8,462	8,483	8,917	7,907	8,412	1,0013	0,9443	0,6052	0,6340
C20:0	0,070	0,112	0,091	0,027	0,073	0,050	0,0279	0,1346	0,1874	0,8557
C18:3n3	0,807	0,933	0,870	0,883	0,960	0,922	0,1231	0,6791	0,4185	0,8411
C20:2	0,192	0,185	0,189	0,223	0,178	0,201	0,0659	0,8459	0,4089	0,7351
C20:3n6	0,087	0,065	0,076	0,087	0,068	0,078	0,0196	0,9329	0,3187	0,9329
C20:4n6	0,860	0,620	0,740	0,838	0,577	0,708	0,1543	0,8353	0,1196	0,9447
C23:0	0,284	0,348	0,316	0,670	0,450	0,560	0,1519	0,1024	0,5902	0,3296

Continuação...										
Total Saturado	40,984	41,383	41,184	39,797	41,653	40,725	0,9848	0,6243	0,2357	0,4387
Total Monoinsaturado	47,716	48,352	48,034	49,257	48,597	48,927	1,1222	0,4056	0,9909	0,5445
Total Poli-insaturado	10,447	10,267	10,357	10,945	9,688	10,317	1,1540	0,9727	0,5407	0,6459
Total w3	0,807	0,933	0,870	0,883	0,960	0,922	0,1231	0,6791	0,4185	0,8411
Total w6	9,448	9,150	9,299	9,840	8,552	9,196	1,0341	0,9214	0,4520	0,6374
Relação SAT/POL	3,955	4,238	4,097	3,780	4,150	3,965	0,4463	0,7559	0,4436	0,9184
Relação POL/SAT	0,262	0,247	0,255	0,277	0,238	0,258	0,0306	0,9142	0,3932	0,7066
Relação w3/w6	0,088	0,102	0,095	0,091	0,121	0,106	0,0133	0,4347	0,1170	0,5576
C16 Dessaturase	9,536	9,512	9,524	10,543	10,133	10,338	0,5973	0,1612	0,7018	0,7338
C18 Dessaturase	77,074	78,110	77,592	80,037	77,755	78,896	0,8369	0,1122	0,4361	0,0475
Elongase (C16 a C18)	35,215	34,638	34,927	32,528	34,912	33,720	1,3723	0,3897	0,5179	0,2936
Tioesterase (C16 - C14)	92,628	92,570	92,599	93,237	92,883	93,060	0,4984	0,3662	0,6840	0,7703
Aterogenicidade	0,607	0,625	0,616	0,602	0,613	0,608	0,0216	0,7040	0,4958	0,8790
Trombogenicidade	1,194	1,208	1,201	1,117	1,202	1,160	0,0418	0,2960	0,2191	0,3773

T*S=Interação Tratamento Sexo.

Tabela 13 Área e diâmetro das fibras musculares do músculo *Longissimus dorsi* de suínos em terminação provenientes de matrizes suplementadas ou não com L-arginina durante a gestação

Variáveis	Tratamento			Sexo			SEM	P	
	Controle	Arginina	Média	Machos	Fêmeas	Média		T	S
Área das fibras musculares (μm^2)	9,30	9,85	9,58	9,89	9,26	9,58	477,09	0,1994	0,3347
Diâmetro das fibras musculares (μm)	17,82	17,60	17,71	17,97	17,44	17,71	2169,04	0,2211	0,0037

T=tratamento; S=Sexo; não houve interação Tratamento Sexo.

Figura 1 Efeito da suplementação da ração gestação com L-arginina na distribuição dos leitões em classes de pesos ao nascimento. Médias na mesma classe com letras diferentes diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$)

