



MELISSA FABÍOLA DOS SANTOS ALVES MENDES

**L-ARGININA NA RAÇÃO PARA FÊMEAS SUÍNAS NO TERÇO
FINAL DA GESTAÇÃO**

**LAVRAS – MG
2018**

MELISSA FABÍOLA DOS SANTOS ALVES MENDES

**L-ARGININA NA RAÇÃO PARA FÊMEAS SUÍNAS NO TERÇO FINAL DA
GESTAÇÃO**

Dissertação 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 obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu
Orientador

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli
Co-orientador

**LAVRAS–MG
2018**

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

Mendes, Melissa Fabíola dos Santos Alves.

L- arginina na ração para fêmeas suínas no terço final da
gestação / Melissa Fabíola dos Santos Alves Mendes. - 2018.
56 p.

Orientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Coorientador(a): Vinícius de Souza Cantarelli.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de
Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Nutrição de suínos. 2. Aminoácidos funcionais. 3. Gestação.
I. Abreu, Márvio Lobão Teixeira de. II. Cantarelli, Vinícius de
Souza. III. Título.

MELISSA FABÍOLA DOS SANTOS ALVES MENDES

**L-ARGININA NA RAÇÃO PARA FÊMEAS SUÍNAS NO TERÇO FINAL DA
GESTAÇÃO**

L-ARGININE IN THE DIET FOR SOWS IN THE END OF THE GESTATION

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

APROVADA em 07 de fevereiro de 2018.

Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu UFLA
Dr. Alexandre de Oliveira Teixeira UFSJ
Dr. Rony Antônio Ferreira UFLA

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu
Orientador

**LAVRAS - MINAS GERAIS
2018**

Aos meus pais que são o meu alicerce, os grandes responsáveis pelas virtudes que possuo, em especial, a minha mãe a quem responsabilizo traços marcantes de minha personalidade e expresso minha profunda admiração.

Aos meus irmãos, que são a melhor parte de mim, Mucio, Mayara, Mariana e Igor, agradeço pelas palavras de força e incentivo nos momentos que precisei e todo o apoio durante minha vida

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, agradeço a Deus que está ao meu lado em todos os momentos, Ele permitiu que eu chegasse até aqui e permanecesse na UFLA por este período. E a minha família por todo apoio.

Aos professores do Departamento de Zootecnia da UFLA, em especial, ao meu orientador, Professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pelos ensinamentos e orientação, ao Professor Vinícius Cantarelli e Gilberto Bertechini pelos ensinamentos e auxílio.

À CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos, a FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa de MG, ao CNPq/INCT Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia - CNPq/INCT ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFLA.

Aos responsáveis pela gerência da Granja Niterói, que permitiram a realização do estudo.

Agradeço ao Thales Guilherme, com quem compartilho uma linda história de amor e bons momentos, pelo companheirismo, preocupação e incalculável contribuição. Estendo o agradecimento aos seus pais que tanto admiro.

Agradeço a minha madrinha Ruth Helena que sempre esteve comigo durante minha vida acadêmica, apoiando-me.

Ao meu amigo Jorge que esteve presente nos momentos mais difíceis, sempre, com uma palavra de amor e paz.

Agradeço ao NESUI que contribuiu para meu crescimento profissional e pessoal! Em especial, aos amigos do Grupo de Nutrição Funcional de Fêmeas pelos momentos compartilhados, pelos desafios superados juntos. E aos funcionários do setor de suinocultura, em especial, ao Danilo.

A Marina, Marilaine, Aline, Jéssica, Carla, Bárbara, Daniel, Cibelli, Rennan e Raquel pela amizade e auxílio em diversos momentos deste curso.

Aos amigos distantes, em especial, à Amanda, Geusa, Tamara, Marcos, Susana presentes nessa trajetória, mesmo de longe.

Aos meus grandes incentivadores e exemplos Gabriel (Macaé), Jorge Muniz, Eliane Silva e Silvana Pastore. Enfim, agradeço àqueles que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

Isaías 40:31 “mas os que confiam no Senhor recebem sempre novas forças. Voam nas alturas como águias, correm e não perdem as forças, andam e não se cansam.”

**“Você não sabe o quanto eu caminhei, pra chegar até aqui...”
Toni Garrido**

RESUMO

O melhoramento genético realizado nas matrizes suínas nas últimas décadas, permitiu o aumento do número de nascidos totais, hoje a hiperprolificidade é uma realidade nos sistemas produtivos. No entanto, acompanhado a melhorias no desempenho reprodutivo, tem-se o aumento da incidência de leitões de baixo peso, bem como o aumento da desuniformidade do peso nas leitegadas. Essa condição pode levar ao aumento da mortalidade pré e pós-natal e prejuízos ao sistema. Estratégias nutricionais durante o período de gestação podem minimizar esses efeitos negativos. A utilização de aminoácidos funcionais podem otimizar o desempenho das matrizes e, entre esses aminoácidos, destaca-se a L-Arginina. A arginina está envolvida em diversas rotas metabólicas importantes, como por exemplo, ela serve de substrato para a síntese de proteína, creatina, óxido nítrico, poliaminas, citrulina, agmatina, ornitina, prolina e glutamato. Também contribui para estimular a secreção de alguns hormônios como a insulina, prolactina e hormônio do crescimento. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com L-arginina na ração de matrizes suínas, dos 85 aos 115 dias de gestação, sobre o desempenho reprodutivo da fêmea, desempenho dos leitões ao nascimento, parâmetros fisiológicos e de sobrevivência dos leitões nas primeiras 24 h de vida. Foram utilizadas 20 matrizes suínas pluríparas de dois a sete partos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de dois tratamentos: ração sem a suplementação de L-Arginina HCl e ração com suplementação de 1% de L-Arginina HCl na forma *on top*, com base na quantidade de ração fornecida. Para as análises estatísticas, utilizou-se o software SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2004). A suplementação com L-arginina não influenciou o número de leitões nascidos por leitegada, o peso dos leitões ao nascimento e peso da leitegada ao nascimento. A composição corporal das fêmeas e duração do parto também não foram influenciados pela suplementação. O percentual de leitões com peso abaixo de 0,8 kg ao nascimento e às 24 h foi menor ($P<0,05$), em matrizes suínas suplementadas com L-arginina, também foi observado diminuição ($P<0,05$) da variabilidade dos pesos dos leitões às 24 h. A temperatura retal dos leitões ao nascimento foi influenciada positivamente pela suplementação das fêmeas. A suplementação da ração de gestação de matrizes suínas com L-arginina diminui a porcentagem de leitões de baixo peso, influencia positivamente o vigor dos leitões ao nascimento e diminui a variabilidade da leitegada, 24 horas pós-nascimento.

Palavras-chave: Aminoácidos funcionais. Suinocultura. Parto

ABSTRACT

The genetic improvement achieved in sows in the last decades, allowed the increase of the number of total births, today the hyperprolificity is a reality in the productive systems. However, accompanied by improvements in reproductive performance, there has been an increase in the incidence of low-weight piglets, as well as increased weight variability in litters. This condition may lead to increased pre and post-natal mortality and system damage. Nutritional strategies during the gestation period can minimize these negative effects. The use of functional amino acids can optimize the production of sows and among these amino acids stands out the L-Arginine. Arginine is involved in several important metabolic routes, for example, it serves as a substrate for the synthesis of protein, creatine, nitric oxide, polyamines, citrulline, agmatine, ornithine, proline and glutamate. It also helps to stimulate the secretion of some hormones like insulin, prolactin and growth hormone. The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing L-arginine on sows diets, from 85 to 115 days of gestation, on the reproductive performance, performance of piglets at birth, physiological and survival parameters of piglets at the first 24 hours of life. Twenty pluriparous sows of two to seven parity were used. The experimental design was completely randomized, consisting of two treatments: feed without supplementation of L-Arginine HCl and feed with 1% supplementation of L-Arginine HCl top-dressed, based on the amount of feed supplied. L-arginine supplementation did not influence the number of piglets born per litter, piglet weight and litter weight at birth. Female body composition and duration of calving were not influenced by treatments. The percentage of piglets weighing less than 0.8 kg at birth ($P < 0,05$) and at 24 h was lower in L-arginine supplemented sows, and a decrease in piglet weight variability was observed at 24 h. The rectal temperature of the piglets at birth was positively influenced by the sow supplementation. Supplementation of the sows gestation feed with L-arginine decreases the percentage of low-weight piglets, positively influences the vigor of piglets at birth and decreased the variability of litter at 24 hours post-birth.

Keywords: Functional amino acids. Swine production. Farrowing

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE	10
1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 Gestação.....	11
2.2 Variabilidade de peso ao nascer	13
2.3 Arginina.....	16
REFERÊNCIAS	19
SEGUNDA PARTE	25
ARTIGO – L-ARGININA NA RAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE O TERÇO FINAL DA GESTAÇÃO MELHORA A QUALIDADE DA LEITEGADA.....	25
RESUMO	26
1. INTRODUÇÃO	28
1. MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1 Animais e instalações	29
2.2 Delineamento experimental, rações experimentais e manejo alimentar.....	30
2.3 Supervisão do parto e manejo dos leitões.....	32
2.4 Desempenho das matrizes	33
2.5 Análise estatística	34
3. RESULTADOS	34
3.1 Ambiente	34
3.2 Condição corporal das matrizes.....	35
3.3 Desempenho reprodutivo das matrizes.....	36
3.5 Parâmetros fisiológicos	41
4. DISCUSSÃO.....	44
5. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

PRIMEIRA PARTE

1. INTRODUÇÃO

A busca por maior eficiência produtiva na suinocultura demanda do desenvolvimento de estratégias que possam reduzir as características indesejáveis do sistema produtivo. O aumento da prolificidade das fêmeas suínas, alcançado por meio do melhoramento genético, nas últimas décadas, proporcionou benefícios para produção suinícola. No entanto, como consequência, tem-se o aumento da variação do peso dos leitões ao nascimento, da proporção de leitões de baixo peso, bem como o aumento da incidência de leitões que sofrem crescimento intrauterino retardado (CIUR). Essa condição leva ao aumento da mortalidade pré e pós-natal, perdas econômicas e necessidade de adaptações no sistema produtivo.

O peso ao nascimento e a uniformidade da leitegada são duas características importantes para a sobrevivência pós-natal. Os leitões com baixo peso ao nascimento têm maior propensão à mortalidade e desvantagem em relação aos leitões maiores, o que implica em menor consumo de colostro e menor desempenho.

A nutrição materna durante a gestação, tem sido considerada como a principal causa da variação no peso dos leitões ao nascer em leitegadas de fêmeas modernas (YUAN et al., 2015). A nutrição da fêmea gestante pode minimizar esses problemas contribuindo para a parição de leitegadas numerosas, vigorosas e uniformes. Um dos ajustes nutricionais que pode ser realizado é a suplementação de alguns aminoácidos como a L-arginina na ração, esses aminoácidos participam além da síntese proteica muscular, de funções metabólicas importantes no corpo animal.

A arginina é um aminoácido funcional que desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal e participa de processos que melhoram o fluxo de nutrientes e oxigênio da fêmea para o feto, contribuindo, assim, para o desenvolvimento e crescimento fetal.

Ciente da influência do bom desempenho reprodutivo das fêmeas no sucesso e rentabilidade de um sistema produtivo, o conhecimento dos efeitos da suplementação de um aminoácido funcional na fase de gestação torna-se relevante, uma vez que apresenta potencial para tornar-se uma ferramenta viável na busca pela melhoria da qualidade e viabilidade dos leitões.

Com o presente estudo, objetivou-se avaliar a influência da L-arginina suplementada na ração dos 85 aos 115 dias de gestação sobre o desempenho reprodutivo da fêmea, desempenho dos leitões ao nascimento, parâmetros fisiológicos e de sobrevivência dos leitões nas primeiras 24 horas de vida.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Gestação

O sucesso da suinocultura moderna está relacionado, em grande parte, à eficiência no desempenho reprodutivo das matrizes (PENZ JR & EBERT, 2001). O período de gestação da fêmea suína dura, em média, 114 dias e é, normalmente, dividida em três fases devido aos diferentes eventos fisiológicos que ocorrem. A primeira fase caracteriza-se pelo reconhecimento materno da gestação e implantação dos embriões, enquanto que o segundo e o terceiro pelo desenvolvimento fetal (PANZARDI et al., 2007).

A nutrição durante a gestação influencia o desenvolvimento da fêmea, o tamanho, peso e uniformidade da leitegada, a produtividade no período da lactação e o intervalo desmama-cio. O programa nutricional utilizado deve levar em consideração as diferentes fases e fenômenos metabólicos gestacionais, as diferenças de padrão de crescimento entre as fêmeas, a ordem de parto e o estado metabólico da matriz após a lactação anterior (ABREU et al., 2005).

A manutenção da gestação é dependente da produção de progesterona, cuja principal fonte são os corpos lúteos, uma quantidade mínima deve ser produzida para que não ocorra a luteólise (BERNADI, 2007). Os sinais que levam à continuidade da função do corpo lúteo são produzidos pelo concepto. Segundo Salles e Araújo (2010), embriões subdesenvolvidos que não se alongaram suficientemente, são menos capazes de bloquear a luteólise e apresentam menores chances de sobrevivência.

Por volta do 18º dia, ocorre a fixação completa do embrião no útero (GEISERT; RENEGAR; TATCHER, 1982) e este passa a ser considerado feto em torno do 30º dia, período em que há a calcificação do esqueleto e a formação de órgãos e membros (CUPPS, 1991). A partir do 35º dia de gestação, a placenta está completamente formada e a organogênese está completa

(PANZARDI et al., 2007). O fluxo de nutrientes e oxigênio pela placenta são importantes e afetam o peso ao nascimento dos leitões (ALMEIDA, 2009).

Muitos fatores podem influenciar no processo gestacional. Amdi et al. (2014) relataram que a composição corporal de marrãs no momento da inseminação influenciou no desempenho da prole na vida pós-natal até o momento do abate (158 dias). Suínos que nasceram de fêmeas com maior espessura de toucinho (ET) no momento da inseminação (aprox. 19 mm) apresentaram consumo e peso significativamente maiores em todas as fases pós-desmame, quando comparados a suínos oriundos de fêmeas mais magras (aprox. 12mm ET).

A fase intermediária da gestação é passível de alterações na condição corporal das fêmeas, como exemplo, a recuperação de desgastes da lactação anterior para pluríparas e crescimento para primíparas (YOUNG et al., 2004). O ganho de peso da fêmea é alcançado quando estas consomem uma dieta com níveis superiores aos necessários para manutenção e crescimento dos tecidos fetais, fluidos e conceptos. Até o 70º dia, a necessidade energética para manutenção ainda está alta em relação à exigência para desenvolvimento fetal, apresentando-se como um bom momento para recuperação do escore corporal das fêmeas (JI et al., 2005; GOODBAND et al., 2013).

Nesse período, também ocorre a miogênese, em duas etapas. Na primeira etapa, é a formação das fibras primárias, entre 25 e 55 dias de gestação. Na segunda, é a formação e hiperplasia das fibras secundárias, que ocorre dos 55 até os 90 dias de gestação. Há uma relação positiva entre o número de fibras secundárias e o desenvolvimento pós-natal, isto é, há um crescimento mais rápido e eficiente dos leitões com maior número de fibras secundárias (DWYER et al., 1993; FOXCROFT e TOWN, 2004). A diferenciação das fibras secundárias no período pré-natal é influenciada por diversos fatores intrínsecos e extrínsecos (BÉRARD; BEE, 2010; DWYER; STICKLAND, 1991; TOWN et al., 2004; TSE et al., 2008).

No terço final da gestação, o crescimento fetal e mamário se acentua. A partir de 70 dias de gestação, há grande deposição proteica no organismo dos fetos em comparação à fase inicial. O mesmo ocorre com a glândula mamária, em que a deposição de lisina é elevada de 0,14g/dia à 3,41g/dia, a partir de 80 dias de gestação (KIM et al., 2005). Após os 90-95 dias, há continuidade do processo de hipertrofia e maturação musculares dos fetos. (JI et al., 2005; KIM et al., 2005)

Os diferentes eventos que ocorrem durante a gestação justificam as diferentes necessidades nutricionais durante o período. Portanto é necessário o uso de programas nutricionais flexíveis e

adaptáveis, passíveis de alteração, de acordo com a exigência da fêmea e da fase gestacional. Existem três estágios críticos associados à sobrevivência e ao desenvolvimento do embrião - feto durante a gestação: pré-ovulação, peri-implantação e terço final. As estratégias nutricionais encontradas na literatura concentram-se principalmente nesses estágios, a fim de aumentar a homogeneidade do desenvolvimento dos oócitos e/ou conceptos. Como consequência, ocorre diminuição das variações dos pesos dos leitões ao nascimento (YUAN et al., 2015)

2.2 Variabilidade de peso ao nascer

Nas últimas décadas, o aumento progressivo do tamanho da leitegada, resultante da seleção genética de fêmeas altamente prolíficas, resultou em alguns inconvenientes para a produção suinícola. Dentre esses, podemos citar o aumento da variação do peso dos leitões ao nascimento, da proporção de leitões de baixo peso dentro das leitegadas, bem como o aumento da incidência de leitões CIUR. Essa condição leva ao aumento da mortalidade pré-natal e pós-natal (JOHNSON et al., 1999; QUESNEL et al., 2008; CAMPOS et al., 2012; AMDI, 2013).

Alguns estudos confirmam a relação existente entre o aumento da variabilidade dos pesos dos leitões ao nascimento e a aglomeração uterina. Zindove et al. (2013) caracterizaram a variação de peso em mais de 1500 leitegadas e apontaram a existência de uma correlação positiva entre a variabilidade do peso ao nascimento e o número de leitões nascidos. O mesmo foi observado por Milligan (2002) que evidenciou uma correlação positiva e desfavorável entre o número de nascidos vivos e a variação de peso como razões para baixa taxa de sobrevivência observada em sistemas produtivos. De acordo com Wientjes (2013), para cada leitão a mais na leitegada, há uma redução de cerca de 41 g no peso médio, um acréscimo de 0,8% no coeficiente de variação da leitegada e aumento em 1,9% da porcentagem de leitões com menos de 1000 g.

Em leitegadas com grande variabilidade do peso ao nascer, as taxas de crescimento observadas diferem substancialmente, de forma que o tempo para atingirem o peso de abate também seja variável (QUINIOU et al., 2002). Essa diferença pode impactar os custos de alimentação e gerenciamento necessários para atender o peso mínimo exigido pelo mercado (BEAULIEU et al., 2010).

Os leitões com baixo peso ao nascimento têm maior propensão à mortalidade e desvantagem em relação aos leitões maiores, o que implica em menor consumo de colostro e menor desempenho. Essa condição inferior pode ser explicada fisiologicamente uma vez que possuem menores reservas energéticas, menor capacidade termorregulatória, e menor capacidade de aquisição de imunidade passiva. Além disso, leitões de baixo peso têm maior susceptibilidade ao esmagamento (QUINIOU et al., 2002; QUESNEL, 2011; PANZARDI et al., 2013; ZINDOVE et al., 2014).

Embora a mortalidade possa representar maior preocupação para os produtores devido ao seu impacto na rentabilidade, a qualidade dos leitões também afeta a produtividade do sistema. Sabe-se que leitões de baixo peso que sobrevivem, são de menor qualidade e, em geral, apresentam menor valor comercial (FIX et al., 2010).

O peso dos leitões ao nascimento afeta traços economicamente importantes como o desempenho do crescimento e a qualidade da carne. Estudos anteriores revelaram por meio de análise proteômica, que o peso ao nascer regula os níveis de expressão das proteínas responsáveis pelas características da carne, deposição de gordura e metabolismo energético. Esses resultados sustentam a ideia de programação fetal, de modo que o desenvolvimento fetal no útero altera a resposta da prole às mudanças induzidas pela nutrição pós-natal (LIU et al., 2014).

Existem fatores que estão diretamente relacionados à variabilidade dos pesos dos leitões ao nascimento, como a genética, a qualidade do oócito, a capacidade uterina e a eficiência placentária (YUAN et al., 2015). Outros fatores interferem no crescimento fetal, entre eles a epigenética, a nutrição materna, a temperatura ambiente, o estresse, as doenças, a maturidade materna e a paridade (REYNOLDS & CATON, 2012; ZINDOVE et al., 2013). Ademais, existem mecanismos subjacentes que podem influenciar a ambos e, ainda, necessitam de esclarecimentos.

O aumento das taxas de ovulação obtido por meio da seleção para tamanho de leitegada é acompanhado de um aumento da mortalidade pré-natal, antes e após a implantação (VALLET et al., 2014). DA SILVA et al. (2016) estudaram as relações entre a taxa de ovulação e as características embrionárias/placentárias e concluíram que a taxa de ovulação, quando elevada, resulta em aumento no número de embriões vitais aos 35 dias de gestação, no entanto compromete o desenvolvimento dos embriões sobreviventes.

Quando há uma aglomeração de conceptos no 30º dia de gestação, ocorre um retardo no desenvolvimento muscular até os 90 dias de gestação, diminuindo principalmente o número de fibras secundárias do músculo (TOWN et al., 2004). Esse efeito negativo sobre o desenvolvimento fetal é denominado de crescimento intrauterino retardado (CIUR), pode ser definido como uma redução no crescimento e desenvolvimento de embriões e fetos ou de seus órgãos durante a gestação (WU et al., 2006).

A capacidade uterina também influencia na variação dos pesos dos leitões ao nascer, pois limita o pleno desenvolvimento dos fetos no período pós-implantação. Como consequência, ela se torna o principal fator limitante para a sobrevivência e crescimento fetal após o 35º dia de gestação, momento em que potencialmente ocorre redução do tamanho e peso fetal (FOXCROFT et al., 2007). A seleção genética para a capacidade uterina foi associada a uma ligeira diminuição na taxa de ovulação, mas aumentou a sobrevivência dos fetos, principalmente entre os dias 25 e 45 da gestação sem alterar os pesos fetal ou placentário.

Frecking et al. (2016) ao estudar o desempenho reprodutivo de fêmeas selecionadas para capacidade uterina, apontam melhoraria da sobrevivência fetal, aumento do número de nascidos, diminuição de leitões natimortos, melhor taxa de retenção, além de aumento significativo do peso ao desmame.

Atualmente, os programas de melhoramento genético de matrizes hiperprolíficas visam a uma seleção balanceada, que associa a capacidade reprodutiva das matrizes e maior vigor e sobrevivência dos leitões (SILVA, 2010). O melhoramento genético para o aumento da uniformidade dos pesos ao nascimento é uma abordagem necessária e pode ser realizada de forma indireta por meio da seleção para sobrevivência, peso ao nascer e capacidade uterina (KAPELL et al., 2011; FRECKING et al., 2009)

Entre os eventos importantes que ocorrem no primeiro terço gestacional tem-se a placentação. A placenta é responsável pela transferência de nutrientes da fêmea para o feto, de forma que o crescimento e desenvolvimento placentário são determinantes para a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento fetal. A vascularização da placenta contribui significativamente para a uniformidade de crescimento dentro de uma leitegada e varia conforme a raça e a genética (WANG et al., 2017). A eficiência placentária (peso corporal do leitão/ massa de sua placenta) varia entre os fetos dentro de uma mesma leitegada, o que indica ser um parâmetro individual. O

baixo peso ao nascer está intimamente associado à menor eficiência placentária (WU et al., 2017; WILSON & FORD, 2001).

A nutrição materna durante a gestação tem sido considerada como a principal causa da variação no peso ao nascer dos leitões nas leitegadas de fêmeas modernas (YUAN et al., 2015). A fase gestacional é marcada por diferentes eventos fisiológicos que influenciam as exigências nutricionais da fêmea gestante e, em geral, o período apresenta uma demanda crescente de nutrientes. O manejo nutricional inadequado pode estar associado ao retardo do crescimento fetal e aos efeitos negativos sobre o desempenho do leitão. A desnutrição durante o terço inicial tem um efeito prejudicial maior no desenvolvimento de órgãos fetais em relação aos demais períodos (CAMPOS, 2012; WU et al., 2012).

2.3 Arginina

As fêmeas suínas atuais são mais prolíficas e exigentes nutricionalmente. Diante disso, torna-se fundamental o conhecimento acerca da nutrição e sua interação com a reprodução, a fim de elaborar programas nutricionais eficientes e que permitam que as fêmeas expressem seu potencial genético. A nutrição relaciona-se com importantes índices reprodutivos e, conseqüentemente, com a rentabilidade da indústria suína (WU, 2013a).

Apesar das melhorias na nutrição e no gerenciamento, os atuais programas de alimentação para suínos gestantes permanecem subótimos (CHEN et al., 2015; DA SILVA et al., 2016). Isso se deve ao fato de o ganho de peso excessivo durante a gestação dificultar o parto e diminuir o apetite da fêmea durante a lactação, o que leva à adoção do fornecimento de ração de forma controlada (KIM et al., 2009; WU, 2013b), no entanto é necessário atentar-se aos níveis aminoacídicos comprometidos devido ao baixo consumo.

O aporte proteico durante a fase de gestação deve ser acompanhado atentamente, uma vez que é um período de elevada demanda e a subnutrição aminoacídica pode comprometer o desenvolvimento e crescimento dos fetos. Dentre os aminoácidos disponíveis para suplementação dietética, a arginina desempenha papel importante na nutrição animal. A forma industrial do aminoácido arginina é denominada L-arginina, fabricada por fermentação a partir de fontes de carboidrato, ou por extração a partir de hidrolisados de proteína animal. Além de ser utilizada para

a inclusão em dietas para animais de interesse zootécnico, a L-arginina é utilizada nas indústrias farmacêutica e alimentícia humana (CASTILHA, 2014).

A arginina é um aminoácido funcional que desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal. Ela atua como regulador de vias metabólicas por meio de sinalização celular, incluindo a fosforilação de MTOR – regulador mestre da síntese de proteínas intracelulares (KONG et al., 2012). A arginina também é intermediária no ciclo da ureia hepática e precursora de compostos metabólicos importantes como a prolina, ornitina, poliaminas e óxido nítrico (ON) (WU & MORRIS, 1998; WU, 2006; KIM et al., 2007).

O ON desempenha papel crucial na melhoria do fluxo sanguíneo durante a gestação, aumentando, assim, a transferência de nutrientes, oxigênio, amônia e resíduos metabólicos entre mãe e feto em mamíferos gestantes (BIRD et al., 2003; WU et al., 1998b). O aumento na síntese do ON 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 é um importante precursor da síntese de poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) e prolina nos tecidos maternos e do concepto. A prolina desempenha um papel importante na síntese de poliaminas na placenta suína e no intestino delgado fetal, que não contém atividade de arginase (WU et al., 2008). As poliaminas estão diretamente relacionadas à proliferação e diferenciação celular, além de serem reguladoras-chave da embriogênese, angiogênese, desenvolvimento placentário e embrionário de mamíferos (WU et al., 2004). São também importantes na regulação da expressão gênica, transdução de sinais, síntese de DNA e proteínas (IGARASHI; KASHIWAGI, 2000; Wu et al., 2005)

Li et al. (2010) sugerem que o uso da arginina não seja iniciado antes do 14º dia de gestação. No entanto, alguns trabalhos mostram resultados positivos da suplementação no terço inicial, observando aumento do número de nascidos totais, nascidos vivos e aumento do peso ao nascimento (LI et al., 2015), Bérard e Bee (2010) suplementando arginina do 14º ao 28º dias de gestação, observaram o aumento de 3,7 fetos viáveis no 75º dia de gestação.

Estudos recentes apontam que a suplementação de 1% de L-arginina no terço médio da gestação (25-80 dias) aumenta a média de peso dos leitões ao nascimento e diminui a porcentagem de leitões de baixo peso (<1 kg) (DALANORA et al., 2017). Che et al. (2013) observaram aumento

do número de leitões nascidos vivos e do peso total da leitegada em fêmeas suplementadas do 30º ao 114º dia de gestação.

A suplementação de 1% de L-arginina no terço final da gestação (90-114 dias) aumentou o desempenho reprodutivo das fêmeas e afetou a expressão gênica na veia umbilical de modo a regular sua função e volume, proporcionando mais nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (LIU et al., 2012).

Gao et al. (2012) também relataram efeitos positivos da suplementação de arginina no terço médio e final da gestação, com aumento do número total de leitões (1,31), do número de leitões nascidos vivos por leitegada (1,10), do peso total da leitegada ao nascimento (1,36 kg) e de melhoria no peso da placenta (16,2%). Esses resultados indicam aumento do crescimento placentário e do desempenho reprodutivo das fêmeas. Quesnel et al. (2014) forneceram L-arginina do 77º dia de gestação até o parto e observaram diminuição na variação dos pesos dos leitões vivos ao nascer, em relação ao tratamento controle.

A arginina pode influenciar positivamente a fase primária da formação de células musculares, e pode trazer implicações importantes no crescimento pós-natal muscular, composição da carcaça e a qualidade da carne (BÉRARD; BEE, 2010). Madsen et al. (2017) estudaram o efeito da suplementação de L-arginina sobre células musculares e apontam que a suplementação na dieta gestacional precoce parece reduzir os impactos negativos do CIUR. Isso é demonstrado pelo aumento da hiperplasia, do peso corporal e da área do músculo semitendinoso da leitegada ao nascimento. À medida que a área muscular aumentou, a suplementação de L-arginina permitiu maior hiperplasia pré-natal de miofibra e também a hipertrofia.

A arginina melhora o desempenho reprodutivo, a sobrevivência embrionária e fetal. Porém, o uso da L-arginina deve ser criterioso e considerar todas as outras variáveis que influenciarão no desempenho. Nesse sentido, Wu (2010) atenta que mais arginina na dieta não é necessariamente melhor para a sobrevivência embrionária ou fetal em suínos. Os índices adequados, as quantidades de aminoácidos, bem como a ingestão dietética de nitrogênio total, devem ser considerados nas formulações dietéticas, para prevenir o antagonismo entre os aminoácidos e a toxicidade da amônia para as fêmeas e seus embriões/fetos. O autor supracitado também atenta para a importância do conhecimento básico em reprodução, bioquímica e nutrição aminoacídica para obter resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Exigências nutricionais de matrizes suínas gestantes e lactantes. In: **IV Seminário Internacional de Aves e Suínos - Avesui**, p.33-59, 2005.
- ALMEIDA, F.R.C.L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leite ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37, n. 1, p. 31-33, 2009.
- AMDI, C.; GIBLIN, L.; RYAN, T.; STICKLAND, N.C.; LAWLOR, P.G. Maternal backfat depth in gestating sows has a greater influence on offspring growth and carcass lean yield than maternal feed allocation during gestation. **Animal**, v. 8, n. 2, p. 236-244, 2014.
- AMDI, C.; KROGH, U.; FLUMMER, C.; OKSBJERG, N.; HANSEN, C. F.; THEIL, P. K. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. **Journal of animal science**, v. 91, n. 12, p. 5605-5613, 2013.
- BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2767-2778, 2010.
- BERNARDI, M.L. Fisiologia do parto em suínos. **Acta scientiae veterinariae**. Porto Alegre, RS, 2007.
- BÉRARD, J.; BEE, G. Effects of dietary L-arginine supplementation to gilts during early gestation on fetal survival, growth and myofiber formation. **Animal**, Cambridge, v. 4, n. 10, p. 1680–1687, 2010.
- BIRD, I. M., ZHANG, L., MAGNESS, R. R. Possible mechanisms underlying pregnancy induced changes in uterine artery endothelial function. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 284, n. 2, p. R245-R258, 2003.
- CAMPOS, P.H.R.F.; SILVA, B.A.N.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; KNOL, E.F. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, n. 05, p. 797-806, 2012.
- CASTILHA, L. D.; POZZA, P. C.; COSTA, P. B.; DA SILVA, Y. L.; NUNES, R. V.; NEUMANN, M. E. Metabolismo e importância da arginina na nutrição de suínos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 1, p. 10-21, 2014.
- CHEN, F.; WANG, T.; FENG, C.; LIN, G.; ZHU, Y.; WU, G.; JOHNSON, G.; WANG, J. Proteome differences in placenta and endometrium between normal and intrauterine growth restricted pig fetuses. **PloSone**, v. 10, n. 11, p. e0142396, 2015.

CUPPS, P.T. **Reproduction in domestic animals**. Elsevier, 1991. 670 p.

DA SILVA, C.L.A.; VAN DEN BRAND, H.; LAURENSSEN, B.F.A.; BROEKHUIJSE, M.J.; KNOL, E.F.; KEMP, B.; SOEDE, N. M. Relationships between ovulation rate and embryonic and placental characteristics in multiparous sows at 35 days of pregnancy. **Animal**, v. 10, n. 7, p. 1192-1199, 2016.

DWYER, C.; FLETCHER, J.; STICKLAND, N. Muscle cellularity and postnatal growth in the pig. **Journal of Animal Science**, 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

FIX, J. S.; CASSADY, J. P.; HERRING, W. O.; HOLL, J. W.; CULBERTSON, M. S., & SEE, M. T. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. **Livestock Science**, v. 127, n. 1, p. 51-59, 2010.

FOXCROFT, G.; BEE, G.; DIXON, W.; HAHN, M.; HARDING, J.; PATTERSON, J.; ... TOWN, S. Consequences of selection for litter size on piglet development. **Paradigms in pig science (ed. J Wiseman, MA Varley, S McOrist and B Kemp)**, p. 207-229, 2007.

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

FREKING, B.A.; LENTS, C.A.; VALLET, J.L. Selection for uterine capacity improves lifetime productivity of sows. **Animal reproduction science**, v. 167, p. 16-21, 2016.

FREKING, B.A.; MILES, J.R.; BISCHOFF, S.R.; TSAI, S.; HARDISON, N.; XIA, Y.; NONNEMAN, D.J.; VALLET, J.L.; PIEDRAHITA, J.A. Impact of selection for uterine capacity on the placental transcriptome. **Soc. Reprod.Fertil. Suppl.** v. 66, p. 207–208, 2009.

GEISERT, R.D.; RENEGAR, R.H.; TATCHER, W.W. Establishment of pregnancy in the pig: I., interrelationships between preimplantation development of the pig blastocyst and uterine endometrial secretions. **Biology of Reproduction**, Champaign, v.27, p.925-939, 1982.

GOODBAND, R.D.; TOKACH, M. D.; GONCALVES, M. A. D.; WOODWORTH, J. C.; DRITZ, S. S.; DEROCHEY, J. M. Nutritional enhancement during pregnancy and its effects on reproduction in swine. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 4, p. 68-75, 2013.

IGARASHI, KAZUEI; KASHIWAGI, KEIKO. Polyamines: mysterious modulators of cellular functions. **Biochemical and biophysical research communications**, v. 271, n. 3, p. 559-564, 2000.

JI, F.; WU, G.; BLANTON, J.; KIM, S. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 2, p. 366-375, 2005.

JOHNSON, R.K.; NIELSEN, M.K.; CASEY, D.S. Responses in ovulation rate, embryonal survival, and litter traits in swine to 14 generations of selection to increase litter size. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 541-557, 1999.

KAPPELL, D. N.; ASHWORTH, C. J.; KNAP, P. W.; ROEHE, R. Genetic parameters for piglet survival, litter size and birth weight or its variation within litter in sire and dam lines using Bayesian analysis. **Livestock Science**, v. 135, n. 2, p. 215-224, 2011.

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

KIM, S.W; HURLEY, W.L; WU, G., JI, F. Balanço ideal de aminoácidos para porcas durante a gestação e lactação. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 14 suppl, p. E123-E132, 2009.

KIM, S. W.; MATEO, R. D.; YIN, Y. L.; WU, G. Functional amino acids and fatty acids for enhancing production performance of sows and piglets. **Asian Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 20, n. 2, p. 295, 2007.

KONG, X.; TAN, B.; YIN, Y., GAO, H.; LI, X., JAEGER; L. A.; WU, G. L-Arginine stimulates the MTOR signaling pathway and protein synthesis in porcine trophectoderm cells. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 23, n. 9, p. 1178-1183, 2012.

LI, X.; BAZER, FW; JOHNSON, GA; BURGHARDT, RC; ERIKSON, DW; FRANK, JW, THOMAS E. SPENCER; Wu, G. Dietary supplementation with 0.8% L-arginine between days 0 and 25 of gestation reduces litter size in gilts. **The Journal of nutrition**, v. 140, n. 6, p. 1111-1116, 2010.

LI, J.; XIA, H.; YAO, W.; WANG, T.; LI, J.; PIAO, X.; WANG, F. Effects of arginine supplementation during early gestation (day 1 to 30) on litter size and plasma metabolites in gilts and sows. **Journal of animal science**, v. 93, n. 11, p. 5291-5303, 2015.

LIU, J.; HE, J.; YU, J.; MAO, X.; ZHENG, P.; HUANG, Z.; YU, B.; CHEN, D. Birth weight alters the response to postnatal high-fat diet-induced changes in meat quality traits and skeletal muscle proteome of pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 111, n. 10, p. 1738-1747, 2014.

LIU, X. D.; WU, X.; YIN, Y. L.; LIU, Y. Q.; GENG, M. M.; YANG, H. S.; ... BLACHIER, F.; WU, G. Y. 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**, v. 42, n. 6, p. 2111-2119, 2012.

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**, v. 71, n. 2, p. 528-533, 2004.

MADSEN, J. G.; PARDO, C.; KREUZER, M.; BEE, G. Impact of dietary L-arginine supply during early gestation on myofiber development in newborn pigs exposed to intra-uterine crowding. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 58, 2017.

MILLIGAN, B.N.; DEWEY, C.E.; DE GRAU, A.F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, n. 2, p. 119-127, 2002.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.; MELLAGI, A.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 206-213, 2013.

PANZARDI, A.; MEGALLI, A.P.G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Eventos cronológicos da gestação: da deposição dos espermatozoides no trato reprodutivo feminino ao desenvolvimento dos fetos. In: **Suínocultura em ação: a fêmea suína gestante**. 4ed. Porto Alegre: UFRS, p.43-71, 2007.

PENZ JR, A.M.; EBERT, A.R. Fatores nutricionais que influenciam o peso e a uniformidade dos leitões ao nascimento. In: **Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos**. 2001. p. 26-36.

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

QUESNEL, H.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; QUINIOU, N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842-1849, 2008.

QUESNEL, H.; QUINIOU, N.; ROY, H.; LOTTIN, A.; BOULOT, S. AND GONDRET, F. 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. **Animal Science**, v. 92, p.1445-1450, 2014.

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

REYNOLDS, L.P.; CATON, J.S. Role of the pre-and post-natal environment in developmental programming of health and productivity. **Molecular and cellular endocrinology**, v. 354, n. 1, p. 54-59, 2012.

SILVA, B. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. IN: Simpósio internacional de produção suína, **Anais** Campinas/SP, 2010

SALLES, M. G. F.; ARAÚJO, A.A. Corpo lúteo cíclico e gestacional: revisão. **Revista Brasileira Reprodução Animal**, v. 34, p. 185-194, 2010.

TOWN, S.C.; PUTMAN, C.T.; TURCHINSKY, N.J.; DIXON, W. T.; FOXCROFT, G.R. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, n. 4, p. 443-454, 2004.

TSE, W.Y.; TOWN, S. C.; MURDOCH, G. K.; NOVAK, S.; DYCK, M. K.; PUTMAN, C. T.; DIXON, W. T. Uterine crowding in the sow affects litter sex ratio, placental development and embryonic myogenin expression in early gestation. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 20, n. 4, p. 497-504, 2008.

VALLET, J.L.; MCNEEL, A.K.; MILES, J.R.; FREKING, B.A. Placental accommodations for transport and metabolism during intra-uterine crowding in pigs. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 5, n. 1, p. 55, 2014.

WANG, J.; FENG, C.; LIU, T.; SHI, M.; WU, G.; BAZER, F. W. Physiological alterations associated with intrauterine growth restriction in fetal pigs: Causes and insights for nutritional optimization. **Molecular reproduction and development**, v. 84, p. 897–904, 2017.

WIJNTJES, J.G.M.; SOEDE, N.M.; KNOL, E.F.; VAN DEN BRAND, H.; KEMP, B. Piglet birth weight and litter uniformity: Effects of weaning-to-pregnancy interval and body condition changes in sows of different parities and crossbred lines. **Journal of animal science**, v. 91, n. 5, p. 2099-2107, 2013.

WILSON, M.E.; FORD, S.P. Comparative aspects of placental efficiency. **Reproduction (Cambridge, England) Supplement**, v. 58, p. 223-232, 2001.

WU, G.; BAZER, F.W.; JOHNSON, G. A.; HERRING, C.; SEO, H.; DAI, Z.; WANG, J.; WU, Z.; WANG, X. (2017). Functional amino acids in the development of the pig placenta. **Molecular Reproduction and Development**, v. 84, p. 870-882, 2017.

WU, G.; BAZER, F. W.; SATTERFIELD, M. C.; LI, X.; WANG, X.; JOHNSON, G. A.; ROBERT C. BURGHARDT; ZHAOLAI DAI; JUNJUN WANG; WU, Z. Impacts of arginine nutrition on embryonic and fetal development in mammals. *Amino Acids*, **Amino Acids**, v. 45, n. 2, p. 241-256, 2013b.

WU, G.; BAZER, F.W.; WALLACE, J.M.; SPENCER, T.E. Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of animal science**, v. 84, n. 9, p. 2316-2337, 2006.

WU, G. Functional amino acids in growth, reproduction and health. **Advances in Nutrition**, v. 1, p. 31–37, 2010.

WU, G.; IMHOFF-KUNSCH, B.; GIRARD, A. W.; AMY WEBB. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. **Paediatric and perinatal epidemiology**, v. 26, n. s1, p. 4-26, 2012.

WU, G.; WU, Z.; DAI, Z.; YANG, Y.; WANG, W.; LIU, C.; WANG, B.; WANG, J.; YIN, Y. Dietary requirements of “nutritionally nonessential amino acids” by animals and humans. **Amino Acids**, v. 44, n. 4, p. 1107-1113, 2013a.

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

WU, G.; POND, W. G.; FLYNN, S. P.; OTT, T. L.; BAZER, F. W. Maternal dietary protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in placenta and endometrium of pigs during early gestation. **The Journal of nutrition**, v. 128, n. 12, p. 2395-2402, 1998.

YOUNG, M.G.; TOKACH, M.D.; AHERNE, F.X.; MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of animal science**, v. 82, n. 10, p. 3058-3070, 2004.

YUAN, T.L.; ZHU, Y.H.; SHI, M.; LI, T.T.; LI, N.; WU, G.Y.; BAZER, F.W, ZANG, J.J.; WANG, F.; WANG, J.J. Within-litter variation in birth weight: impact of nutritional status in the sow. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**, v. 16, n. 6, p. 417-435, 2015.

ZINDOVE, T.J.; DZOMBA, E.F.; KANENGONI, A.T.; CHIMONYO, M. Effects of within-litter birth weight variation of piglets on performance at 3 weeks of age and at weaning in a Large White × Landrace sow herd. **Livestock Science**, v. 155, n. 2, p. 348-354, 2013.

ZINDOVE, T. J.; DZOMBA, E. F.; CHIMONYO, M. Variation in individual piglet birth weights in a Large White× Landrace sow herd. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 80-84, 2014.

SEGUNDA PARTE

**ARTIGO – L -ARGININA NA RAÇÃO DE FÊMEAS SUÍNAS DURANTE O TERÇO
FINAL DA GESTAÇÃO MELHORA A QUALIDADE DA LEITEGADA**

**Melissa F. S. A. Mendes*¹, Renan H. Rufino*¹, Jorge Y. P. Palência*, Marina A.G. Lemes*
Márvio Lobão Teixeira de Abreu***

*Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Lavras,
Lavras, 37200-000, Brasil.

¹Autor correspondente: marvioabreu@gmail.com ou melissamendes@zootecnista.com.br

RESUMO

O melhoramento genético realizado nas matrizes suínas nas últimas décadas, permitiu o aumento do número de nascidos totais, hoje a hiperprolificidade é uma realidade nos sistemas produtivos e é acompanhada do aumento da incidência de leitões de baixo peso, bem como aumento da desuniformidade do peso nas leitegadas. Essa condição pode levar ao aumento da mortalidade pré e pós-natal e prejuízos ao sistema. Estratégias nutricionais durante o período de gestação podem minimizar esses efeitos negativos. Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com L-arginina na ração de matrizes suínas, dos 85 aos 115 dias de gestação, sobre o desempenho reprodutivo da fêmea, desempenho dos leitões ao nascimento, parâmetros fisiológicos e de sobrevivência dos leitões nas primeiras 24 h de vida. Foram utilizadas 20 matrizes suínas pluríparas de dois a sete partos. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de dois tratamentos: ração sem a suplementação de L-Arginina HCl e ração com suplementação de 1% de L-Arginina HCl na forma *on top*, com base na quantidade de ração fornecida. A suplementação com L-arginina não influenciou no número de leitões nascidos por leitegada, no peso dos leitões e peso da leitegada ao nascimento. A composição corporal das fêmeas, produção de colostro e duração do parto não foram influenciados pelos tratamentos. O percentual de leitões com peso abaixo de 0,8 kg ao nascimento e às 24 h foi menor em matrizes suínas suplementadas com L-arginina, também foi observado diminuição da variabilidade dos pesos dos leitões às 24 h. A temperatura retal dos leitões ao nascimento foi influenciada positivamente pela suplementação das fêmeas. A suplementação da ração de gestação de matrizes suínas com L-arginina diminui a porcentagem de leitões de baixo peso, influencia positivamente o vigor dos leitões ao nascimento e diminui a variabilidade da leitegada às 24 horas pós-nascimento.

Palavras-chave: Aminoácidos funcionais. Suinocultura. Parto

ABSTRACT

The genetic improvement achieved in sows in the last decades has allowed the increase in the number of total births, today hyperprolificity is a reality in the production systems and is accompanied by an increase in the incidence of low weight piglets, as well as an increase in weight disuniformity of the litters. This condition may lead to increased pre and post-natal mortality and production system damage. Nutritional strategies during the gestation period can minimize these negative effects. The objective of this study was to evaluate the effect of supplementing L-arginine on sows diets, from 85 to 115 days of gestation, on the reproductive performance, performance of piglets at birth, physiological and survival parameters of piglets at the first 24 hours of life. Twenty pluriparous sows of two to seven parity were used. The experimental design was completely randomized, consisting of two treatments: feed without supplementation of L-Arginine HCl and feed with 1% supplementation of L-Arginine HCl top-dressed, based on the amount of feed supplied. L-arginine supplementation did not influence the number of piglets born per litter, piglet weight and litter weight at birth. Female body composition, colostrum production and duration of calving were not influenced by treatments. The percentage of piglets weighing less than 0.8 kg at birth and at 24 h was lower in L-arginine supplemented sows, and a decrease in piglet weight variability was observed at 24 h. The rectal temperature of the piglets at birth was positively influenced by the sow supplementation of L-arginine. Supplementation L-arginine decreases the percentage of low-weight piglets, positively influences the vigor of piglets at birth and decreased the variability of litter at 24 hours post-birth.

Keywords: Functional amino acids. Swine production. Farrowing

1. INTRODUÇÃO

O aumento da prolificidade das fêmeas suínas é um fato marcante no sistema produtivo alcançado por meio do melhoramento genético das últimas décadas. Como consequência, tem-se o aumento da variação do peso dos leitões ao nascimento, da proporção de leitões de baixo peso dentro das leitegadas, bem como o aumento da incidência de leitões que sofrem crescimento intrauterino retardado (CIUR). Essa condição leva ao aumento da mortalidade pré e pós-natal. (QUESNEL et al., 2008; CAMPOS et al., 2012; AMDI,2013).

O peso ao nascimento e a uniformidade da leitegada são duas características importantes para a sobrevivência pós-natal. Os leitões com baixo peso ao nascimento têm maior propensão à mortalidade e desvantagem em relação aos leitões maiores, o que implica em menor consumo de colostro e menor desempenho. Essa condição inferior pode ser explicada fisiologicamente uma vez que possuem menores reservas energéticas, menor capacidade termorregulatória, e menor aquisição de imunidade passiva. Além disso, leitões de baixo peso têm maior susceptibilidade ao esmagamento (QUINIOU et al., 2002; QUESNEL, 2011; PANZARDI et al., 2013; ZINDOVE et al., 2014).

A nutrição materna durante a gestação, tem sido considerada como a principal causa da variação no peso dos leitões ao nascer em leitegadas de fêmeas modernas (YUAN et al., 2015). A nutrição da fêmea gestante pode minimizar esses problemas contribuindo para a parição de leitegadas numerosas, vigorosas e uniformes. Um dos ajustes nutricionais que pode ser realizado é a suplementação de alguns aminoácidos (como a L-arginina na ração), esses aminoácidos participam, além da síntese proteica muscular, de funções metabólicas importantes no corpo animal.

A arginina é um aminoácido funcional que desempenha múltiplos papéis no metabolismo animal. Ela atua como regulador de vias metabólicas por meio de sinalização celular, incluindo a fosforilação de MTOR – regulador mestre da síntese de proteínas intracelulares (Wu et al., 2010). Também participa de processos que melhoram o fluxo de nutrientes e oxigênio da fêmea para o feto, contribuindo, assim, para o desenvolvimento e crescimento fetal.

Ciente da influência do bom desempenho reprodutivo das fêmeas no sucesso e rentabilidade de um sistema produtivo, o conhecimento dos efeitos da suplementação de um aminoácido

funcional na fase de gestação torna-se relevante, uma vez que apresenta potencial para tornar-se uma ferramenta viável na busca pela melhoria da qualidade e viabilidade dos leitões.

Com o presente estudo, objetivou-se avaliar a influência da L-arginina suplementada na ração dos 85 aos 115 dias de gestação sobre o desempenho reprodutivo da fêmea, desempenho dos leitões ao nascimento, parâmetros fisiológicos e de sobrevivência dos leitões nas primeiras 24 horas de vida.

1. MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos descritos neste trabalho foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras (protocolo número 62/16).

2.1 Animais e instalações

O experimento foi conduzido em uma granja comercial localizada no município de Ribeirão Vermelho, Minas Gerais. Inicialmente, foram selecionadas 22 matrizes suínas multíparas de linhagem híbrida comercial (DB 90), com histórico de hiperprolificidade, ordem de parto de dois a sete, inseminadas com um mesmo grupo genético de machos. As matrizes apresentaram condição corporal semelhante em relação ao peso corporal (PC) e a espessura de toucinho (ET). Dentre as matrizes selecionadas, duas foram excluídas, uma vez que uma delas não apresentou a característica de hiperprolificidade ao parir 6 leitões e a outra sofreu complicações durante o parto que comprometeram a coleta de dados.

As matrizes gestantes permaneceram alojadas em gaiolas de gestação (2,20 m x 0,60 m x 1 m) até o 107º dia de gestação, momento em que foram transferidas para o galpão de maternidade.

A caracterização do ambiente térmico no interior dos galpões de gestação e maternidade foi realizada por meio de um *datalogger* modelo HT-500, posicionado à meia altura das matrizes. A temperatura e umidade relativa do ar (UR%) foram registradas, a cada 10 minutos, durante o período experimental.

O índice de temperatura e umidade (ITU) utilizado para avaliação do ambiente térmico foi calculado por meio da equação proposta por Thom (1958) (EQUAÇÃO 1):

$$ITU = Tb_s + 0,36 Tp_o + 41,5 \quad (1)$$

Em que:

Tbs: temperatura de bulbo seco (°C);

Tpo: temperatura do ponto de orvalho (°C).

O PC, a ET e a profundidade de lombo (PL) das matrizes foram medidos nos 85° e 105° dias de gestação por meio de um ultrassom ALOKA modelo SSD-500 e transdutor linear de 3,5 MHz modelo UST 5011. A primeira medida foi realizada a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção caudal, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho P1. A segunda medida foi realizada a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, obtendo-se nesse ponto a espessura de toucinho P2.

2.2 Delineamento experimental, rações experimentais e manejo alimentar

As matrizes suínas foram distribuídas considerando PC e ordem de parição (OP). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, constituído de dois tratamentos: ração sem a suplementação de L-Arginina HCl (controle com 10 repetições) e ração com suplementação de 1% de L-Arginina HCl (L-arginina com 10 repetições) fornecida 30 dias antes da data prevista do parto. A matriz e sua respectiva leitegada foram consideradas a unidade experimental.

A suplementação com L-arginina foi feita na forma *on top* e a quantidade de L-arginina adicionada foi calculada com base na quantidade de ração fornecida.

A ração foi analisada quanto à porcentagem de proteína bruta (PB) e o teor de arginina foi determinado por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), no laboratório CBO-Campinas, SP (TABELA 1).

A ração de gestação e o manejo alimentar utilizados foram os mesmos adotados pela granja, com fornecimento 2,8 kg de ração desde o momento da inseminação até o 105º dia de gestação e 5,6 kg de ração do 106º dia até o parto. As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (7:00 h e 16:00 h) e as fêmeas tiveram livre acesso à água durante o período experimental. As exigências nutricionais das matrizes gestantes foram atendidas de acordo com a recomendação da genética utilizada.

Tabela 1 – Composição e níveis nutricionais da ração de gestação (continua)

Ração Gestação		
Ingredientes	%	
Milho	57	
Farelo de soja	15	
Farelo de trigo	24	
Núcleo Vit. e Mineral ¹	4	
Total	100	
Energia Metabolizável ² , kcal/kg	3035	
Proteína Bruta (%) [*]	15,70	
Sódio ³	0,21	
Fósforo total ³	0,33	
Cálcio ³	0,56	
Composição aminoacídica	AA Totais% ²	AA Digestíveis% ³
Histidina	0,50	0,83
Arginina	0,98	0,85
Treonina	0,58	0,73
Tirosina	0,52	0,84
Valina	0,75	0,81
Metionina	0,23	0,81
Isoleucina	0,64	0,83
Leucina	1,36	0,83
Fenilalanina	0,70	0,84
Lisina	0,82	0,75
Cistina	0,22	0,82

Relação Aminoácido /Lisina	
Aminoácido	Total
Lisina	100
Metionina	28
Treonina	70
Arginina	119
Valina	91
Isoleucina	78
Leucina	65
Histidina	60
Fenilalanina	85

¹ Quantidade por kg do produto: Cálcio 117 g, Fósforo 33g, Flúor 330 mg, Sódio 48g, colina 10,5, Vitamina A 255.000 UI, Vitamina D3 62500 UI, Vitamina E 1.750 UI, Vitamina K3 100 mg, Vitamina B1 62,5 mg, Vitamina B2 200 mg, Vitamina B6 87,5 mg, Vitamina B12 750 Mc, Ácido pantotênico 500mg, Ácido Fólico 50 mg, Niacina 1000 mg, Biotina 8,75 mg, Ferro 2500 mg, Cobre 375 mg, Manganês 1250 mg, Zinco 3125 mg, Iodo 35mg, Selênio 7,5 mg, Cromo 5 mg, *Saccharomyces cerevisiae*, Fitase 12 SFTU/g;

²valor analisado,

³ valor estimado

2.3 Supervisão do parto e manejo dos leitões

As fêmeas não foram induzidas ao parto e a intervenção foi mínima, apenas quando o intervalo de nascimento entre dois leitões excedeu uma hora. Após o nascimento e ruptura natural do cordão umbilical, o dorso de cada leitão foi seco e este foi identificado com um marcador. A temperatura retal (TR) foi aferida ao nascimento (0 h), realizada a medição dos leitões com uma fita métrica da base da orelha até a base da cauda, registrados os sexos e pesados individualmente. A TR também foi mensurada uma, duas, três e 24 horas após o nascimento.

Os leitões foram posicionados no mesmo local, após o manejo descrito anteriormente, sob uma fonte de calor. O tempo necessário até a primeira mamada foi registrado. A variável “primeira mamada” foi definida como a primeira vez que o leitão amamentou continuamente no mesmo teto por pelo menos um minuto. Nenhuma ajuda adicional ou cuidado foi dado aos leitões, a menos que existisse o risco de serem esmagados, nesse caso o leitão era removido da zona de perigo. O tamanho das leitegadas não foi ajustado durante as primeiras 24 h pós-parto.

O índice de massa corporal (IMC) e o índice ponderal (IP) dos leitões foram calculados a partir do comprimento da base da orelha até a base da cauda e do peso ao nascer, utilizando as Equações 2 e 3:

$$IMC = \frac{PN}{CL^2} \quad (2)$$

$$IP = \frac{PN}{CL^3} \quad (3)$$

Em que:

IMC: índice de massa corporal

IP: índice ponderal

PN: peso ao nascimento (kg)

CL: comprimento do leitão (m)

Amdi et al. (2013)

2.4 Desempenho das matrizes

Registrou-se o número de leitões totais, vivos, natimortos, mumificados, peso individual dos leitões nascidos vivos e às 24 horas, peso da leitegada ao nascimento e às 24 horas, peso da placenta e a duração do parto. O dia foi dividido da seguinte maneira: período 1= 0 h as 05:59 h; 2= 06:00 h as 11:59 h; 3= 12:00 h as 17:59 h; 4= 18:00 h as 23:59 h, a fim de avaliar a influência do ambiente sobre os parâmetros de vitalidade dos leitões nas primeiras horas de vida.

A variabilidade dos pesos dos leitões ao nascimento e às 24 h foi comparada por meio do coeficiente de variação (CV) e da estratificação em 7 classes de peso: leitões < 0,800 kg, de 0,801 a 1,000 kg, de 1,001 a 1,200 kg, de 1,201 a 1,400 kg, de 1,401 a 1,600kg, de 1,601 a 1,800 kg e > 1,800 kg. Também se utilizou-se de gráficos de Box-plot para auxiliar na interpretação dos resultados obtidos. Os critérios para a utilização destas classes foram baseados no fato dos leitões com peso inferior a 0,800 kg serem considerados CIUR (BÉRARD et al., 2010), a probabilidade de sobrevivência pré-desmame para leitões com peso inferior a 1,000 kg ser baixa (< 75%) e para

leitões com peso superior a 1,800 kg ser alta (> 95%) (PETTIGREW et al., 1986; ROEHE & KALM, 2000; QUINIOU et al., 2002).

2.5 Análise estatística

Para as análises estatísticas utilizou-se o software SAS[®] (SAS INSTITUTE, 2004). A normalidade dos dados foi verificada pelo procedimento PROCUNIVARIATE, por meio do teste de Shapiro-Wilk ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados que não apresentaram distribuição normal foram normalizados pelo procedimento PROCRANK e os dados não normalizados foram comparados pelo teste Krus Kal-Wallis (5%).

Os dados de desempenho da fêmea foram analisados pelo procedimento PROC MIXED por meio de análise de variância (ANOVA), usando cada fêmea ou leitegada como unidade experimental (n=20). As TR foram comparadas pelo teste Tukey (5%) em arranjo fatorial 2 x 4, sendo dois tratamentos (controle e L-arginina) e quatro períodos do dia (1=24:00 h–05:59 h; 2= 06:00 h –11:59 h; 3= 12:00 h–17:59 h; 4= 18:00 h–23:59 h).

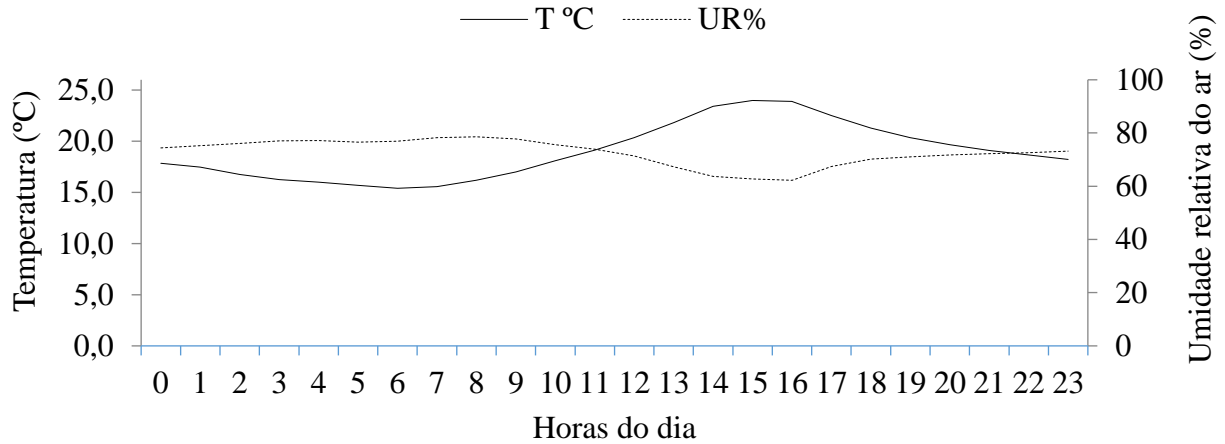
A estratificação foi realizada pelo software Microsoft Office Excel[®] (2010). Os percentuais de leitões por classes de peso foram analisados pelo procedimento NPAR1WUAY e os tratamentos foram comparados pelo teste Krus Kal-Wallis (5%).

3. RESULTADOS

3.1 Ambiente

A temperatura média durante o período experimental nos galpões (gestação e maternidade) foi de 18,9 °C, com máxima de 24 °C e mínima de 15,4 °C. A UR média foi de 72,6%, com máxima de 78,6% e mínima de 62,2% (FIGURA 1). O ITU médio calculado foi de 64,79.

Figura 1 – Temperatura média e umidade relativa do ar (UR).



Fonte: Do autor (2018)

3.2 Condição corporal das matrizes

O grupo controle e o grupo suplementado com L-arginina não se diferenciaram significativamente quanto ao peso das fêmeas, ET e PL medidas nos pontos P1 e P2, aos 85° e 105° dias de gestação (TABELA 2).

Tabela 2 – Condição corporal das matrizes suínas suplementadas e não suplementadas com L-arginina durante o período experimental.

Parâmetros	Tratamentos		P-valor	CV (%)
	Controle(n=10)	L-arginina(n=10)		
Peso aos 85 dias (kg)	262,10	250,91	0,426	10,89
Peso aos 105 dias (kg)	271,00	266,40	0,657	7,50
ET aos 85 dias no P1 (mm)	17,07	16,33	0,214	25,18
ET aos 105 dias no P1 (mm)	18,23	18,74	0,406	22,45
PL aos 85 dias no P2 (mm)	54,81	51,46	0,225	10,37
PL aos 105 dias no P2 (mm)	50,57	51,45	0,811	13,62

Fonte: Do autor (2018)

3.3 Desempenho reprodutivo das matrizes

O desempenho e os parâmetros reprodutivos das matrizes não foram influenciados significativamente pela suplementação com L-arginina, exceto para o CV às 24 h pós-nascimento e para a porcentagem de leitões com peso inferior a 0,800 kg ao nascimento e às 24 h pós-nascimento (TABELA 3).

Tabela 3 – Efeitos da suplementação dietética de L-arginina no desempenho reprodutivo e produtivo das matrizes.

Parâmetros	Tratamentos		p-valor	CV (%)
	Controle	L-arginina		
Número de leitões por leitegada				
Nascidos totais ¹	15,43	16,20	0,484	13,52
Nascidos vivos	14,57	14,89	0,686	10,06
Natimortos	0,00	0,64	0,090	166,27
Mumificados	0,00	0,18	0,341	273,25
24 horas pós nascimento	14,29	14,56	0,361	9,11
Peso ao nascimento (kg)				
Peso dos leitões vivos ao nascimento	1,41	1,38	0,775	14,02
Peso dos leitões vivos as 24h	1,42	1,47	0,493	8,85
Peso da leitegada ao nascimento	20,48	20,46	0,988	15,32
Peso da leitegada as 24 h	21,21	21,49	0,859	13,99
Peso total da placenta	3,66	3,60	0,904	27,03
Duração do parto (min)	279,9	276,7	0,903	25,8
CV do Peso ao Nascimento (%)	19,76	18,23	0,355	20,07
CV do Peso as 24 h (%) ¹	21,64	17,50	0,035 ²	21,21
Leitões ≤ 0,800 kg (%) nascimento ¹	7,50	1,90	0,020 ²	128,66
Leitões ≤ 0,800 kg (%) 24 h ¹	5,70	0,70	0,025 ²	170,21

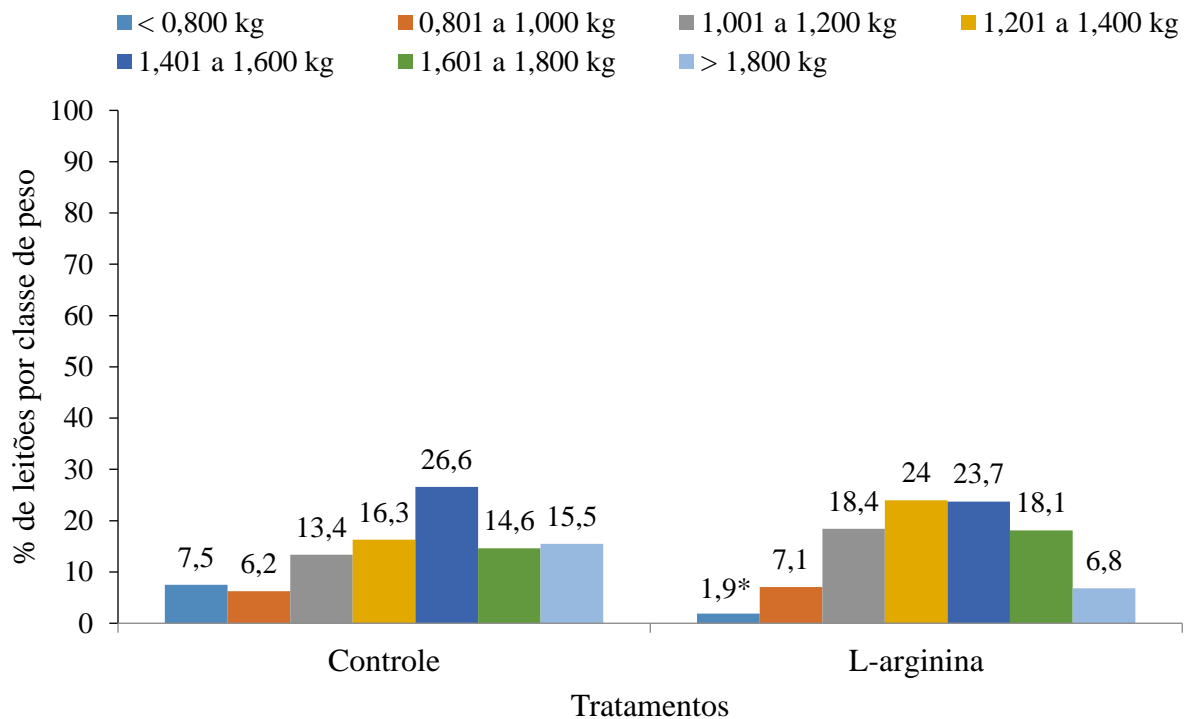
Legenda:¹ n=131 para tratamento controle e 157 para tratamento com L-arginina;²Diferença significativa pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2018)

Na estratificação por classes de peso ao nascimento (FIGURA 2), nota-se que o tratamento com suplementação de L-arginina apresentou redução significativa da porcentagem de leitões nascidos com peso inferior a 0,800 kg. Para as classes de 1,201-1,400 kg e >1,800 kg verificou-se

respectivos aumento e redução da porcentagem de leitões do grupo suplementado com L-arginina em comparação ao tratamento controle, porém não suficientes para atingir significância estatística.

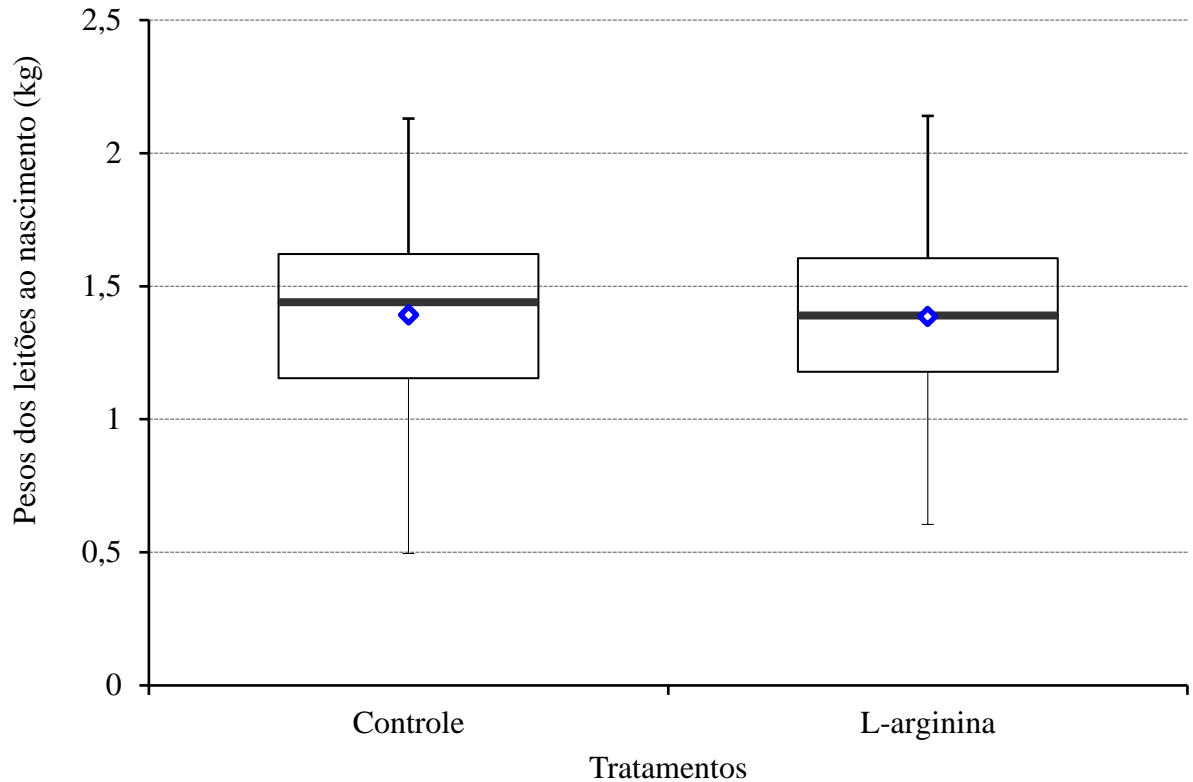
Figura 2 –Estratificação do peso de leitões ao nascimento oriundos de matrizes suínas suplementadas e não suplementadas com L-arginina durante a gestação.



Legenda: *: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Do autor (2018).

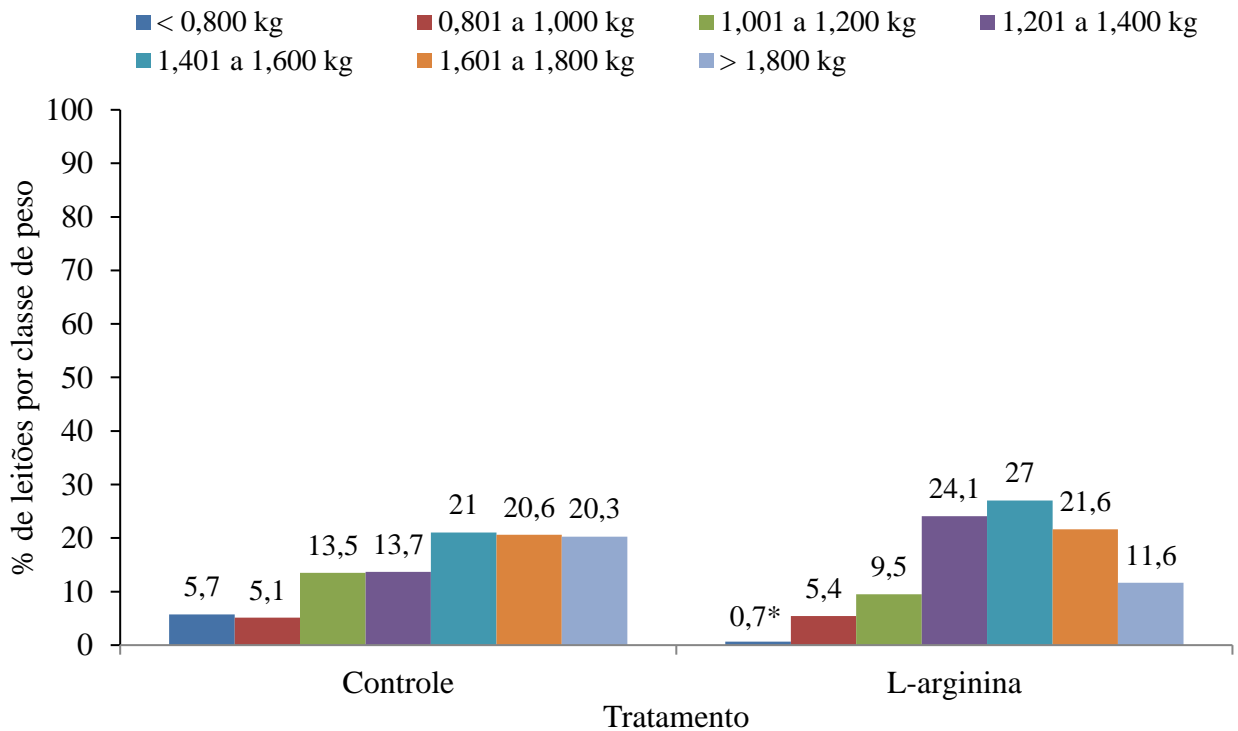
A dispersão dos pesos dos leitões ao nascimento é apresentada na Figura 3. Os tratamentos controle e com suplementação de L-arginina apresentaram amplitudes máximas de 2,13 e 2,14 kg e mínimas de 0,50 e 0,61 kg, respectivamente. No tratamento controle, a maior parte dos valores está concentrada entre 1,15 e 1,65 kg, enquanto que no tratamento com L-arginina, grande parte dos valores está concentrada na faixa de 1,20 à 1,60 kg.

Figura 3 – Box-plot dos pesos dos leitões ao nascimento (kg) em relação aos tratamentos ($p < 0,05$)

Fonte: Do autor (2018)

Na estratificação por classes de peso às 24 h pós-nascimento (FIGURA 4), o tratamento com suplementação de L-arginina apresentou redução significativa da porcentagem de leitões com peso inferior a 0,800 kg. Para a classe de 1,201-1,400 kg verificou-se um aumento da porcentagem de leitões suplementados com L-arginina, porém não suficiente para atingir significância estatística. Para as classes de 1,001-1,200 kg e $>1,800$ kg houve uma redução da porcentagem de leitões do grupo suplementado com L-arginina em comparação ao tratamento controle, no entanto também não foi suficiente para atingir significância.

Figura 4 – Estratificação do peso de leitões as 24 h, oriundos de matrizes suínas suplementadas e não suplementadas com L-arginina durante a gestação

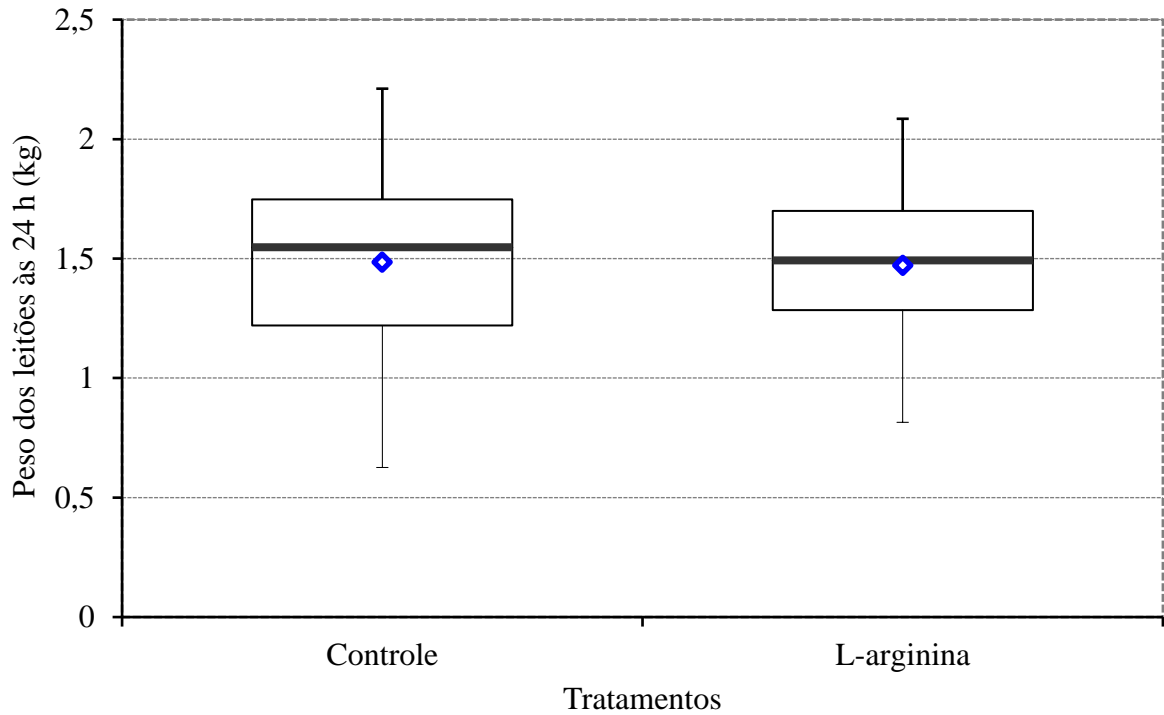


Legenda: *: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

Fonte: Do autor (2018).

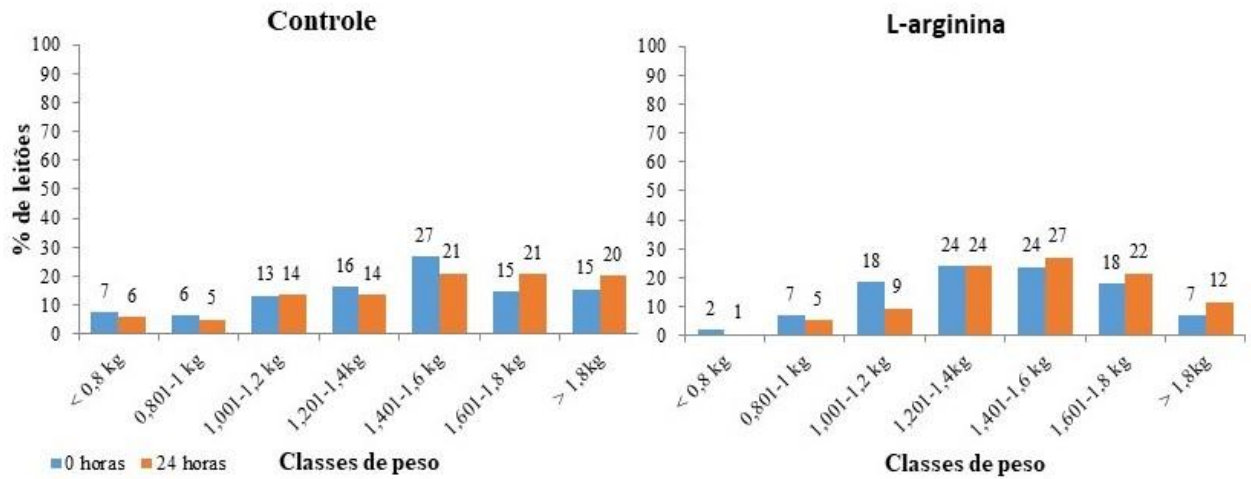
Às 24 horas pós-nascimento, o tratamento controle apresentou amplitude máxima de 2,2 kg e mínima de 0,6 kg nos pesos dos leitões com a maior parte dos valores concentrada entre 1,2 e 1,75 kg. Para o tratamento suplementado com L-arginina, os leitões apresentaram amplitude máxima de 2,1 kg, amplitude mínima de 0,8 kg e uma maior concentração entre 1,3 e 1,7 kg (FIGURA 5).

Figura 5 – Box-plot dos pesos dos leitões às 24 h pós-nascimento (kg) em relação aos tratamentos ($p < 0,05$).



A figura 7 ilustra a variação na porcentagem de leitões pertencentes às diferentes classes de peso entre as 0 h e as 24 h pós-nascimento para cada tratamento. Observa-se que no tratamento controle não houve variações significativas dentro deste período. Para o tratamento com L-arginina, a classe 1,001-1,200 kg apresentou uma diminuição significativa.

Figura 7 – Variação da porcentagem de leitões dentro das classes de peso entre 0 e 24 h



* Legenda: *: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.
 Fonte: Do autor (2018).

3.5 Parâmetros fisiológicos

Os resultados de TR são apresentados na Tabela 4. De acordo com a ANOVA realizada, não foi observada interação significativa entre os fatores tratamento e período do dia na hora 0. Para as horas 1, 2, 3 e 24, foi observada interação significativa entre os fatores.

Tabela 4 – Efeito do tratamento e período do dia sobre a temperatura retal em diferentes horários de observação (continua)

Temperatura Retal (°C)					
FV	0 h	1 h	2 h	3 h	24 h
Tratamento	*	*	ns	ns	ns
Período	ns	*	*	*	*
Trat x Período	ns	*	*	*	*

Temperatura Retal 0 h					
Tratamento	00:00 às 05:59	06:00 às 11:59	12:00 às 17:59	18:00 às 23:59	Média
L-arginina ¹	38,15	39,00	38,58	38,60	38,42 a
Controle ²	38,56	38,07	38,48	38,34	38,30 b

Temperatura Retal 1 h					
Tratamento	00:00 às 05:59	06:00 às 11:59	12:00 às 17:59	18:00 às 23:59	Média
L-arginina	35,38 aC	37,08 aAB	37,31 aA	36,47 aBC	36,22
Controle	35,16 aC	36,47 aAB	37,25 aA	33,71 bD	36,13

Temperatura Retal 2 h					
Tratamento	00:00 às 05:59	06:00 às 11:59	12:00 às 17:59	18:00 às 23:59	Média
L-arginina	36,51 aC	38,23 aA	37,73 aAB	37,53 aBC	37,16
Controle	35,53 aC	37,17 aA	37,76 aAB	35,57 bBC	37,00

Temperatura Retal 3 h					
Tratamento	00:00 às 05:59	06:00 às 11:59	12:00 às 17:59	18:00 às 23:59	Média
L-arginina	37,21 aBC	38,20 aA	37,93 aAB	37,49 aBC	37,54
Controle	35,15 aAB	37,27 aAB	37,88 aA	34,84 bB	36,94

Temperatura Retal 24 h					
Tratamento	00:00 às 05:59	06:00 às 11:59	12:00 às 17:59	18:00 às 23:59	Média
L-arginina	37,27 aC	38,01 aB	37,83 bB	38,11 aA	37,62
Controle	37,22 bC	37,63 bAB	38,44 aA	37,36 bBC	37,86

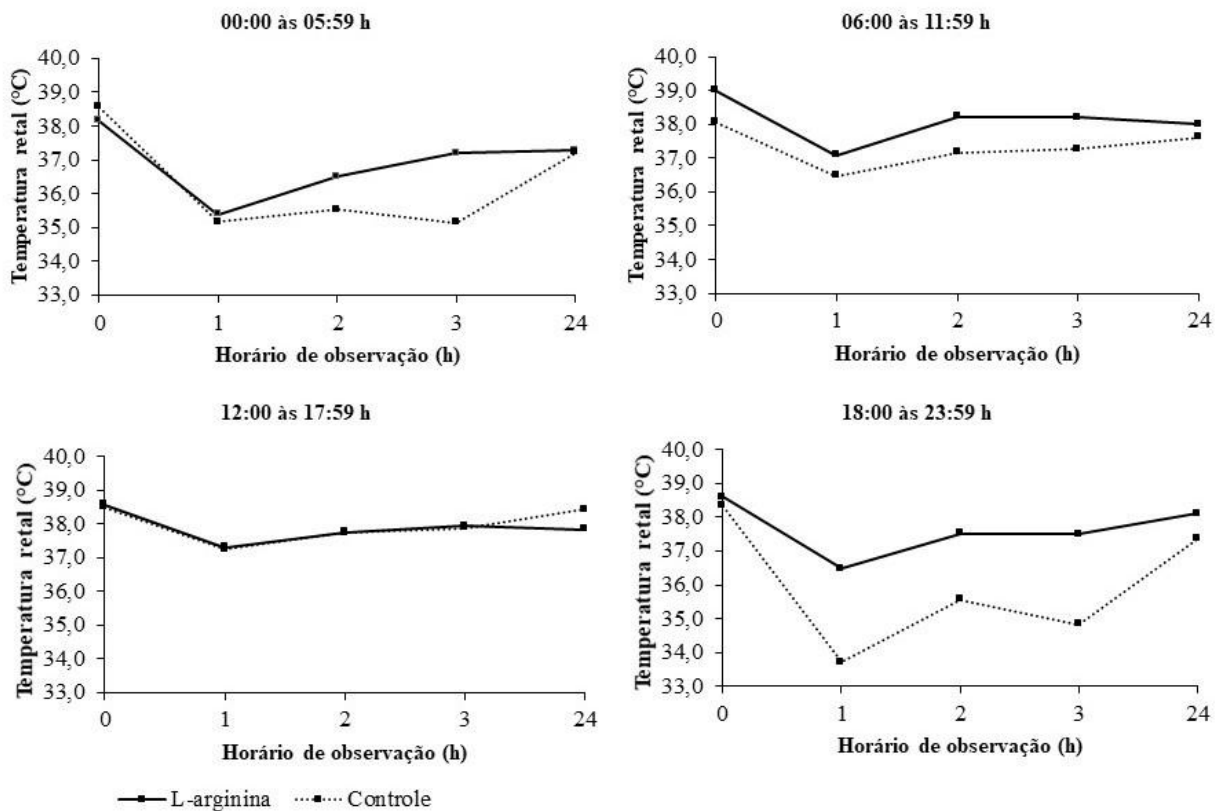
FV: fonte de variação; Trat x Período: interação dos fatores tratamento e período; ns: não significativo; *: significativo pelo teste F a 5% de probabilidade de erro. Para cada tratamento, letras maiúsculas iguais na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey; para cada período, letras minúsculas iguais na coluna, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey. ¹ n=157 leitões ; ² n= 131 leitões.

Fonte: Do autor (2018)

No momento do nascimento (0 h), os leitões nascidos de matrizes suplementadas com L-arginina apresentaram, em média, TR superior aos leitões oriundos de matrizes não suplementadas. Entre uma e três horas pós-parto, o tratamento suplementado com L-arginina apresentou maior TR, no período 4 do dia, em comparação ao tratamento controle. Após 24 horas do nascimento, o tratamento suplementado com L-arginina apresentou TR significativamente superior ao tratamento controle nos períodos um, dois e quatro, e TR inferior no período três do dia.

Os gráficos gerados, a partir dos dados de TR durante os cinco momentos de observação para cada período do dia, são apresentados na Figura 8.

Figura 8 – Efeito do tratamento sobre a temperatura retal dos leitões em diferentes horários de observação para cada período do dia



Legenda: Período 1= 00:00 h às 05:59 h; 2= 06:00 às 11:59 h; 3= 12:00 às 17:59 h e 4= 18:00 às 23:59 h

Fonte: Do autor (2018).

Os índices de massa corporal (IMC), ponderal (IP) e o intervalo do nascimento à primeira mamada (INPM) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos (TABELA 5).

Tabela 5 – Índices de características relacionadas à sobrevivência e à vitalidade dos leitões

Parâmetros	Tratamentos		<i>p</i> -valor	CV (%)
	Controle	L-arginina		
IP às 0h (kg m ⁻³)	83,03	85,36	0,67	8,71
IMC às 0h (kg m ⁻²)	21,14	21,44	0,48	8,76
INPM (min)	24,51	22,52	0,665	36,78

Fonte: Do autor (2018)

4. DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura média do ambiente nos galpões esteve próxima do sugerido por Campos et al. (2008), os quais relatam que a faixa ideal de temperatura é de 12 a 18 °C para matrizes suínas na fase de gestação e lactação. Porém, no intervalo de 11h as 18h, as matrizes estiveram submetidas a temperaturas superiores (máxima de 24 °C às 15 h). Esses estão em concordância com o período de temperatura crítico relatado por Costa (2009), que ocorre entre 11 h e 15 h. Essa informação sugere que as matrizes tiveram um gasto energético para manutenção da homeostase térmica, durante o período três do dia. A UR esteve dentro da faixa ideal de 50% a 70% (CAMPOS et al., 2008), com pequenas variações (+8,6%) que não comprometem a dissipação de calor corporal (FIGURA 1).

O ITU pode auxiliar na predição das condições térmicas do ambiente (THOM, 1958). O valor calculado para o ITU (64,79) esteve dentro da faixa de conforto térmico para suínos nesta fase (menor do que 70) (HAHN, 1985). Dessa forma, o ambiente no qual as fêmeas foram submetidas durante a gestação pode não ter comprometido, de maneira geral, o consumo e a produção de leite em ambos os tratamentos.

A suplementação com L-arginina não influenciou a condição corporal das fêmeas gestantes (TABELA 2) o principal destino da arginina é o catabolismo iniciado pela enzima arginase, a fim de produzir ornitina, poliaminas e prolina nos tecidos maternos, além de glutamato e glutamina (WU et al., 2013). Assim, espera-se que a suplementação realizada seja direcionada principalmente

para a síntese de moléculas bioativas que estimulam a secreção de alguns hormônios como a insulina, prolactina e hormônio do crescimento, e que não altere a composição corporal da fêmea.

Fêmeas suínas suplementadas com 1% de L-arginina, dos 22 aos 110 dias de gestação, não apresentaram diferença na ET e PC, quando comparadas ao grupo controle aos 110 dias (GAO et al., 2012). De maneira análoga, marrãs suplementadas com 1% de L-arginina, dos 30 aos 114 dias de gestação, não apresentaram diferença na ET em relação ao grupo controle, quando medidas aos 30, 70, 90 e 110 dias (MATEO et al., 2007).

É importante avaliar a condição corporal da fêmea para certificar de que a suplementação está direcionada para rotas metabólicas envolvidas com a reprodução, não atuando somente como um aminoácido para síntese proteica da fêmea. Também é importante avaliar a influência da condição corporal em outros parâmetros, uma vez que fêmeas com escores corporais baixos ou elevados tem, em geral, o desempenho reprodutivo comprometido (YOUNG, 2005; VINSKY et al., 2006; HOUDE et al., 2010).

Em relação aos parâmetros de desempenho das fêmeas (TABELA 3), o fato de o número de leitões nascidos totais não ter sido influenciado significativamente pela suplementação com L-arginina era previsto, devido ao momento da suplementação. A suplementação com L-arginina pode apresentar maiores efeitos sobre esse parâmetro se realizada no terço inicial da gestação, uma vez que as perdas embrionárias ocorrem principalmente nos primeiros 30 dias gestacionais (FORD et al., 2002; WU et al., 2013), além da arginina potencializar o crescimento, função e vascularização da placenta e melhorar a sobrevivência embrionária e fetal (BERARD & BEE, 2010; WU et al., 2010; LI et al., 2015). Outros autores também não encontraram efeito significativo da L-arginina sobre o número de leitões nascidos totais e nascidos vivos, em período similar ao deste trabalho (QUESNEL et al., 2014, PALÊNCIA et al., 2017). Há relatos de tendência de aumento ($0,05 < P < 0,1$) no número de leitões nascidos vivos quando a suplementação ocorre no terço final (LIU et al., 2012; WU et al., 2012; CHE et al., 2013), porém, neste estudo, não foi observado melhoria neste parâmetro.

O efeito da suplementação de L-arginina sobre o peso dos leitões ao nascimento ainda não está bem elucidado, foram encontrados resultados conflitantes na literatura. Alguns estudos recentes obtiveram resultados similares ao deste estudo, não observando influência da suplementação sobre o peso dos leitões ao nascimento (LIMA, 2010; BASS et al., 2011;

QUESNEL et al.,2014). Esse fato pode estar relacionado à capacidade uterina das fêmeas que limita o crescimento do feto, principalmente em primíparas. Essa limitação ainda não foi superada por meio de alterações nutricionais (QUESNEL et al., 2014), apesar de alguns autores relatarem melhorias na uniformidade da leitegada por meio da suplementação aminoacídica (CHE et al., 2013).

Em geral, a alteração do peso ao nascimento pode ser resultante de aumento no peso da placenta ou da eficiência placentária (WILSON et al., 1999). Não foi observada diferença significativa no peso médio da placenta nas fêmeas suplementadas com L-arginina, o que pode explicar os resultados obtidos para os pesos dos leitões ao nascimento. Esse resultado também foi obtido por Dallanora et al. (2017), que não observaram efeitos significativos da suplementação com L-arginina sobre o peso placentário e eficiência placentária, quando as fêmeas foram suplementadas no terço médio de gestação.

O peso placentário é influenciado por diversos fatores, como tamanho da leitegada, desenvolvimento vascular, capacidade uterina e nutrição materna (KNIGHT et al., 1977; FREKING et al., 2007; LIU et al., 2012). Com relação à nutrição, efeito benéfico da suplementação dietética com L-arginina sobre o peso placentário foi observado, especialmente, quando realizada no terço inicial, próximo ao período da implantação (GAO et al., 2012; LI et al., 2014; SEO et al., 2014). Knight et al. (1977) aponta que o peso placentário em suínos não muda consideravelmente após o 70º dia da gestação.

Embora o efeito da arginina sobre o peso placentário seja influenciado pelo momento da suplementação, ainda assim ela atua positivamente no crescimento vascular e no fluxo sanguíneo no terço final de gestação, como precursora de poliaminas e ON (REYNOLDS et al., 2006; WU, 2013).

Ainda sobre o desempenho das fêmeas, a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento se deve a uma complexidade de fatores ainda mal compreendidos, dentre estes estão a nutrição e idade da fêmea, raça e seleção genética (CHIMONYO et al., 2006). A suplementação de L-Arginina durante o terço final da gestação pode diminuir o CV e melhorar a uniformidade do peso ao nascimento dos leitões nascidos totais e nascidos vivos (QUESNEL et al., 2014).

Neste estudo, os resultados para o CV dos pesos dos leitões ao nascimento não indicaram efeito significativo da suplementação com L-arginina na uniformidade da leitegada, embora uma diferença numérica tenha sido observada.

Na estratificação por classes de peso (FIGURA 2), verificou-se que a suplementação com L-arginina diminuiu significativamente a ocorrência de leitões na classe com peso menor que 0,800 kg. Para as demais classes, houve uma variação nas porcentagens que, mesmo não sendo significativa, contribuiu para uma distribuição de pesos mais normalizada para as fêmeas do tratamento suplementado com L-arginina, por meio do aumento de leitões entre 1,200 e 1,600 kg. Essa distribuição é melhor visualizada no gráfico Box-plot (FIGURA 3).

Pode-se inferir que a ação da L-arginina favoreceu principalmente os leitões menores aos 85 dias de gestação, o que repercutiu em um aumento das classes de peso mediano. Essa inferência corrobora com as proposições de que estratégias nutricionais durante a gestação podem melhorar de forma seletiva o crescimento e desenvolvimento fetal (DWYER et al., 1994; QUESNEL et al., 2014)

A diminuição do número de leitões de baixo peso também foi relatada por Dallanora et al (2017), que observaram uma redução significativa de leitões com pesos abaixo de 1,000 kg, em fêmeas suplementadas com 1% de arginina no terço médio da gestação, em relação aos outros tratamentos baseados em suplementação aminoacídica. Che et al (2013) também relataram uma redução (4%) em leitões com menos de 1,000 kg ao suplementar fêmeas gestantes dos 30 aos 114 dias de gestação com L-arginina. A diminuição do número de leitões de baixo peso é de grande interesse para os produtores e profissionais da área, uma vez que esses têm ganhos de peso diários significativamente menores até o desmame e durante as fases subsequentes em relação aos leitões com maiores pesos ao nascimento. Ademais, leitões de baixo peso exigem um período superior de tempo para atingirem o mesmo peso que leitões de peso superior (BEAULIEU et al., 2010; FIX 2010).

Considerando um ganho médio de peso de 0,085kg/ leitão no período de 24 horas, o tratamento com L-arginina permaneceu com a classe 0,800kg significativamente menor em comparação ao tratamento controle (FIGURA 4). Ao analisar a diferença na composição das classes entre as 24 h e o nascimento (0 h) para cada tratamento (FIGURA 7), verificou-se que não houve transição ou aumento significativo da porcentagem de leitões para as classes superiores no

tratamento controle. No tratamento suplementado com L-arginina, nota-se uma transição significativa de leitões da classe de 1,001-1,200 kg para as classes superiores, o que promoveu melhoria da uniformidade dos pesos dos leitões, percebido pela distribuição mais homogênea dos pesos (FIGURA 5) e, principalmente, pela diminuição do CV as 24 horas.

A melhoria da uniformidade dos pesos no tratamento suplementado indica um possível maior consumo de colostro pelos leitões considerados de baixo peso (1,001-1,200 kg) (BÉRARD et al., 2010).

A possível diferença de consumos dos leitões nas primeiras 24 h de vida observada por meio dos pesos dos leitões, pode ter sido influenciada pelo fato de os leitões com menor TR (controle) buscarem uma fonte de calor (escamoteador) ao invés de amamentarem. Outra possível explicação seria que os leitões com maior TR apresentaram maior vigor para amamentar (BAXTER, 2012). A temperatura ambiental também influencia no consumo dos leitões. Pedersen (2015) aborda a influência da temperatura ambiente sobre o desempenho dos leitões até o momento do desmame e sugere que uma temperatura de 20°C durante o período de lactação favorece o ganho de peso para leitões de baixo peso e diminui a incidência de hipotermia.

Com relação à TR, a maior média observada ao nascimento (0 h) nos leitões suplementados com L-arginina influenciou positivamente na vitalidade dos leitões e reflete as condições intrauterinas do leitão. Baxter et al. (2008) apontou uma correlação positiva entre a TR ao nascimento e a vitalidade. Esse fato pode ter contribuído para a menor perda de TR no tratamento com suplementação, entre o nascimento e a hora 1 pós-nascimento em todos os períodos, exceto para os leitões nascidos no período três do dia, momento em que foram registradas as temperaturas mais elevadas (FIGURA 8).

A perda de calor na primeira hora de vida é especialmente crítica e prevista para os leitões, o que justifica a queda de TR observada entre o nascimento (0 h) e a hora 1 pós-nascimento, independentemente do período e do tratamento. Nesse momento, os leitões estão molhados pelos fluidos placentários, não possuem camada isolante de gordura e possuem uma capacidade termorreguladora pouco desenvolvida (HERPIN et al., 2002).

Nas horas seguintes pós-parto (2, 3 e 24 h), a TR se elevou em ambos os tratamentos, porém a diferença entre as TR se manteve, o que sugere que leitões com menor TR ao nascimento foram submetidos a uma condição intrauterina restrita em algum momento, de forma a comprometer a

vida pós-natal e que a L-arginina permitiu melhoria no fluxo de nutrientes e, possivelmente, melhoria na reserva de glicogênio dos leitões. As demandas de energia para a preservação da homeotermia dependem principalmente da reserva de glicogênio ou da ingestão de colostro a fim de aumentar a taxa metabólica (LE, 1966). Baxter et al. (2008) destacam a importância do ambiente intrauterino para a adaptação fisiológica e comportamental dos leitões no pós-natal.

A termorregulação nas primeiras horas de vida depende de aspectos ambientais, fontes endógenas de energia e do status fisiológico do leitão (THEIL et al., 2014). Os tratamentos foram submetidos às mesmas condições ambientais, logo o fator determinante para essa variação foi o vigor ao nascimento. Esse foi potencialmente melhorado com a suplementação das fêmeas e a ação conhecida da arginina.

Dentre os indicadores do pós-parto que se relacionam com a sobrevivência, viabilidade e uniformidade dos leitões, os resultados observados permitem sugerir uma melhoria da qualidade e viabilidade dos leitões de fêmeas suplementadas com L-arginina. Sustentado pela maior média de temperatura retal nas primeiras 24 h de vida e diminuição do CV às 24h. Mais estudos devem ser realizados com o propósito de avaliar a interação entre ambiente, hábito de consumo e os efeitos da suplementação alimentar, o que implica na proposição de manejos diferenciados conforme o horário de nascimento dos leitões.

5. CONCLUSÃO

A suplementação dietética com 1% de L-arginina entre os dias 85 e 115 da gestação, diminuiu a porcentagem de leitões com peso inferior a 0,800 kg e diminuiu a variação do peso dos leitões às 24 horas pós-nascimento.

REFERÊNCIAS

- AMDI, C.; KROGH, U.; FLUMMER, C.; OKSBJERG, N.; HANSEN, C. F.; THEIL, P. K. Intrauterine growth restricted piglets defined by their head shape ingest insufficient amounts of colostrum. **Journal of animal science**, v. 91, n. 12, p. 5605-5613, 2013.
- BAXTER, E. M.; JARVIS, S.; D'EATH, R. B.; ROSS, D. W.; ROBSON, S. K.; FARISH, M.; EDWARDS, S. A. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, n. 6, p. 773-783, 2008.
- BAXTER, E. M.; JARVIS, S.; PALAREA-ALBALADEJO, J.; EDWARDS, S. A. The weaker sex? The propensity for male-biased piglet mortality. **PLoS One**, v. 7, n. 1, p. e30318, 2012.
- BASS, B.E.; BRADLEY, C.L.; JOHNSON, Z.B.; BOYD, R.D.; USRY, J.L.; MAXWELL, C.V.; FRANK, J. W. Influence of dietary L-arginine supplementation to sows during late gestation on sow and litter performance during lactation. **Research Series**, v. 597, p. 151–155, 2011.
- BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 8, p. 2767-2778, 2010.
- BÉRARD, J.; PARDO, C.E.; BETHAZ, S.; KREUZER, M.; BEE, G. Intrauterine crowding decreases average birth weight and affects muscle fiber hyperplasia in piglets. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 3242–3250, 2010.
- CAMPOS, P.H.R.F.; SILVA, B.A.N.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; KNOL, E.F. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, n. 05, p. 797-806, 2012.
- CAMPOS, J. A.; TINÔCO, I. F. F; BAÊTA, F. C; SILVA, J. N; CARVALHO, C. S; MAUIRI, A. L Ambiente térmico e desempenho de suínos em dois modelos de maternidade e creche. **Revista Ceres**, v. 55, n. 3, 2008.
- CHE, L.; YANG, P.; FANG, Z.; LIN, Y.; WU, D. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 167-175, 2013.
- CHEN, F.; WANG, T.; FENG, C.; LIN, G.; ZHU, Y.; WU, G.; JOHNSON, G.; WANG, J. Proteome differences in placenta and endometrium between normal and intrauterine growth restricted pig fetuses. **PloSone**, v. 10, n. 11, p. e0142396, 2015.
- CHIMONYO, M.; DZAMA, K.; BHEBHE, E. Genetic determination of individual birth weight, litter weight and litter size in Mukota pigs. **Livestock Science**, v. 105, n. 1, p. 69-77, 2006.

COSTA, G. M.; FELICIDADE, A.; Metodologia em projeto de bloqueador de radiação solar (brises) com estrutura móvel pivotante para conforto ambiental em aviários. **Exacta**, v. 7, n. 1, 2009.

DALLANORA, D.; MARCON, J.; WALTER, M. P.; BIONDO, N., BERNARDI, M. L.; WENTZ, I., BORTOLOZZO, F. P. Effect of dietary amino acid supplementation during gestation on placental efficiency and litter birth weight in gestating gilts. **Livestock Science**, v. 197, p. 30-35, 2017.

DA SILVA, C. L. A.; VAN DEN BRAND, H.; LAURENSSEN, B. F. A.; BROEKHUIJSE, M. J.; KNOL, E. F.; KEMP, B.; SOEDE, N. M. Relationships between ovulation rate and embryonic and placental characteristics in multiparous sows at 35 days of pregnancy. **Animal**, v. 10, n. 7, p. 1192-1199, 2016.

DEVILLERS, N.; VAN MILGEN, J.; PRUNIER, A.; LE DIVIDICH, J. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. **Anim. Sci.** v. 78, p. 305–313, 2004.

DWYER, C. M.; STICKLAND, N. C; FLETCHER, J. M. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **J. Anim. Sci.** v. 72, p. 911–917, 1994

FIX, J. S.; CASSADY, J. P.; HERRING, W. O.; HOLL, J. W.; CULBERTSON, M. S., & SEE, M. T. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. **Livestock Science**, v. 127, n. 1, p. 51-59, 2010.

FORD, S. P.; VONNAHME, K. A.; WILSON, M. E. Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects. **Journal of Animal Science**, 80, p. E66–E73, 2002.

FREKING, B. A.; LEYMASTER, K. A.; VALLET, J. L.; CHRISTENSON, R. K. Number of fetuses and conceptus growth throughout gestation in lines of pigs selected for ovulation rate or uterine capacity. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 9, p. 2093-2103, 2007.

GAO, K.; JIANG, Z.; LIN, Y.; ZHENG, C.; ZHOU, G.; CHEN, F.; YANG, L.; WU, G. Dietary L-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. **Amino acids**, v. 42, n. 6, p. 2207-2214, 2012.

HAHN, G.L. Management and housing of farm animals in hot environment. In: YOUSEF, M.K. **Stress of physiology in livestock**. Boca Raton, CRC Press, 1985, v. 2, p. 151-165

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermo-regulation and neonatal survival in pigs. **Livest. Prod. Sci.** v. 78, p. 25–45, 2002.

HOUDE, A.A.; MÉTHOT, S.; MURPHY, B.D.; BORDIGNON, V.; PALIN, M.F. Relationships between backfat thickness and reproductive efficiency of sows: A two-year trial involving two

commercial herds fixing backfat thickness at breeding. **Canadian journal of animal science**, v. 90, n. 3, p. 429-436, 2010.

KNIGHT, J. W.; BAZER, F. W.; THATCHER, W. W.; FRANKE, D. E.; WALLACE, H. D. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: interrelations among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 620-637, 1977.

LIMA, D., 2010. Dietas Suplementadas com arginina para Fêmeas suínas Hiperprolíferas no Período Final da Gestação e na Lactação (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil, 61p.

LI, X.; BAZER, F.; JOHNSON, G.; BURGHARDT, R.; FRANK, J.; DAI, Z. L.; WANG, J.; SHINZATO, I.; WU, G. Dietary supplementation with L-arginine between days 14 and 25 of gestation enhances embryonic development and survival in gilts. **Amino Acids**, v. 46, p. 375-384, 2014.

LI, J.; XIA, H.; YAO, W.; WANG, T.; LI, J.; PIAO, X.; WANG, F. Effects of arginine supplementation during early gestation (day 1 to 30) on litter size and plasma metabolites in gilts and sows. **Journal of animal science**, v. 93, n. 11, p. 5291-5303, 2015.

LIU, X. D.; WU, X.; YIN, Y. L.; LIU, Y. Q.; GENG, M. M.; YANG, H. S.; BLACHIER, F.; WU, G. Y. 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**, v. 42, n. 6, p. 2111-2119, 2012.

MADSEN, J. G.; PARDO, C.; KREUZER, M.; BEE, G. Impact of dietary L-arginine supply during early gestation on myofiber development in newborn pigs exposed to intra-uterine crowding. **Journal of animal science and biotechnology**, v. 8, n. 1, p. 58, 2017.

MATEO, R. D.; WU, G.; BAZER, F. W.; PARK, J. C.; SHINZATO, I.; KIM, S. W. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 3, p. 652-656, 2007.

PALENCIA, J.Y.P.; LEMES, M.A.G.; GARBOSSA, C.A.P.; ABREU, M.L.T.; PEREIRA, L.J., ZANGERONIMO, M.G. Arginine for gestating sows and foetal development: A systematic review. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 102, n. 1, p. 204-213, 2018.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.; MELLAGI, A.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 206-213, 2013.

- PEDERSEN, L. J.; SCHILD, S.L.A; MALMKVIST, J. The influence of the thermal environment and other early life events on growth rate of piglets during lactation. **Animal**, v. 9, n. 9, p. 1529-1535, 2015.
- PETTIGREW, J. E.; CORNELIUS, S. G.; MOSER, R. L., HEEG; T. R., HANKE, H. E.; MILLER, K. P.; HAGEN, C. D. Effects of oral doses of corn oil and other factors on preweaning survival and growth of piglets. **Journal of animal science**, v. 62, n. 3, p. 601-612, 1986.
- QUESNEL, H.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; QUINIOU, N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842-1849, 2008.
- QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1546-1553, 2011.
- QUESNEL, H.; QUINIOU, N.; ROY, H.; LOTTIN, A.; BOULOT, S. AND GONDRET, F. 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. Animal Science**, v. 92, p.1445-1450, 2014.
- QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 63-70, 2002.
- REYNOLDS, L. P.; CATON, J. S.; REDMER, D. A.; GRAZUL-BILSKA, A. T.; VONNAHME, K. A.; BOROWICZ, P. P.; LUTHER, J. S.; WALLACE, J. M.; WU, G.; SPENCER, T. E. Evidence for altered placental blood flow and vascularity in compromised pregnancies. **The Journal of physiology**, v. 572, n. 1, p. 51-58, 2006.
- ROEHE, R.; KALM, E. Estimation of genetic and environmental risk factors associated with preweaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. **Animal Science**, v. 70, n. 2, p. 227-240, 2000.
- SAS INSTITUTE. SAS OnlineDoc 9.1.3. Cary, 2004.
- SEO, H. W.; LI, X. L.; BAYLESS, K. J.; BAZER, F. W.; WU, G.; JOHNSON, G. A. Supplementation of pregnant pigs with arginine increases folding at the uterine-placental interface of pigs: A mechanism to increase nutrient transport from mother to fetus to improve fetal development and survival. **Society of the Study of Reproduction**, Annual Meeting, p. 19–23, 2014.
- SHI, Z.; SONG, W.; SUN, Y.; WANG, L.; SHI, B., SHAN; A., BI, Z. Dietary supplementation of L-arginine and chromium picolinate in sows during gestation affects the muscle fibre characteristics but not the performance of their progeny. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2017.

SOARES, T. E.; CARVALHO, C. C. S.; MARANHÃO, C. M. A; SILVA, G. C.; DINIZ, T. A.; PEREIRA, K. C. B.; GONÇALVES, M. C. M. Physiological alteration of swine matrices created in the climatic semiarid conditions of Minas Gerais. **Journal of Agroveterinary Sciences**, v. 16, n. 3, p. 302-307, 2017.

THEIL, P.K; LAURIDSEN, C.; QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, n. 7, p. 1021-1030, 2014.

THOM, E. C. Cooling Degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transaction of the American Society of Heating**, Michigan v. 55, n.7, p. 65-72, 1958.

VINSKY, M. D.; NOVAK, S.; DIXON, W. T.; DYCK, M. K.; FOXCROFT, G. R. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, n. 3, p. 347-355, 2006

WILSON, M.E.; BIENSEN, N.J; FORD, S.P. Novel insight into the control of litter size in pigs, using placental efficiency as a selection tool. **Journal of animal science**, v. 77, n. 7, p. 1654-1658, 1999.

WILLIAMS, A. M.; SAFRANSKI, T. J.; SPIERS, D. E.; EICHEN, P. A.; COATE, E. A.; LUCY, M. C. Effects of a controlled heat stress during late gestation, lactation, and after weaning on thermoregulation, metabolism, and reproduction of primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2700-2714, 2013.

WU, G. Functional amino acids in growth, reproduction and health. **Advances in Nutrition**, v. 1, p. 31–37, 2010.

WU, F.; LI, P.L.; BAI, L.L.; LIU, H.; LAI, C.H.; THACKER, P.A.; WANG, F.L. Responses in colostrum production and immunoglobulin concentrations to conjugated linoleic acid fed to multiparous sows during late gestation. **Animal Feed Science and Technology**. v. 210, p. 200-208, 2015.

WU, G. **Amino acids**: Biochemistry and nutrition. CRC Press. 2013a. 503 p.

WU, G.; BAZER, F. W.; JOHNSON, G. A.; HERRING, C.; SEO, H.; DAI, Z.; WANG, J.; WU, Z.; WANG, X. (2017). Functional amino acids in the development of the pig placenta. **Molecular Reproduction and Development**, v. 84, p. 870-882, 2017.

WU, G.; BAZER, F. W.; SATTERFIELD, M. C.; LI, X., WANG, X.; JOHNSON, G. A.; BURGHARDT, R. C; DAI, Z.; WANG, J.; WU, Z. Impacts of arginine nutrition on embryonic and fetal development in mammals. **Amino Acids**, v. 45, n. 2, p. 241-256, 2013.

WU, G.; IMHOFF-KUNSCH, B.; GIRARD, A. W.; AMY WEBB. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. **Paediatric and perinatal epidemiology**, v. 26, n. s1, p. 4-26, 2012.

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

WU, X.; YIN, Y. L.; LIU, Y. Q.; LIU, X. D.; LIU, Z. Q.; LI, T. J., .HUANG, R. L.; RUAN, Z.; DENG, Z. Y. Effect of dietary arginine and N-carbamoylglutamate supplementation on reproduction and gene expression of eNOS, VEGFA and PIGF1 in placenta in late pregnancy of sows. **Animal Reproduction Science**, v. 132, n. 3, p. 187-192, 2012.

WU, G.; IMHOFF-KUNSCH, B.; GIRARD, A. W.; AMY WEBB. Biological mechanisms for nutritional regulation of maternal health and fetal development. **Paediatric and perinatal epidemiology**, v. 26, n. s1, p. 4-26, 2012.

YUAN, T.L.; ZHU, Y.H.; SHI, M.; LI, T.T.; LI, N.; WU, G.Y.; BAZER, F.W, ZANG, J.J.; WANG, F.; WANG, J.J. Within-litter variation in birth weight: impact of nutritional status in the sow. **Journal of Zhejiang University SCIENCE B**, v. 16, n. 6, p. 417-435, 2015.

YOUNG, M. G.; TOKACH, M. D.; AHERNE, F. X.; MAIN, R. G.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; NELSEN, J. L. Effect of sow parity and weight at service on target maternal weight and energy for gain in gestation. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 1, p. 255-261, 2005.

ZINDOVE, T. J.; DZOMBA, E. F.; CHIMONYO, M. Variation in individual piglet birth weights in a Large White× Landrace sow herd. **South African Journal of Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 80-84, 2014.