



**RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA**

**ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA REDUÇÃO NA  
VARIABILIDADE DE PESO DOS LEITÕES AO  
NASCIMENTO**

**LAVRAS – MG  
2018**

**RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA**

**ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA REDUÇÃO NA VARIABILIDADE DE  
PESO DOS LEITÕES AO NASCIMENTO**

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

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu  
Orientador

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli  
Co-orientador

Prof. Dr. Rony Antônio Ferreira  
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).

Moreira, Rennan Herculano Rufino.

Estratégias nutricionais para redução na variabilidade de peso dos leitões ao nascimento: Nutritional strategies for reducing variability of piglets weights at birth / Rennan Herculano Rufino Moreira. - 2018.

60 p. : il.

Orientador(a): Márvio Lobão Teixeira de Abreu.

Coorientador(a): Vinicius de Souza Cantarelli, Rony Antônio Ferreira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, 2018.

Bibliografia.

1. Aminoácidos. 2. Arginina. 3. Meta análise. I. Abreu, Márvio Lobão Teixeira de. II. Cantarelli, Vinicius de Souza. III. Ferreira, Rony Antônio.

**RENNAN HERCULANO RUFINO MOREIRA**

**ESTRATÉGIAS NUTRICIONAIS PARA REDUÇÃO NA VARIABILIDADE DE  
PESO DOS LEITÕES AO NASCIMENTO**

**NUTRITIONAL STRATEGIES FOR REDUCING VARIABILITY OF PIGLETS  
WEIGHTS AT BIRTH**

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

APROVADA em 25 de janeiro de 2018  
Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu UFLA  
Dr. Rony Antônio Ferreira UFLA  
Dr. Paulo Borges Rodrigues UFLA  
Dr. Fabyano Fonseca e Silva UFV  
Dr. Adriano Carvalho Costa IF Goiano

Prof. Dr. Márvio Lobão Teixeira de Abreu  
Orientador

Prof. Dr. Vinícius de Souza Cantarelli  
Co-orientador

Dr. Rony Antônio Ferreira UFLA  
Co-orientador

**LAVRAS – MG  
2018**

*A Deus por ter me mostrado que as batalhas do dia a dia só me fortalecem cada vez mais, e encarar todas as situações da melhor forma possível.  
Serei eternamente agradecido!*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

À Deus por estar sempre ao meu lado independente da situação.

À Universidade Federal de Lavras, especialmente ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de doutorado, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais e aos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia.

Ao grupo de Nutrição de Fêmeas e a todos os colegas do NESUI!

À Fazenda São Paulo e Granja Niterói, pelo apoio ao desenvolvimento científico e parceria em projetos de pesquisa necessários para o término do Doutorado. Isso só foi possível devido ao esforço conjunto de vários funcionários de diferentes áreas, que trataram o caso de forma especial e com afinco. Saibam que serei eternamente grato por isso!

Aos componentes da banca, Professor Márvio Lobão Teixeira de Abreu, Professor Rony Antônio Ferreira, Professor Paulo Borges Rodrigues, Professor Fabyano Fonseca e Silva e ao Professor Adriano Carvalho Costa.

Em especial professor e amigo Márvio Lobão Teixeira de Abreu, pela orientação, amizade, paciência e disposição para ajudar ao longo de cinco de pós-graduação.

Aos meus pais, Sebastião Rufino Moreira e Narla Herculano Rufino Moreira pelo amor e apoio incondicional, em todas as minhas decisões nas diferentes etapas da minha vida e a minha irmã Rennara por ser uma pessoa na qual sempre vou poder contar.

À Rafaela, pelo companheirismo, amor e apoio em todos os momentos e singular torcida, fizemos um ano de 2017 “diferente”.

Aos amigos da República dos Anjos, em especial ao Sérgio Turra Sobrane Filho e Rômulo César Soares Alexandrino, assim como, aos amigos do Basquete, em especial ao Marcus Vinicius Cardoso Trento.

Muito obrigado!

*“Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino”.*  
*Leonardo da Vinci*

## RESUMO GERAL

Esta tese foi desenvolvida com o propósito de avaliar a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento e foi dividida em dois capítulos, sendo o primeiro sobre os efeitos da suplementação de aminoácidos na ração, através de uma revisão sistemática e meta-análise e o segundo sobre os efeitos da suplementação de arginina. O objetivo no primeiro capítulo foi avaliar através de revisão sistemática e meta-análise os efeitos do tamanho da leitegada e da suplementação de aminoácidos sobre a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento. As fêmeas com alta prolificidade apresentaram um peso médio de leitões nascidos totais e vivos menores do que leitegadas oriundas de fêmeas com baixa prolificidade. A variabilidade de peso foi afetada em fêmeas com alta prolificidade, houve um aumento de 4,04 e 4,54 pontos percentuais, respectivamente, para o coeficiente de variação de nascidos totais e vivos. Houve um aumento de 180 gramas no desvio padrão de leitões nascidos vivos em fêmeas com alta prolificidade. Apesar de serem agrupados aminoácidos com diferentes funções biológicas, houve uma tendência na redução da variação de peso com a suplementação de aminoácidos. A variabilidade de peso é afetada pelo peso médio da leitegada em fêmeas com baixa prolificidade, assim como, a variabilidade é afetada pelo número de leitões nascidos em fêmeas de alta prolificidade. A suplementação de aminoácidos pode reduzir a variação de peso de leitões na leitegada ao nascimento. O objetivo no trabalho foi avaliar o efeito da suplementação da ração de gestação com 1% L-Arginina, em três períodos, sobre a variabilidade de peso de leitões ao nascimento, para tanto foram utilizados dados de quatro experimentos conduzidos em granjas comerciais no Brasil. A suplementação na ração de gestação com 1,0% de L-Arginina foi realizada na forma *on top*. As matrizes de cada granja e de ambos os tratamentos foram inseminadas pelo mesmo grupo genético de machos e selecionadas a partir do histórico reprodutivo de 14 a 16 leitões nascidos por parto. Os experimentos foram conduzidos com um total de 133 fêmeas, distribuídas entre a primeira e sétima ordem de parto. Os leitões foram secados e pesados individualmente. Para analisar a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento foram levados em consideração o tamanho da leitegada, o peso médio da leitegada, o desvio padrão do peso da leitegada e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada. O desvio padrão e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada foram calculados para cada leitegada. A variabilidade de peso dos leitões em função da suplementação com L-Arginina ou não foi analisada por meio de análises descritivas, correlação e análise de variância, tendo como efeito a suplementação com L-Arginina (com ou sem suplementação) e o período de suplementação (experimentos 01: 30 aos 60 e 80 dias de gestação ao parto; experimentos 02 e 03: dos 85 dias de gestação ao parto; experimento 04: 22 a 55 dias de gestação), estratificação do peso de leitões, em porcentagem, ao nascimento por leitegada e distribuição normal dos pesos dos leitões nascidos. A suplementação com L-Arginina reduziu o desvio padrão em 73,30 e 55,99 gramas em relação ao tratamento controle, quando suplementada dos 80 dias de gestação até o parto para leitegadas de leitões nascidos totais e vivos. A suplementação da ração de fêmeas suínas em gestação com L-Arginina de reduziu a porcentagem de leitões nascidos totais e vivos menores do que 800 gramas, respectivamente, em 2,26 e 2,05 pontos percentuais e aumentou a porcentagem do número de leitões nascidos totais e vivos, respectivamente, entre 1601 e 1800 gramas em 5,89 e 6,08 pontos percentuais. A suplementação com 1% de L-arginina para matrizes suínas em gestação, independente do período de fornecimento, melhora a uniformidade da leitegada, com redução média de 4,06 pontos percentuais na população de leitões com menos de 1180 gramas, além de aumentar em 4,70 pontos percentuais na população de leitões entre 1180 e 1890 gramas.

**Palavras-chave:** Aminoácidos. Arginina. Meta-análise.

## ABSTRACT GENERAL

The objective of the present study was to evaluate the pig birth weight variability, and was divided in two chapters, being the first about the effects of amino acid supplementation, through a systematic review and meta-analysis, and the second chapter was about the effects of the arginine supplementation. The objective of the first chapter was evaluate through a systematic review and meta-analysis the effects of the litter size and amino acids supplementation in the pig birth weight variability. The high prolificacy sows presented average weight of total born and born alive piglets, higher than the low prolificacy sows. The weight variability was affected in high prolificacy sows, there was an increase of 4.04 and 4.54 percentage point for the coefficient of variation of the total born and born alive piglets, respectively. There was an increase of 180 grams in the standard deviation of the born alive piglets of high prolificacy sows. Despite of amino acids with different functions been grouped together, there was a tendency for a reduction of the weight variation with an amino acid supplementation. The weight variability was affected by the average litter weight of low prolificacy sows, as the variability is affected by the number of born alive piglets of high prolificacy sows. The amino acid supplementation may reduce the piglet weight variation in a birth litter. The objective of the study was to evaluate the effects of a 1.0% L-arginine supplementation during gestation in three periods. About the piglet birth weight variability, for that, four experiments were conducted in Brazilians commercial farms. The 1.0% L-arginine supplementation were provided in “on top” form. Each sow of all farms and all treatments were inseminated by the same genetic group of males and after that, were selected through the reproductive index for 14 to 16 born alive piglets per birth. A total of 133 sows were used in the experiments, being distributed between gilts and seventh order birth sows. The piglets were dried and weighted individually. The litter size, the average litter weight, the standard deviation of litter weight and the coefficient of variation of the average litter weight were considered do analyze the pig birth weight variability. The standard deviation and the coefficient of variation of the average litter weight were calculated for each litter. The piglet weight variability due to L-arginine supplementation wasn't analyzed by means of descriptive analyzes, correlation and analysis of variance, by having an effect of L-arginine supplementation (with or without supplementation) and the supplementation period (experiment 01: from 30 to 60 and 80 days of gestation until the birth, experiments 02 and 03: from 85 days of gestation until the birth, experiment 04: from 22 to 55 days of gestation), there was a stratification of piglets weight, by percentage, at birth by litter and normal distribution of weights of total born piglets. The supplementation of L-arginine reduced the standard deviation in 73.30 e 55.99 grams compared with the control group, when the supplementation was provided from the day 80 until the birth for litters of total born and born alive piglets. The L-arginine supplementation for gestating sows reduces the percentage of the total born and the born alive piglets with less than 800 grams, respectively in 2.26 and 2.05 percentage points and increased the percentage of the number of the total born and the born alive piglets, respectively, between 1601 and 1800 grams in 5,89 and 6,08 percentage points. A 1.0% L-arginine supplementation for gestating sows, regardless the period of feeding, increased the litter uniformity with a mean reduction of 4,06 percentage points in the group of piglets with less than 1180 grams, in addition increases in 4.07 percentage points in the group of piglets between 1180 and 1890 grams.

**Keywords:** Amino acids. Arginine. Meta analysis.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).....	43
Figura 2 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).....	44
Figura 3 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 52 leitegadas; arginina: 49 leitegadas).....	44
Figura 4 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 46 leitegadas; arginina: 41 leitegadas).....	45
Figura 5 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 17 leitegadas; arginina: 15 leitegadas).....	45
Figura 6 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 23 leitegadas; arginina: 23 leitegadas).....	46
Figura 7 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).....	47
Figura 8 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).....	49
Figura 9 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 52 leitegadas; arginina: 49 leitegadas).....	50
Figura 10 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 46 leitegadas; arginina: 41 leitegadas).....	51
Figura 11 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 17; arginina: 15).....	52
Figura 12 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 23 leitegadas; arginina: 23 leitegadas).....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Artigos selecionados em função do tamanho da leitegada ao nascimento.....	18
Tabela 2 -	Características dos artigos selecionados.....	18
Tabela 3 -	Efeito do tamanho da leitegada sobre a variabilidade de pesos leitões ao nascimento.....	19
Tabela 4 -	Artigos selecionados em função da suplementação de aminoácidos.....	20
Tabela 5 -	Resumos dos resultados dos artigos.....	21
Tabela 6 -	Suplementação de aminoácidos na ração de gestação sobre a qualidade da leitegada ao nascimento.....	22
Tabela 7 -	Número de matrizes por ordem de parto e tratamento.....	30
Tabela 8 -	Número de leitões nascidos totais e vivos por ordem de parto e tratamento.....	31
Tabela 9 -	Níveis nutricionais das rações de gestação em cada experimento.....	31
Tabela 10 -	Análises descritivas de peso dos leitões nascidos totais em função da suplementação com L-Arginina na ração de gestação de matrizes suínas.....	35
Tabela 11 -	Análises descritivas de peso dos leitões nascidos vivos em função da suplementação com L-Arginina na ração de gestação de matrizes suínas.....	36
Tabela 12 -	Coefficientes de correlação de Pearson e valor de <i>P</i> entre as variáveis de produtivas de leitegadas oriundas de leitões nascidos totais.....	38
Tabela 13 -	Coefficientes de correlação de Pearson e valor de <i>P</i> entre as variáveis de produtivas de leitegadas oriundas de leitões nascidos vivos.....	38
Tabela 14 -	Tamanho da leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão e coeficiente de variação de leitegadas (nascidos totais) ao nascimento, oriundas de matrizes suínas suplementadas ou não com L-Arginina em diferentes períodos.....	40
Tabela 15 -	Tamanho da leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão e coeficiente de variação de leitegadas (nascidos vivos) ao nascimento, oriundas de matrizes suínas suplementadas ou não com L-Arginina em diferentes períodos.....	41

## SUMÁRIO

	ARTIGO - VARIABILIDADE DE PESO DOS LEITÕES AO NASCIMENTO: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE.....	13
1	Introdução.....	14
2	Material e métodos.....	15
2.1	Pesquisa estratégica.....	15
2.2	Critério de seleção dos artigos e formação da base de dados.....	15
2.3	Análises estatísticas.....	16
3	Resultados e discussão.....	17
3.1	Efeito da prolificidade.....	17
3.2	Efeito da suplementação com aminoácidos.....	20
4	Conclusão.....	23
	Referências.....	23
	ARTIGO - SUPLEMENTAÇÃO COM L-ARGININA PARA MATRIZES GESTANTES SOBRE A VARIABILIDADE DE PESO AO NASCIMENTO.....	27
1	Introdução.....	28
2	Material e métodos.....	29
2.1	Ética na experimentação animal.....	29
2.2	L-Arginina.....	29
2.3	Animais e instalações.....	29
2.4	Delineamento experimental e manejo alimentar.....	31
2.5	Variáveis analisadas.....	32
2.6	Análises estatísticas.....	32
3	Resultados e discussão.....	35
3.1	Análises descritivas.....	35
3.2	Correlação.....	37
3.3	Desempenho produtivo.....	39
3.4	Estratificação do peso de leitões ao nascimento.....	42
3.5	Distribuição normal das probabilidades de peso dos leitões ao nascimento.....	47
4	Conclusão.....	56
	Referências.....	56

## **ARTIGO – VARIABILIDADE DE PESO DOS LEITÕES AO NASCIMENTO: REVISÃO SISTEMÁTICA E META-ANÁLISE**

### **Resumo**

O objetivo do autor no presente estudo foi avaliar, por meio de uma revisão sistemática e da meta-análise, os efeitos do tamanho da leitegada e da suplementação de aminoácidos sobre a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento. Realizou-se uma busca nos bancos de dados Pub Med, ISI Web of Science, Science Direct, Scopus e SciELO, em 2017, usando as seguintes palavras-chave em inglês: within-litter birth, weight variation, piglets, litter size, sow, aminoacids, gestation, uniformity, CV e SD. Dentre 52 artigos lidos, foram selecionados apenas artigos envolvendo o coeficiente de variação e desvio padrão em função do tamanho da leitegada e a suplementação de aminoácidos na ração de fêmeas em gestação. Para as análises de tamanho de leitegada foram considerados dois grupos, sendo um de baixa prolificidade (leitegada com menos de 14 leitões) e outro de alta prolificidade (leitegada com mais de 14 leitões). A meta-análise seguiu duas análises seqüenciais, sendo uma gráfica, para observar a coerência biológica dos dados e outra de variância. Os trabalhos selecionados para tamanho da leitegada foram publicados entre 2002 e 2016. Os leitões nascidos de fêmeas com alta prolificidade nasceram com peso médio de leitões nascidos totais e vivos menores do que leitegadas oriundas de fêmeas com baixa prolificidade. A variabilidade de peso foi afetada em fêmeas com alta prolificidade, havendo aumento de 4,04 e 4,54 pontos percentuais, respectivamente, para o coeficiente de variação de nascidos totais e vivos. Houve um aumento de 180 gramas no desvio padrão de leitões nascidos vivos em fêmeas com alta prolificidade. Os trabalhos selecionados para tamanho da leitegada foram publicados entre 2010 e 2017. Apesar de serem agrupados aminoácidos (lisina, metionina, treonina, glutamina e arginina) com diferentes funções biológicas, houve uma tendência na redução da variação de peso com a suplementação de aminoácidos. A variabilidade de peso pode ser influenciada pelo peso médio da leitegada, assim como, pelo número de leitões nascidos. A suplementação de aminoácidos reduz a variação de peso de leitões na leitegada ao nascimento.

**Palavras-chave:** gestação, hiperprolificidade, leitões leves, suplementação aminoacídica

## 1 Introdução

A seleção genética aumentou a prolificidade das fêmeas suínas, o que causou uma redução do espaço por leitão no ambiente uterino aumentando a competição intra-uterina entre os leitões pelo fluxo sanguíneo materno, de onde vêm os nutrientes necessários para o desenvolvimento dos fetos. Isto faz da espécie suína o maior exemplo, dentre as espécies de animais de produção, com o fenômeno do crescimento intra-uterino retardado (WANG et al., 2008), fazendo com que ocorra uma alta variabilidade de peso dos leitões ao nascimento.

O desempenho da fêmea na gestação é avaliado por índices referentes ao parto. Embora muito utilizado na suinocultura, o peso médio do leitão ao nascimento não é um bom indicador da qualidade da leitegada, tendo em vista que outros parâmetros são importantes, tais como, coeficiente de variação e desvio padrão de peso. Milligan et al. (2002) observaram correlações negativas entre a variação de peso (coeficiente de variação) ao nascimento e a taxa de sobrevivência ao desmame. A relação negativa entre tamanho de leitegada e peso ao nascimento dos leitões foi estudada por Quesnel et al. (2008), os quais observaram redução de 26% no peso médio do leitão ao nascimento, além de elevar em nove pontos percentuais o coeficiente de variação do peso do leitão ao nascimento, quando ocorreu aumento de nove para mais de 16 leitões na leitegada.

Apesar do aumento do número de leitões nascidos por parto advindo do melhoramento genético, estratégias nutricionais não têm sido tão eficientes para melhorar este parâmetro. O maior número de leitões nascidos exige maior aporte nutricional para a fêmea, que é necessário para o desenvolvimento adequado dos fetos (KIM et al., 2005). Assim, uma inadequada nutrição materna pode estar associada ao crescimento retardado dos fetos culminando com aumento da variabilidade dentro da leitegada e/ou diminuição do peso dos leitões ao nascer (CAMPOS et al., 2012). Nesse sentido, Wu et al. (1998), simularam uma inadequada nutrição, e avaliaram marrãs recebendo uma dieta restrita de proteína (0,5% de proteína bruta), e observaram uma redução nas concentrações de aminoácidos: arginina, lisina, ornitina, alanina, glutamina, glicina e aminoácidos de cadeia ramificada na placenta, em comparação com marrãs recebendo 13,0% de proteína bruta, além disso, houve redução da síntese de óxido nítrico na placenta, diminuindo a capacidade materna de transferir nutrientes e oxigênio para o feto.

Segundo Wu et al. (2007), os aminoácidos da família da arginina (glutamina, glutamato, prolina, aspartato, asparagina, ornitina e citrulina) têm um papel importante na vascularização e desenvolvimento placentário. Wu et al. (1996) observaram aumento das

concentrações de arginina e ornitina no fluido alantóico de fêmeas com 35 a 40 dias de gestação, período de rápido crescimento placentário. A glutamina foi o aminoácido mais abundante no líquido amniótico no terço inicial da gestação e também foi o mais abundante no líquido alantóide. De acordo com Wu et al. (2010), óxido nítrico, poliaminas, arginina e outros aminoácidos funcionais (por exemplo, glutamina, leucina e prolina) podem regular o crescimento e desenvolvimento muscular embrionário e fetal.

Dessa forma, em virtude do aumento da prolificidade e necessidade de ajuste nutricional na gestação, a suplementação de aminoácidos na ração de gestação pode ser uma alternativa para amenizar os efeitos da subnutrição uterina dos fetos. A disponibilidade de publicações científicas que abordam esta problemática tem aumentado nos últimos anos. Entretanto, os resultados disponíveis nesta área de pesquisa ainda são inconclusivos sob o aspecto de variabilidade do peso de leitões, que é afetado diretamente pela falta de espaço no ambiente uterino devido a um alto número de leitões nascidos, o que é de grande importância na produção animal. Diante do exposto, o objetivo no presente estudo foi avaliar por meio de uma revisão sistemática e da meta-análise os efeitos do tamanho da leitegada e da suplementação de aminoácidos sobre a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento.

## **2 Material e métodos**

### **2.1 Pesquisa estratégica**

Realizou-se uma pesquisa eletrônica nos bancos de dados Pub Med, ISI Web of Science, Science Direct, Scopus e SciELO em setembro de 2017, usando as seguintes palavras-chave em inglês: within-litter birth, weight variation, piglets, litter size, sow, aminoacids, gestation, uniformity, CV e SD. As palavras foram utilizadas em diversas combinações para que o maior número possível de artigos fosse encontrado. Com base nessas combinações de palavras-chave, foram pré-selecionados 52 artigos referentes ao assunto. Assim, foram escolhidos apenas artigos envolvendo o coeficiente de variação e desvio padrão em função do tamanho da leitegada e a suplementação de aminoácidos na ração de fêmeas em gestação.

## 2.2 Critério de seleção dos artigos e formação da base de dados

As informações relativas às variáveis a serem analisadas, foram selecionadas nas seções de material e métodos e de resultados, de cada artigo, e inseridas em duas bases de dados, elaboradas em planilhas Excel (Microsoft), sendo uma para avaliar o tamanho da leitegada e outra para a suplementação com aminoácidos na ração de gestação. Em se tratando da seleção de artigos que foram publicados envolvendo a utilização de aminoácidos, foram escolhidos os que apresentavam uma dieta controle (sem a suplementação de aminoácidos) e uma dieta com a suplementação de aminoácidos, quando estas eram descritas pelo autor. Foram selecionados os artigos e revisões em que foi utilizado o tamanho de leitegada e a suplementação com aminoácidos para fêmeas em gestação, e que avaliaram em cada tratamento os seguintes parâmetros: número de leitões, peso médio dos leitões, coeficiente de variação e/ou desvio padrão da leitegada. Não houve restrição de ordem de parto, genética, latitude, longitude, estação do ano e data ou idioma. Em casos de discrepâncias entre documentos, todos os critérios foram revisados e discutidos entre pesquisadores.

## 2.3 Análises estatísticas

A metodologia para a definição das variáveis dependentes e independentes e para a codagem dos dados seguiu as proposições descritas na literatura (LOVATTO et al., 2007; SAUVANT et al., 2008). A meta-análise foi realizada com base da metodologia proposta por LOVATTO et al. (2007) e SAUVANT et al. (2008) e seguiu duas análises sequenciais: gráfica, para observar a coerência biológica dos dados e de variância. Para as análises de tamanho de leitegada foi considerada a média de leitões nascidos totais da base de dados, formando assim, dois grupos: baixa prolificidade (leitegadas menores do que 14 leitões nascidos totais) e alta prolificidade (leitegadas maiores ou iguais a 14 leitões nascidos totais).

Os dados de tamanho de leitegada, peso médio dos leitões, coeficiente de variação e desvio padrão do peso das leitegadas de nascidos totais e vivos foram submetidos ao teste de normalidade através do procedimento PROC UNIVARIATE do SAS (9.3), e para valores de probabilidade maior do que 5% no teste de Shapiro-Wilk, a distribuição de peso foi considerada normal, do contrário, foi utilizado o procedimento PROC RANK do SAS (9.3) para a normalização dos resíduos. A análise de variância foi realizada através do software SAS (9.3), para o efeito do tamanho de leitegada foi realizada através de modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED e a opção WEIGHT ponderando o número de

observações de cada média considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%, através do modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \mathcal{E}_i + G_i + \varepsilon_{ij}$$

onde:

$Y_{ij}$  = observações do efeito da suplementação com aminoácido  $i$ , repetição  $j$  e experimento  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$\mathcal{E}_i$  = efeito aleatório da publicação;

$G_j$  = efeito fixo do tamanho da leitegada;

$\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório associado a cada observação, considerado independente, identicamente distribuída, normais com média 0 e variância  $\sigma$ .

A análise de variância do realizada através do software SAS (9.3), para o efeito da suplementação de aminoácidos foi realizada através de modelo misto utilizando o procedimento PROC MIXED e a opção WEIGHT ponderando o número de observações de cada média considerando efeito significativo menor ou igual a 5% de probabilidade e tendência entre 5 a 10%, através do modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \mathcal{E}_i + G_j + \varepsilon_{ijk}$$

onde:

$Y_{ijk}$  = observações do efeito da suplementação com aminoácido  $i$ , repetição  $j$  e experimento  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$\mathcal{E}_i$  = efeito aleatório da publicação;

$G_j$  = efeito fixo da suplementação com aminoácido;

$\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação, considerado independente, identicamente distribuída, normais com média 0 e variância  $\sigma$ .

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Efeito da prolificidade

Os artigos selecionados em função do tamanho da leitegada ao nascimento foram publicados entre os anos de 2002 a 2016. Devido ao baixo número de artigos que informou o coeficiente de variação e/ou desvio padrão do peso dos leitões ao nascimento não foi possível inserir no modelo estatístico os critérios de ordem de parição, genética, altitude, estação do

ano. Todos os artigos possuíam ou o coeficiente de variação ou o desvio padrão da leitegada ao nascimento em cada tratamento, além do número de leitões e peso médio da leitegada. O coeficiente de variação e/ou desvio padrão de cada tratamento são de fundamental importância para a análise da variabilidade de peso dos leitões, por se tratar de um assunto ainda pouco explorado. Poucos são os artigos que têm essas informações. Na presente busca foram a partir dos 52 artigos pré-selecionados foram escolhidos apenas 10 artigos (TABELA 1). Estão apresentadas suas características na Tabela 2.

Tabela 1 – Artigos selecionados em função do tamanho da leitegada ao nascimento.

Autor	Ano	Revista
Milligan et. al.,	2002	Livestock Production Science
Quiniou et. al.,	2002	Livestock Production Science
Quesnel et. al.,	2008	Animal
Foxcroft et. al.,	2009	Society for Reproduction and Fertility
Li et. al.,	2012	Canadian Journal of Animal Science
Wientjes et. al.,	2012	Livestock Science
Hoving et. al.,	2014	Journal of Animal Science
Prazeres et. al.,	2016	Boletim de Indústria Animal
Zhang et. al.,	2016	Journal of Integrative Agriculture
Freking et. al.,	2016	Animal Reproduction Science

Os leitões nascidos de fêmeas com alta prolificidade nasceram com peso médio de leitões nascidos totais e vivos menores ( $P < 0,05$ ) do que leitegadas oriundas de fêmeas com baixa prolificidade, um aumento médio de 4,8 leitões reduz o peso médio dos nascidos totais e vivos, respectivamente, em 9,67 e 12,24%. A variabilidade de peso foi afetada em fêmeas com alta prolificidade. Houve aumento ( $P < 0,05$ ) de 4,04 e 4,54 pontos percentuais, respectivamente, para o coeficiente de variação de nascidos totais e vivos.

Houve aumento ( $P < 0,05$ ) do desvio padrão do peso de leitões nascidos totais e vivos oriundos de fêmeas hiperprolíficas, respectivamente, de 70 e 180 gramas. Os leitões nascidos totais e vivos de fêmeas hiperprolíficas têm um aumento ( $P = 0,07$  para nascidos totais;  $P < 0,05$  para nascidos vivos), respectivamente, de 4,04 e 4,54 pontos percentuais do coeficiente de variação ao nascimento (TABELA 3).

Tabela 2 – Características dos artigos selecionados.

Autor	Característica da leitegada	Número de nascidos (N)	Peso médio da leitegada (kg)	CV <sup>1</sup>	SD <sup>2</sup>	Comparação <sup>3</sup>
Milligan et. al.,	Leitegadas com leitões de baixo e alto peso	10,4; 9,3	1,39; 1,45	SIM	NÃO	SIM*
Quiniou et. al.,	<12; 12 a 13; 14 a 15; 15>	9,0; 12,5; 14,4; 17,0	1,59; 1,48; 1,37; 1,26	NÃO	SIM	SIM*
Quesnel et. al.,	<10; 10 a 11; 12 a 13; 14 a 15; >15	7,1; 10,6; 12,6; 14,5; 17,7	1,88; 1,67; 1,57; 1,48; 1,38	SIM	SIM	SIM*
Foxcroft et. al.,	<10; 10 a 11; 12 a 13; 14 a 15; >15	7,2; 10,6; 12,6; 14,5; 17,6	1,89; 1,67; 1,57; 1,47; 1,38	SIM	NÃO	SIM*
Li et. al.,	Ordem de parto: 1; 2; 3 e 4; 5 ou mais	11,8; 12,2; 12,9; 11,2	1,49; 1,54; 1,56; 1,63	SIM	NÃO	SIM
Wientjes et. al.,	Ordem de parto: 2; 3 e 4; 5 ou mais	17,0; 18,8; 16,3	1,27; 1,23; 1,29	SIM	SIM	SIM
Hoving et. al.,	Ordem de parto: 1 e 2	12,7; 15,1	1,50; 1,39	SIM	NÃO	SIM*
Prazeres et. al.,	Leitegadas: pequenas, médias e grandes	5,68; 10,47; 15,93	1,81; 1,68; 1,58	SIM	NÃO	SIM*
Zhang et. al.,	<6; 6 a 7; 8 a 9; 10 a 11; 12 a 13; 14 a 15; >15	NI	1,74; 1,72; 1,64; 1,59; 1,52; 1,45; 1,39	SIM	NÃO	SIM*
Freking et. al.,	Ordem de parto: 1; 2; 3; 4	10,7; 10,9; 12,0; 12,0	1,33; 1,47; 1,38; 1,42	NÃO	NÃO	NÃO

<sup>1</sup> Coeficiente de variação como um parâmetros avaliado.

<sup>2</sup> Desvio padrão como um parâmetros avaliado.

<sup>3</sup> Comparação entre os parâmetros.

NI = Não informado

\* Efeito significativo.

A forma de analisar a variabilidade de peso (coeficiente de variação e desvio padrão) é importante para que outros pesquisadores possam replicar os artigos em outros trabalhos e poderem confrontar os resultados nas mesmas condições, sendo necessário um padrão metodológico. Quesnel et al. (2008) encontraram efeito do tamanho da leitegada sobre o coeficiente de variação, porém, não encontraram efeito sobre o desvio padrão. Os autores não informaram a utilização de co-variável sobre este parâmetro, o que pode ter alterado o resultado.

Tabela 3 – Efeito do tamanho da leitegada sobre a variabilidade de pesos médios dos leitões ao nascimento.

Variáveis	Baixa prolificidade	Alta prolificidade	<i>P</i>	CV (%) <sup>1</sup>
Número de fêmeas (N)	38	15		
Nascidos totais (N) *	11,05	15,85	<0,001	21,64
Nascidos vivos (N)	10,25	14,69	<0,001	21,64
Peso médio dos nascidos totais (kg)	1,531	1,383	0,004	9,21
Peso médio dos nascidos vivos (kg)	1,568	1,376	0,005	10,45
Desvio padrão dos nascidos totais(g)	210	280	0,001	44,10
Coefficiente de variação dos nascidos totais (%)	18,88	22,92	0,074	13,10
Desvio padrão dos nascidos vivos(g)	40	220	<0,001	132,29
Coefficiente de variação dos nascidos vivos(g)	17,69	22,23	0,009	13,58

<sup>1</sup> Coeficiente de variação.

Zindove et al. (2014) encontraram correlação negativa entre o peso médio dos leitões e coeficiente de variação da leitegada ao nascimento. Dessa forma, para analisar o coeficiente de variação ou desvio padrão o peso médio ao nascimento deve ser levado em consideração. No presente estudo foi encontrado efeito, tanto no coeficiente de variação como no desvio padrão da média de peso de leitões ao nascimento com a utilização de co-variável. Em outro estudo, Zhang et al. (2016) avaliaram diferentes tamanhos de leitegada sobre o coeficiente de variação do peso ao nascimento, e informaram o desvio padrão da média para cada tratamento. Porém, esse parâmetro não foi comparado entre os tamanhos de leitegada.

### 3.2 Efeito da suplementação de aminoácidos

Os artigos selecionados em função da suplementação de aminoácidos na ração de gestação foram publicados entre os anos de 2010 a 2017. Devido ao baixo número de artigos que informou o coeficiente de variação e/ou desvio padrão do peso dos leitões ao nascimento não foi possível inserir no modelo estatístico os critérios de ordem de parição, genética, altitude, estação do ano. Todos os artigos possuíam ou o coeficiente de variação ou o desvio padrão da leitegada ao nascimento em cada tratamento, além do número de leitões e peso médio da leitegada em cada tratamento. Na Tabela 4 estão descritos os autores, ano e revista onde ocorreu a publicação. Na Tabela 5 estão descritos os aminoácidos e período de utilização.

Tabela 4 – Artigos selecionados em função da suplementação de aminoácidos.

Autor	Ano	Revista
Wu et al.,	2010	Journal of Animal Science
Magnabosco et. al.,	2013	Ciência Rural
Quesnel et. al.,	2014	Journal of Animal Science
Hoving et. al.,	2014	Journal of Animal Science
Garbossa et. al.,	2015	Journal of Animal Science
Gonçalves et. al.,	2016	Journal of Animal Science
Dallanora et. al.,	2017	Livestock Science
Athorn et. al.,	2017	Animal Production Science

Tabela 5 – Resumos dos resultados dos artigos.

Autor	Controle	Com suplementação aminoacídica	Resultado	Período de utilização
Wu et al.,	Arg (0,7%) e Gln (1,22%)	Arg (1,1%) e Gln (1,8%)	CV: NT e NV (+)	30 dias ao parto
Magnabosco et. al.,	Lis (28g/dia)	Lis (35g/dia)	CV: NT (+)	85 a 110 dias de gestação
Quesnel et. al.,	Arg (NI)	Arg (25,5g/dia)	CV: NT e NV (+)	77 dias ao parto
Hoving et. al.,	Lis (0,47%), Met (0,15%), Met+Cis (0,30%) e The (0,29%)	Lis (0,60%), Met (0,19%), Met+Cis (0,36%) e The (0,37%)	CV: NT (ns)	3 a 32 dias de gestação
Garbossa et. al.,	Arg (0,89%)	Arg (1,00%)	CV: NT (ns)	22 a 55 dias de gestação
Gonçalves et. al.,	Lis (10,7 g/dia)	Lis (20,0g/dia)	CV: NT (ns)	Todo o período
Dallanora et. al.,	Arg (1,05%), Lis (0,76%), Met (NI), The (0,57%) e Tri (0,18%)	Arg (+1,0%), Lis (5,1g), Met (3,7g), The (4,1g) e Tri (1,2g)	CV: NT (ns)	25 a 80 dias gestação
Athorn et al.,	Gln (0,0%)	Gln (1,0%)	CV: NT (ns)	80 dias ao parto

CV: Coeficiente de variação.

NT: Nascidos totais.

NV: Nascidos vivos.

(+): efeito positivo sobre a variabilidade.

ns: não significativo.

NI: não informado.

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) da suplementação com aminoácidos na ração de fêmeas em gestação para os parâmetros observados, apesar de serem agrupados aminoácidos com

diferentes funções biológicas, tais como lisina, metionina, treonina, arginina e glutamina. Entretanto, houve uma tendência ( $P=0,072$ ) na redução da variação de peso (desvio padrão) com a suplementação de aminoácidos. A média de peso dos leitões foi considerada uma co-variável para as análises de desvio padrão de leitões nascidos totais e vivos (TABELA 6).

Tabela 6 – Suplementação de aminoácidos na ração de gestação sobre a qualidade da leitegada ao nascimento.

Variáveis	Sem AA	Com AA	<i>P</i>	CV (%) <sup>3</sup>
Número de fêmeas (N)	17	17		
Nascidos totais (N)	14,27	14,19	0,979	8,29
Nascidos vivos (N)	13,04	12,81	0,498	9,56
Peso médio dos nascidos totais (kg)	1,28	1,29	0,360	9,30
Peso médio dos nascidos vivos (kg)	1,37	1,41	0,551	5,96
Coeficiente de variação dos nascidos totais (%) <sup>1</sup>	22,46	23,52	0,351	11,50
Desvio padrão dos nascidos totais (g) <sup>1</sup>	20	19	0,072	35,63
Coeficiente de variação dos nascidos vivos (%) <sup>2</sup>	19,97	19,31	0,564	15,36
Desvio padrão dos nascidos vivos (g) <sup>2</sup>	20	20	0,407	50,22

<sup>1</sup> Foi aplicado peso médio dos leitões nascidos totais como co-variável.

<sup>2</sup> Foi aplicado peso médio dos leitões nascidos vivos como co-variável.

<sup>3</sup> Coeficiente de variação.

Embora a variabilidade de peso tenha impactos negativos sobre o sistema de produção, os principais parâmetros apresentados e discutidos são o número de leitões nascidos e peso médio dos leitões ao nascimento nos trabalhos que envolvem a suplementação de aminoácidos na ração de fêmeas em gestação. Dentre os artigos selecionados, não houve efeito da suplementação de aminoácidos, sobre o tamanho da leitegada ao nascimento, devido à suplementação da ração com aminoácidos não ter ocorrido no terço inicial da gestação, onde há uma maior mortalidade embrionária. Apesar das diferenças metodológicas, a suplementação de aminoácidos tem mostrado efeitos positivos sobre a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento (GARBOSSA et al., 2015; ATHORN et. al., 2017; DALLANORA et. al., 2017).

A definição de desvio padrão é a variância que é obtida a partir dos quadrados dos desvios (LUNET et al., 2006), o coeficiente de variação é obtido pelo desvio padrão em porcentagem da média aritmética (GOMES, 1987). A comparação entre desvios padrão da média de peso dos leitões ao nascimento deve ser realizada quando não houver diferença entre

a média de peso ao nascimento, se caso houver, o aconselhado é utilizar o coeficiente de variação. Em caso de comparação de desvios padrão oriundos de leitegadas com médias de peso diferentes a utilização deste parâmetro como co-variável pode ser uma alternativa para viabilizar essa comparação.

O peso médio ou tamanho da leitegada quando não diferem entre os tratamentos, pode-se utilizá-los com co-variáveis para analisar as medidas de dispersão (desvio padrão e coeficiente de variação). Os resultados diferem nesse contexto, não foi verificado efeito da suplementação de aminoácidos (dados não informados) para as medidas de dispersão quando número de leitões ao nascimento foi utilizado como co-variável. Porém, houve uma redução (tendência) do desvio padrão quando o peso médio dos leitões ao nascimento foi utilizado como co-variável. Com base nessas informações, pode-se inferir que a variabilidade de peso é influenciada pelo tamanho da leitegada ou peso médio dos leitões.

Por meio da meta-análise utilizada no presente trabalho, pode-se observar que a forma de analisar pode alterar o resultado, porém, deve-se atentar para a importância da suplementação de aminoácidos em um contexto de variabilidade de peso ao nascimento, bem como a inserção dos dados de coeficiente de variação e/ou desvio padrão como parâmetros de avaliação da qualidade da leitegada ao nascimento e, dessa forma, estabelecer um padrão de análise. Outro ponto importante seria a padronização das casas decimais dos resultados relacionados ao coeficiente de variação e desvio padrão, visto uma diferença observada em diferentes trabalhos. Quesnel et al. (2008), utilizaram duas casas decimais para o desvio padrão, e nenhuma casa decimal para o coeficiente de variação, já Zhang et al. (2016) padronizaram duas casas para esses parâmetros. Em contraste, Wientjes et al. (2012) expressaram o desvio padrão em gramas e utilizando número inteiro. Este parece ser mais adequado para analisar o desvio padrão, por ter uma maior variabilidade. A falta de padronização na expressão dos resultados desses parâmetros dificulta observar influências dos tratamentos sobre a variabilidade de peso.

#### **4. Conclusões**

A variabilidade de peso pode ser influenciada pelo peso médio da leitegada, assim como, pelo número de leitões nascidos. A suplementação de aminoácidos reduz a variação de peso de leitões na leitegada ao nascimento.

## REFERÊNCIAS

- ATHORN, R. Z.; WILKINSON, A. R.; HENMAN, D. J. Effect of L-glutamine in late gestation sow diets on survivability and growth of piglets. **Animal Production Science**, v. 57, n. 12, p. 2451-2451, 2017.
- CAMPOS, P. H. R. F. et al. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 797-806, 2012.
- DALLANORA, D et al. 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.
- FOXCROFT, G. R. et al. Prenatal programming of postnatal development in the pig. **Control of Pig Reproduction VIII**, v. 66, p. 213-232, 2009.
- 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.
- GARBOSSA, C. A. P. et al. Effects of ractopamine and arginine dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies. **Journal of animal science**, v. 93, n. 6, p. 2872-2884, 2015.
- Gomes, F.P. A estatística moderna na pesquisa agropecuária. 3 ed. Piracicaba: Patafós, 1987. 162p.
- GONÇALVES, M. A. D. et al. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. **Journal of animal science**, v. 94, n. 5, p. 1993-2003, 2016.
- HOVING, L. L. et al. An increased feed intake during early pregnancy improves sow body weight recovery and increases litter size in young sows. **Journal of animal science**, v. 89, n. 11, p. 3542-3550, 2011.
- KIM, S. W.; WU, G.; BAKER, D. H. Amino acid nutrition of breeding sows during gestation and lactation. **Pigs News Inform**, v. 26, p. N89-N99, 2005.
- LOVATTO, P. A. et al. Meta-análise em pesquisas científicas-enfoque em metodologias. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 285-294, 2007.
- LUNET, Nuno; SEVERO, Milton; BARROS, Henrique. Desvio padrão ou erro padrão. **Arquivos de Medicina**, v. 20, n. 1-2, p. 55-59, 2006.
- LI, Y. Z.; ANDERSON, J. E.; JOHNSTON, L. J. Animal-related factors associated with piglet mortality in a bedded, group-farrowing system. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 92, n. 1, p. 11-20, 2012.
- MAGNABOSCO, Diogo et al. Lysine supplementation in late gestation of gilts: effects on piglet birth weight, and gestational and lactational performance. **Ciência Rural**, v. 43, n. 8, p. 1464-1470, 2013.

MILLIGAN, Barry N.; FRASER, David; KRAMER, Donald L. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1, p. 181-191, 2002.

PRAZERES, Camila Duarte et al. Efeito do tamanho da leitegada sobre a variação dos pesos ao nascer e ao desmame em leitões da raça landrace. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 39-45, 2016.

QUESNEL, Helene et al. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842-1849, 2008.

QUESNEL, Helene et al. Supplying dextrose before insemination and-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: Effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of animal science**, v. 92, n. 4, p. 1445-1450, 2014.

QUINIQU, 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.

SAUVANT, Daniel et al. Meta-analyses of experimental data in animal nutrition. **animal**, v. 2, n. 8, p. 1203-1214, 2008.

WANG, J et al. Intrauterine growth restriction affects the proteomes of the small intestine, liver, and skeletal muscle in newborn pigs. **The Journal of nutrition**, v. 138, n. 1, p. 60-66, 2008.

WIENZIJS, J. G. M. et al. Piglet uniformity and mortality in large organic litters: Effects of parity and pre-mating diet composition. **Livestock Science**, v. 144, n. 3, p. 218-229, 2012.

WU, Guoyao et al. 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.

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

WU, G. et al. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: mechanisms and implications for swine production. **Journal of animal science**, v. 88, n. 13, p. E195-E204, 2010.

WU, Guoyao et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock science**, v. 112, n. 1, p. 8-22, 2007.

ZHANG, Tian et al. Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of litter uniformity and litter size in Large White sows. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 4, p. 848-854, 2016.

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.

## **ARTIGO - SUPLEMENTAÇÃO COM L-ARGININA PARA MATRIZES GESTANTES SOBRE A VARIABILIDADE DE PESO AO NASCIMENTO**

### **Resumo**

O objetivo foi avaliar o efeito da suplementação da ração de gestação com 1% L-Arginina, em três períodos, sobre a variabilidade de peso de leitões ao nascimento. Os experimentos foram conduzidos com um total de 133 fêmeas, distribuídas entre a primeira e sétima ordem de parto. Os leitões foram secados e pesados individualmente. Para analisar a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento foram levados em consideração o tamanho da leitegada, o peso médio da leitegada, o desvio padrão do peso da leitegada e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada. O desvio padrão e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada foram calculados para cada leitegada. A variabilidade de peso dos leitões em função da suplementação com L-Arginina ou não foi analisada por meio de análises descritivas, correlação e análise de variância, tendo como efeito a suplementação com L-Arginina (com ou sem suplementação) e o período de suplementação (experimentos 01: 30 aos 60 e 80 dias de gestação ao parto; experimentos 02 e 03: dos 85 dias de gestação ao parto; experimento 04: 22 a 55 dias de gestação), estratificação do peso de leitões, em porcentagem, ao nascimento por leitegada e distribuição normal dos pesos dos leitões nascidos. A suplementação com L-Arginina reduziu o desvio padrão em 73,3 e 55,99 gramas em relação ao tratamento controle, quando suplementada dos 80 dias de gestação até o parto para leitegadas de leitões nascidos totais e vivos. A suplementação da ração de fêmeas suínas em gestação com L-Arginina de reduziu a porcentagem de leitões nascidos totais e vivos menores do que 800 gramas, respectivamente, em 2,26 e 2,05 pontos percentuais e aumentou a porcentagem do número de leitões nascidos totais e vivos, respectivamente, entre 1601 e 1800 gramas em 5,89 e 6,08 pontos percentuais. A suplementação com 1% de L-arginina para matrizes suínas em gestação, independente do período de fornecimento, melhora a uniformidade da leitegada, com redução média de 4,06 pontos percentuais na população de leitões com menos de 1180 gramas, além de aumentar em 4,70 pontos percentuais na população de leitões entre 1180 e 1890 gramas.

**Palavras-chave:** aminoácidos, coeficiente de variação, distribuição normal, desvio padrão, gestação, fêmeas suínas

## 1 Introdução

Com o avanço dos programas de melhoramento genético de suínos, surgiram as linhagens hiperprolíficas. Entretanto, a capacidade de gerar um alto número de leitões muitas vezes não está associada ao desenvolvimento adequado dos fetos no ambiente uterino, levando ao nascimento de leitões mais leves e mais fracos (FOXCROFT et al., 2007). Isto, devido a uma restrição de espaço e nutrientes no ambiente uterino (BLOMBERG et al., 2010; QUINIOU et al., 2002; TOWN et al., 2004). Segundo Almeida et al. (2015), a principal causa subnutrição uterina seria a insuficiência placentária. Este fato nem sempre traz benefícios para os produtores, a menos que sejam tomadas medidas para melhorar a uniformidade dos leitões pré e pós o parto (MILLIGAN et al., 2012).

A variabilidade do peso de leitões, apesar de reconhecidamente ter impactos negativos no sistema de produção, é pouco explorada (WOLF et al., 2008). A preocupação com os leitões nascidos com baixo peso é de extrema importância, tanto do ponto de vista ético (leitões considerados refugos são sacrificados ao nascimento) como do ponto de vista da produção (DALLANORA et al., 2017), e a principal causa da ocorrência de leitões nascidos com baixo peso é advindo da variabilidade de peso ao nascimento. Leitões leves estão associados a uma maior taxa de mortalidade pré desmame e menor ganho de peso (MILLIGAN et al., 2002; QUINIOU et al., 2002). O quanto antes for amenizado os efeitos da variabilidade de peso, menores serão as chances de propagação desses efeitos negativos.

Nesse contexto existem três momentos, intrínsecos às fêmeas, onde podem ser estudadas estratégias nutricionais para minimizar os efeitos da variabilidade de peso dos leitões: gestação, lactação e intervalo desmame-estro (Van BARNEVELD e HEIWTT, 2016). Van DenBrand et al. (2006) utilizaram dextrose no intervalo desmame-estro e observaram redução da variabilidade de peso (coeficiente de variação) do peso ao nascimento. Na gestação, a suplementação com lisina no terço final da gestação promoveu uma tendência da redução do coeficiente de variação (MAGNABOSCO et al., 2013). Por outro lado, na lactação, Baker et al. (2014) não encontraram efeito ( $P=0,13$ ) sobre o coeficiente de variação utilizando bactérias com funções fermentativas.

A arginina é utilizada em diversas vias metabólicas, incluindo a síntese de proteína, óxido nítrico, poliaminas e creatina, sendo o óxido nítrico e as poliaminas essenciais ao crescimento placentário e à angiogênese, podendo aumentar a disponibilidade de nutrientes para os fetos (ALMEIDA, 2009). A suplementação com 1% de L-Arginina aumenta a concentração plasmática destes componentes em 70% após 2h de ingestão da ração (MATEO

et al., 2007). Porém, o intervalo de utilização do aminoácido na gestação não está completamente definido, tendo em vista que vários estudos utilizaram períodos de suplementação diferentes, como por exemplo, 1% de L-Arginina de 30 dias de gestação ao parto em marrãs (MATEO et al., 2007); 1% de L-Arginina dos 93 dias ao parto (BASS et al., 2017); 1% de arginina de 25 a 53 dias de gestação (GARBOSSA, et al., 2015); 1% de L-Arginina dos 14 aos 28 dias de gestação (MADSEN et al., 2017); 1% de L-Arginina de 1 a 77 dias de gestação (QUESNEL et al., 2014).

Dessa forma, é possível que a suplementação com L-Arginina na gestação possa amenizar esses efeitos da subnutrição uterina dos leitões. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da suplementação da ração de gestação com 1% L-Arginina, em três períodos, sobre a variabilidade de peso de leitões ao nascimento, para tanto foram utilizados dados de quatro experimentos conduzidos em granjas comerciais no Brasil.

## **2 Material e métodos**

### **2.1 Ética na experimentação animal**

A base de dados foi composta por quatro experimentos e todos os procedimentos realizados foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso dos Animais da Universidade Federal de Lavras, identificado respectivamente pelos protocolos 076/2013 (experimento 01), 062/2016(experimento 02), 013/2014 (experimento 03) e 099/12 (experimento 04).

### **2.2 L-Arginina**

A suplementação na ração de gestação com 1,0% de L-Arginina foi realizada na forma *on top*. O aminoácido foi previamente pesado em balança eletrônica Marte AW220, com capacidade de 220g e precisão de 0,0001g. O aminoácido continha 98,5% de pureza e foi adquirido na Divisão de Nutrição Animal da Ajinomoto do Brasil Indústria e Comércio de Alimentos Ltda, Limeira, São Paulo, Brasil.

### **2.3 Animais e instalações**

As fêmeas suínas em gestação eram de linhagem híbrida comercial hiperprolífica (Dan Bred 90). Os quatro experimentos foram conduzidos em granjas comerciais, sendo os dois

primeiros realizados numa granja localizada no município de Oliveira, Minas Gerais, Brasil, o terceiro experimento executado numa granja localizada em Lavras, Minas Gerais, Brasil e o quarto em Formiga, Minas Gerais, Brasil. As matrizes de cada granja e de ambos os tratamentos foram inseminadas pelo mesmo grupo genético de machos e selecionadas a partir do histórico reprodutivo de 14 a 16 leitões nascidos por parto.

Os experimentos foram conduzidos com um total de 133 fêmeas, distribuídas entre a primeira e sétima ordem de parto, o que totalizou 2033 leitões nascidos totais e 1909 nascidos vivos (TABELAS 7 e 8).

Tabela 7 – Número de matrizes por ordem de parto e tratamento.

Ordem de parto	Experimento				Total
	01	02	03	04	
Controle					
1	0	0	0	2	2
2	0	0	5	8	13
3	4	3	4	2	13
4	11	1	5	3	20
5	3	0	8	2	13
6	2	0	0	2	4
7	3	1	0	0	4
Arginina					
1	0	0	0	2	2
2	0	2	6	9	17
3	3	0	4	1	8
4	11	1	4	3	19
5	3	1	6	2	12
6	1	0	0	1	2
7	2	1	0	1	4
Total	43	10	42	38	133

A transferência das matrizes do galpão de gestação para o de maternidade ocorreu aos 108 dias de gestação eo galpão de gestação era provido de gaiolas individuais com piso

totalmente ripado. No galpão de maternidade, as baias continham gaiolas individuais com piso dois terços ripado e escamoteador para o aquecimento dos leitões.

Todos os partos foram assistidos, de tal forma que, ao nascimento, os leitões foram secados e pesados individualmente e auxiliados na primeira mamada, além do corte e desinfecção do umbigo. O peso e o número de leitões natimortos foram mensurados, para o cálculo do tamanho total da leitegada, assim com o peso médio dos leitões ao nascimento.

Tabela 8 – Número de leitões nascidos totais e vivos por ordem de parto e tratamento.

Ordem de parto	Leitegada	Tratamento		Total
		Controle	Arginina	
1	Nascidos totais	25	29	54
	Nascidos vivos	25	29	54
2	Nascidos totais	200	245	445
	Nascidos vivos	197	236	433
3	Nascidos totais	203	133	336
	Nascidos vivos	192	125	317
4	Nascidos totais	309	292	601
	Nascidos vivos	286	266	552
5	Nascidos totais	229	189	418
	Nascidos vivos	213	175	388
6	Nascidos totais	47	25	72
	Nascidos vivos	46	25	71
7	Nascidos totais	55	52	107
	Nascidos vivos	47	47	94
Total	Nascidos totais	1068	965	2033
	Nascidos vivos	1006	903	1909

#### 2.4 Delineamento experimental e manejo alimentar

Os delineamentos utilizados em cada experimento foram inteiramente casualizados, sendo a matriz e sua leitegada considerada a unidade experimental. As rações de gestação utilizadas nos experimentos foram as adotadas pelas granjas e formuladas à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo (TABELA 9).

A água foi fornecida à vontade durante todo o período experimental. O manejo alimentar foi diferente em cada experimento. No experimento 01 as fêmeas suínas receberam 1,8 kg dia<sup>-1</sup> de ração da inseminação até os 85 dias de gestação; 3,0 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 86 aos 107 dias de gestação e 4,5 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 108 dias de gestação ao parto. No experimento 02 as fêmeas suínas receberam 1,8 kg dia<sup>-1</sup> de ração da inseminação até os 85 dias de gestação; 2,4 kg dia<sup>-1</sup> dos 86 dias de gestação ao parto. No experimento 03 as fêmeas suínas receberam 2,0 kg dia<sup>-1</sup> de ração da inseminação até os 85 dias de gestação; 2,8 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 86 aos 107 dias de gestação e 5,6 kg dia<sup>-1</sup> dos 108 dias de gestação ao parto. No experimento 04 as fêmeas suínas receberam 2,3 kg dia<sup>-1</sup> de ração da inseminação até os 28 dias de gestação; 1,9 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 29 aos 85 dias de gestação; 2,8 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 86 aos 107 dias de gestação e 2,6 kg dia<sup>-1</sup> de ração dos 108 dias de gestação ao parto.

Tabela 9 – Níveis nutricionais das rações de gestação em cada experimento.

	Experimento				
	01 *	02	03 **	4 *	
				0 a 70 dias	71 a 114 dias
Energia metabolizável, kcal/kg	3176	3080	3035	3060	3050
Proteína bruta, %	15,07	15,70	15,70	11,58	13,32
Lisina, %	0,65	0,67	0,82	0,45 <sup>1</sup>	0,63 <sup>1</sup>
Metionina, %	0,27	NI	0,23	NI	NI
Metionina + Cistina, %	0,50	0,46	0,45	0,25 <sup>1</sup>	0,35 <sup>1</sup>
Treonina, %	0,51	0,60	0,58	0,34 <sup>1</sup>	0,47 <sup>1</sup>
Arginina, %	0,90	0,95	0,98	NI	NI
Cálcio, %	0,73	0,75	0,56	0,69	0,71
Fósforo disponível, %	0,38	0,43	0,33	0,37	0,39
Sódio, %	0,22	NI	0,21	0,16	0,16

<sup>1</sup> Valores de aminoácidos digestíveis. \* Níveis calculados. \*\* Níveis analisados. NI Não informado

O período 01 de suplementação com L-Arginina, experimento 04, o fornecimento do aminoácido foi dos 22 aos 55 dias de gestação, sendo fornecidos 23 e 18 g dia<sup>-1</sup> respectivamente, dos 22 aos 28 e 29 aos 55 dias de gestação. O período 02 de suplementação com L-Arginina, experimento 03, o fornecimento do aminoácido foi dos 85 dias de gestação ao parto, dessa forma foram fornecidos 28 g dia<sup>-1</sup> dos 85 aos 107 dias e 56 g dia<sup>-1</sup> dos 108 dias ao parto. O período 03 de suplementação com L-Arginina, experimentos 01 e 02, o

fornecimento do aminoácido foi dos 30 aos 60 dias de gestação e dos 80 dias de gestação ao parto, sendo fornecidos  $18 \text{ g dia}^{-1}$  no primeiro período e  $45 \text{ g dia}^{-1}$  no segundo, para o experimento 01. No experimento 02, o fornecimento do aminoácido foi dos 85 dias de gestação ao parto, dessa forma foram fornecidos  $24 \text{ g dia}^{-1}$  neste mesmo período.

## 2.5 Variáveis analisadas

Para analisar a variabilidade de peso dos leitões ao nascimento (nascidos totais e vivos) foram levados em consideração o tamanho da leitegada, o peso médio da leitegada, o desvio padrão do peso da leitegada e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada. A leitegada nascida total foi constituída pelo somatório dos leitões nascidos vivos e leitões natimortos. O desvio padrão e o coeficiente de variação do peso médio da leitegada foram calculados para cada leitegada.

## 2.6 Análises estatísticas

A variabilidade de peso dos leitões em função da suplementação com L-Arginina ou não foi analisada por meio de análises descritivas, correlação de Pearson e análise de variância, tendo como efeito a suplementação com L-Arginina (com ou sem suplementação) e o período de suplementação (experimentos 01: 30 aos 60 e 80 dias de gestação ao parto; experimentos 02 e 03: dos 85 dias de gestação ao parto; experimento 04: 22 a 55 dias de gestação), estratificação do peso de leitões, em porcentagem, ao nascimento por leitegada e distribuição normal dos pesos dos leitões nascidos.

As análises descritivas foram obtidas através do procedimento PROC UNIVARIATE do SAS (9.3) no qual obteve-se o número de observações, média, desvio padrão, coeficiente de variação, simetria, curtose, moda e mediana, que foram divididas em nascidos totais e vivos, e apresentadas para leitegadas maiores e menores do que 14 leitões. A distribuição com coeficiente de simetria igual a zero foi considerada simétrica; se o coeficiente de assimetria for maior que zero, esta distribuição será assimétrica à direita e se for menor que zero assimétrica para a esquerda. Da mesma forma, uma distribuição com coeficiente de curtose igual a 0 será considerada mesocúrtica; se o coeficiente de curtose for negativo, será considerada platicúrtica e se for maior que zero, será considerada leptocúrtica. Foram consideradas simétricas as distribuições de peso dos leitões com valor de probabilidade no teste Shapiro-Wilk maior que 5% de probabilidade.

As análises de correlação foram obtidas através do procedimento PROC CORR do SAS (9.3), sendo consideradas as variáveis ordem de parto, tamanho de leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão do peso de leitões, coeficiente de variação da leitegada e número de leitões natimortos (exceto para leitegadas com leitões nascidos vivos).

Os dados de tamanho de leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão do peso das leitegadas e coeficiente de variação foram submetidos ao teste de normalidade através do procedimento PROC UNIVARIATE. Para valores de probabilidade maior do que 5% no teste de Shapiro-Wilk, a distribuição de peso foi considerada normal, do contrário foi utilizado o procedimento PROC RANK do SAS (9.3) para a normalização dos resíduos. A análise de variância foi realizada através do procedimento PROC MIXED do SAS (9.3), assim como as médias foram comparadas pelo teste Tukey (5%), foi considerada tendência a probabilidade no mesmo teste com valores de probabilidade entre 5 a 10%, através do modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \epsilon_k + G_i + \beta_j + (G \times \beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

onde:

$Y_{ijk}$  = observações dos efeitos dos níveis de L-Arginina  $i$ , repetição  $j$  e experimento  $k$ ;

$\mu$  = média geral;

$\epsilon_k$  = efeito aleatório do experimento;

$G_i$  = efeito fixo da suplementação com L-Arginina;

$\beta_j$  = efeito fixo do período de suplementação com L-Arginina;

$(G \times \beta)_{ij}$  = interação entre a suplementação com L-Arginina e período de fornecimento;

$\epsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado a cada observação, considerado independente, identicamente distribuída, normais com média 0 e variância  $\sigma$ .

Através dos pesos individuais dos leitões em cada leitegada, foi realizada a estratificação do peso, em porcentagem, em sete classes sendo menor ou igual a 800, entre 801 e 1000, entre 1001 e 1200, entre 1201 e 1400, 1401 a 1600, entre 1601 a 1800 e maior que 1800 gramas. Os critérios para a utilização destas classes foram baseados em Bérard et al. (2010), quando afirmaram que leitões com peso inferior a 800 g são considerados com crescimento intra-uterino retardado, e Pettigrew et al. (1986); Roehe e Kalm (2000) e Quiniou et al. (2002), quando observaram que a probabilidade de sobrevivência pré-desmame é reduzida (abaixo de 75%) para leitões com peso inferior a 1000 gramas e ultrapassa 95% para leitões com peso superior a 1800 gramas.

Utilizou-se o software Microsoft Office Excel<sup>®</sup> (versão 2007) para gerar os gráficos de distribuição normal do peso de leitões (nascidos totais e vivos) de fêmeas com ou sem a suplementação de 1% de L-Arginina, assim como, para leitegadas maiores e menores do que 14 leitões. As médias foram calculadas através da função =MÉDIA, o desvio padrão foi calculado através da função =DESVPAD. Em uma distribuição normal, um, dois ou três desvios padrão sobre a média incluirá, respectivamente, 68,3; 95,45 e 99,73%, dos dados de peso de leitões. Dessa forma, para garantir 100% dos dados na distribuição normal adotou-se 3,01 desvios padrão da média em um gráfico de 100 pontos, onde foi calculado o incremento de cada ponto, que é definido como:

$$incremento = (\bar{x} + [3,01 \times desvio]) - (\bar{x} - [3,01 \times desvio])/100 - 1$$

onde:

$\bar{x}$  = média de peso dos leitões ao nascimento

*desvio* = desvio padrão da média de peso dos leitões ao nascimento

Posteriormente foi calculada a probabilidade de cada peso na distribuição normal através da função =DIST.NORM dentro do intervalo compreendido entre a média e 3,01 vezes o desvio padrão da média para mais e para menos, gerando dois eixos, sendo um com os pesos dos leitões (eixo horizontal) e outro com as probabilidades na distribuição normal (eixo vertical). Dessa forma, é possível gerar o gráfico na opção inserir gráfico de área, opção dispersão para o tratamento controle e para o tratamento com a suplementação com L-Arginina. Com a sobreposição das curvas de distribuição normal dos pesos de leitões oriundos de fêmeas que foram suplementadas ou não com 1% de L-Arginina na ração de gestação, pode-se determinar os pontos (pesos) de interseção destas curvas e, assim, calcular as probabilidades das áreas que representaram as diferenças entre as curvas, através da função =DIST.NORM, bem como, através das probabilidades encontradas nos pontos (pesos) de interseção, calcular os pesos equivalentes em cada curva através da função =INV.NORM.

### 3 Resultados e discussão

#### 3.1 Análises descritivas

Os valores descritivos dos leitões nascidos totais encontram-se, respectivamente na Tabela 10. O valor de simetria para a curva do peso de leitões nascidos totais apresentou ( $P>0,05$ ) distribuição simétrica negativa, exceto para leitegadas nascidas de fêmeas com a suplementação com L-Arginina que apresentaram ( $P<0,05$ ) distribuição assimétrica negativa. O valor de curtose para os pesos de leitões nascidos totais apresentaram curtose platicúrtica, exceto para leitegadas menores do que 14 leitões nascidos totais que apresentaram comportamento leptocúrtico.

Tabela 10 - Análises descritivas de peso dos leitões nascidos totais em função da suplementação com L-Arginina na ração de gestação de matrizes suínas.

Tratamento	N	Média (g)	Desvio (g)	CV <sup>1</sup>	Mediana (g)	Moda (g)	Simetria	Curtose
Nascidos totais								
Controle	1068	1379,63	352,69	25,56	1393	1360	-0,07	-0,03
Arginina	965	1404,07	323,89	23,07	1425	1530	-0,22*	-0,38
Nascidos totais, leitegadas maiores que 14 leitões								
Controle	436	1377,98	330,80	24,01	1390	1240	-0,18	-0,19
Arginina	408	1368,81	319,46	23,34	1385	1365	-0,20	-0,53
Nascidos totais, leitegadas menores que 14 leitões								
Controle	196	1386,25	395,43	28,53	1405	1300	-0,02	0,28
Arginina	149	1525,44	342,19	22,43	1545	1545	-0,48	0,29

<sup>1</sup> Coeficiente de variação. \* Teste Shapiro-Wilk menor que 5% de probabilidade.

Os valores descritivos dos leitões nascidos totais encontram-se, respectivamente na Tabela 11. O valor de simetria para a curva dos pesos de leitões nascidos vivos apresentou ( $P>0,05$ ) distribuição simétrica negativa, exceto para leitegadas nascidas de fêmeas com a suplementação com L-Arginina que apresentaram ( $P<0,05$ ) distribuição assimétrica negativa. Os leitões nascidos de fêmeas sem a suplementação com L-Arginina têm valores positivos de curtose, já para leitões nascidos de fêmeas suplementadas com L-Arginina têm valores negativos de curtose. As leitegadas nascidas com mais de 14 leitões, independente da

suplementação com L-Arginina, apresentam valores positivos de curtose, já para as leitegadas menores de 14 leitões apresentam valores de curtose negativos.

Tabela 11 - Análises descritivas de peso dos leitões nascidos vivos em função da suplementação com L-Arginina na ração de gestação de matrizes suínas.

Tratamento	N	Média (g)	Desvio (g)	CV <sup>1</sup>	Mediana (g)	Moda (g)	Simetria	Curtose
Nascidos vivos								
Controle	1006	1389,57	342,30	24,63	1405	1360	-0,10	0,08
Arginina	903	1413,58	316,51	22,39	1430	1530	-0,22*	-0,37
Nascidos vivos, leitegadas maiores que 14 leitões								
Controle	748	1381,59	333,01	24,10	1393	1360	-0,10	-0,11
Arginina	666	1384,37	310,33	22,42	1400	1530	-0,19	-0,53
Nascidos vivos, leitegadas menores que 14 leitões								
Controle	290	1408,72	358,53	25,45	1443	1600	-0,15	0,50
Arginina	286	1455,16	323,51	22,23	1470	1545	-0,30	0,18

<sup>1</sup>Coeficiente de variação. \*Teste Shapiro-Wilk menor que 5% de probabilidade.

Diferentes trabalhos informam o peso ao nascimento de várias formas: leitões nascidos vivos, ou apenas nascidos totais ou ambos, e há alguns casos onde esses parâmetros não são informados. Essa descrição é importante e deve ser discriminada, pois, podem ser observados efeitos nutricionais apenas em uma dessas categorias, como observado por Gonçalves et al. (2016), os quais observaram efeito apenas sobre os nascidos vivos quando utilizaram diferentes níveis de energia para fêmeas gestantes.

A simetria da distribuição do peso das leitegadas foi analisada por Milliganet al. (2002) os quais observaram valores negativos para a maioria das leitegadas, assim como nos resultados encontrados no presente trabalho. Com base nessas informações, pode-se inferir que a maioria dos leitões nascidos (totais ou vivos) está abaixo da média de peso de sua leitegada, independente da suplementação com L-Arginina ou do tamanho da leitegada. Le Dividich (1999) relatou intervalos de coeficiente de variação ao nascimento dentro da leitegada entre 18 e 25%, semelhantes aos resultados deste trabalho, porém, foram observados valores maiores que 25%. Este fato pode ser explicado em virtude do número de leitões nascidos, quando comparados pelo autor citado anteriormente, quando a 20 anos atrás nasciam menos leitões por parto. De maneira geral, com os valores de curtose pode-se inferir

que a suplementação com L-Arginina causa um achatamento na curva de distribuição de peso dos leitões ao nascimento.

### 3.2 Correlação

Existe ( $P < 0,05$ ) correlação positiva entre o número de leitões natimortos e as variáveis, ordem de parto, tamanho da leitegada e desvio padrão da média de leitões nascidos totais. Este parâmetro é importante para diferenciar resultados referentes aos leitões nascidos totais e vivos. Há ( $P < 0,05$ ) correlação positiva entre o coeficiente de variação e o desvio padrão de peso de leitões nascidos totais e correlação negativa do coeficiente de variação com peso médio dos leitões. Encontrou-se ( $P < 0,05$ ) correlação positiva entre o desvio padrão da média de leitões nascidos totais com o peso médio dos leitões. Houve ( $P < 0,05$ ) correlação negativa do peso médio dos leitões e tamanho da leitegada (TABELA 12).

Tabela 12 - Coeficientes de correlação de Pearson e valor de  $P$  entre as variáveis produtivas de leitegadas oriundas de leitões nascidos totais.

Variáveis	Ordem de parto	Tamanho da leitegada	Peso médio dos leitões	Desvio padrão	Coeficiente de variação	Leitões natimortos
Ordem de parto	1,00	-0,02	-0,11	0,05	0,13	0,26
Tamanho da leitegada		0,778	0,198	0,592	0,148	0,003
Peso médio dos leitões	-0,02	1,00	-0,25	0,06	0,16	0,17
Desvio padrão			0,004	0,516	0,059	0,044
Coeficiente de variação	-0,11	-0,25	1,00	0,24	-0,50	0,06
Leitões natimortos				0,005	<0,001	0,502
	0,05	0,06	0,24	1,00	0,64	0,19
					<0,001	0,033
	0,13	0,16	-0,50	0,64	1,00	0,10
						0,244
	0,26	0,17	0,06	0,19	0,10	1,00

Observou ( $P < 0,05$ ) correlação positiva do coeficiente de variação com o tamanho da leitegada e desvio padrão e correlação negativa do coeficiente de variação com o peso médio dos leitões. Verificou ( $P < 0,05$ ) correlação negativa do peso médio dos leitões com o tamanho

da leitegada. Houve uma tendência ( $P=0,065$ ) de correlação do desvio padrão da média com o tamanho da leitegada (TABELA 13).

Tabela 13 - Coeficientes de correlação de Pearson e valor de  $P$  entre as variáveis produtivas de leitegadas oriundas de leitões nascidos vivos.

Variáveis	Ordem de parto	Tamanho da leitegada	Peso médio dos leitões	Desvio padrão	Coeficiente de variação
Ordem de parto	1,00	-0,11	-0,04	0,03	0,04
Tamanho da leitegada		1,00	0,188	0,749	0,650
Peso médio dos leitões			1,00	0,065	0,007
Desvio padrão				1,00	0,02
Coeficiente de variação					0,820
					0,91
					<0,001
					0,91
					1,00

A ordem de parto tem efeito sobre a variabilidade de peso dos leitões nascidos, como observado também por Chimonyo et al. (2006). Em seu trabalho, Zindove et al. (2014) encontraram uma menor variação de peso dos leitões nascidos de matrizes primíparas. Segundo Milligan et al. (2002), a ordem de parto tem correlação positiva com o número de nascidos totais e vivos, porcentagem de natimortos, peso médio da leitegada e coeficiente de variação destas variáveis. Estes resultados diferem dos resultados encontrados, exceto para a correlação entre ordem de parto e o número de leitões natimorto, provavelmente devido à análise no presente estudo possuir fêmeas com intervalo de ordem de parto entre a primeira e a sétima, diferindo do autor citado, quando agrupou ordens de parto, diferentemente deste estudo.

Em consonância com os resultados encontrados, Quiniou et al. (2002), Quesnel et al. (2008) e Zindove et al. (2014) também observaram uma correlação positiva entre o número de leitões nascidos e o coeficiente de variação da leitegada ao nascimento. Isto pode ser explicado pela competição por espaço (nutrientes) entre os fetos causando variação de peso ao nascimento.

O número de leitões natimortos tem correlação com o coeficiente de variação segundo Quesnel et al. (2008), que por sua vez está relacionada com o tamanho da leitegada. No presente estudo não houve correlação com o coeficiente de variação. Porém, houve correlação com o desvio padrão da média que também é considerado uma medida de variabilidade do peso. Correlacionando tamanho da leitegada e número de leitões natimortos, Fraser et al. (1997) também encontraram correlação significativa. Canario et al. (2006) encontraram valores de correlação, para estes mesmos parâmetros, no intervalo entre 0,14 e 0,21, estando de acordo com os resultados encontrados no presente trabalho que foi de 0,17. Existe uma correlação negativa entre o tamanho da leitegada e o peso médio dos leitões ao nascimento (QUINIOU et al., 2002; DEVILLERS et al., 2007; WOLF et al., 2008), que também foi encontrado tanto para leitegadas de leitões nascidos totais e vivos no presente estudo.

### **3.3 Desempenho produtivo**

Não foi verificado interação ( $P > 0,05$ ) da suplementação com L-Arginina com o período de fornecimento para o tamanho da leitegada, de leitões nascidos totais e vivos (TABELAS 14 e 15). A suplementação com L-Arginina não influenciou ( $P > 0,05$ ) o tamanho da leitegada, de leitões nascidos totais e vivos. O período com ou sem a suplementação com L-Arginina dos 22 aos 55 dias de gestação reduziu ( $P < 0,05$ ) em 22,19% o número de leitões nascidos totais em relação à suplementação dos 80 dias de gestação ao parto. O fornecimento de L-Arginina nos períodos de 30 a 60 dias de gestação e 80 dias ao parto, assim como, dos 22 aos 55 dias de gestação reduziram ( $P < 0,05$ ) o número de leitões nascidos vivos.

Observou-se interação ( $P < 0,05$ ) da suplementação com L-Arginina com o período de fornecimento deste aminoácido sobre o peso médio dos leitões nascidos totais. A suplementação com L-Arginina no período de 22 aos 55 dias de gestação aumenta ( $P < 0,05$ ) o peso médio da leitegada, quando comparado ao tratamento controle no período de suplementação de 30 a 60 dias de gestação e com a suplementação com L-Arginina iniciando aos 80 dias de gestação ao parto. Não houve interação ( $P > 0,05$ ) da suplementação com L-Arginina com os períodos de fornecimento, bem como quando estes fatores foram analisados isoladamente, para os leitões nascidos vivos (TABELAS 14 e 15).

Foi constatada interação ( $P < 0,05$ ) entre os fatores para o desvio padrão do peso médio da leitegada de nascidos totais, porém, não houve ( $P > 0,05$ ) para nascidos vivos, assim como, quando estes fatores foram analisados isoladamente. A suplementação com L-Arginina reduziu o desvio padrão em 73,3 gramas (23,14%) em relação ao tratamento controle, quando

suplementada dos 80 dias de gestação até o parto para leitegadas de leitões nascidos totais (TABELAS 14 e 15). Não foi observada interação ( $P>0,05$ ) da suplementação com L-Arginina e o período de fornecimento deste aminoácido sobre o coeficiente de variação das leitegadas, oriundos de leitões nascidos totais e vivos, assim como dos mesmos fatores analisados de forma isolada.

Tabela 14 - Tamanho da leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão e coeficiente de variação de leitegadas (nascidos totais) ao nascimento, oriundas de matrizes suínas suplementadas ou não com L-Arginina em diferentes períodos.

	Fornecimento de 1% de L-Arginina			Média	CV (%)	P Arg	P Período	P interação
	01	02	03					
Tamanho da leitegada (N)								
Controle	13,68	15,48	16,74	15,48				
Arginina	13,84	14,55	16,44	15,08	21,44	0,557	<0,001	0,784
Média	13,76 <sup>B</sup>	15,05 <sup>AB</sup>	16,60 <sup>A</sup>	15,29				
Peso médio da leitegada (g)								
Controle	1389,83 <sup>ab</sup>	1339,86 <sup>b</sup>	1419,41 <sup>ab</sup>	1383,03				
Arginina	1469,95 <sup>a</sup>	1433,84 <sup>ab</sup>	1309,48 <sup>b</sup>	1404,43	15,70	0,262	0,445	0,047
Média	1429,89	1386,85	1364,45					
Desvio padrão médio da leitegada (g)								
Controle	285,55 <sup>ab</sup>	287,19 <sup>ab</sup>	316,71 <sup>a</sup>	296,48				
Arginina	302,06 <sup>ab</sup>	290,25 <sup>ab</sup>	243,41 <sup>b</sup>	278,57	29,25	0,215	0,723	0,019
Média	293,80	288,72	280,06					
Coeficiente de variação da leitegada (%)								
Controle	21,22	21,75	22,36	21,78				
Arginina	20,64	20,68	20,33	20,55	32,95	0,324	0,962	0,883
Média	20,93	21,21	21,35					

Médias com letras maiúsculas diferente entre si na coluna, pelo teste Tukey (5%). Médias com letras minúsculas diferente entre si na interação de linhas e colunas, pelo teste Tukey (5%). Período 1: suplementação de 1% de L-Arginina dos 22 aos 55 dias de gestação; Período 2: suplementação de 1% de L-Arginina dos 30 aos 60 e 80 dias de gestação ao parto; Período 3: suplementação de 1% de L-Arginina dos 80 dias de gestação ao parto.

Tabela 15 - Tamanho da leitegada, peso médio dos leitões, desvio padrão e coeficiente de variação de leitegadas (nascidos vivos) ao nascimento, oriundas de matrizes suínas suplementadas ou não com L-Arginina em diferentes períodos.

	Fornecimento de 1% de L-Arginina			Média	CV (%)	PArg	PPeríodo	P interação
	Período 01	Período 02	Período 03					
Tamanho da leitegada (n)								
Controle	13,37	14,13	15,81	14,44				
Arginina	13,32	13,05	15,56	13,98	22,85	0,483	0,001	0,756
Média	13,34 <sup>B</sup>	13,59 <sup>B</sup>	15,69 <sup>A</sup>					
Peso médio da leitegada (g)								
Controle	1397,23	1362,66	1423,92	1394,60				
Arginina	1471,03	1472,14	1373,23	1438,80	12,88	0,164	0,650	0,079
Média	1434,13	1417,40	1398,57					
Desvio padrão médio da leitegada (g)								
Controle	283,85 <sup>ab</sup>	275,01 <sup>ab</sup>	302,18 <sup>a</sup>	287,01				
Arginina	300,87 <sup>ab</sup>	265,20 <sup>ab</sup>	246,19 <sup>b</sup>	270,75	29,50	0,279	0,503	0,0518
Média	292,36	270,11	274,19					
Coeficiente de variação da leitegada (%)								
Controle	20,99	20,41	21,44	20,94				
Arginina	20,55	18,43	18,17	19,05	31,77	0,117	0,611	0,280
Média	20,77	19,42	19,81					

Médias com letras maiúsculas diferente entre si na coluna, pelo teste Tukey (5%). Médias com letras minúsculas diferente entre si na interação de linhas e colunas, pelo teste Tukey (5%). Período 1: suplementação de 1% de L-Arginina dos 22 aos 55 dias de gestação; Período 2: suplementação de 1% de L-Arginina dos 30 aos 60 e 80 dias de gestação ao parto; Período 3: suplementação de 1% de L-Arginina dos 80 dias de gestação ao parto.

Existe apenas um relato em que outros autores observaram menor tamanho da leitegada com a suplementação com L-Arginina (LI et al., 2010). Porém, a suplementação ocorreu do 0 ao 25º dia de gestação, diferente dos períodos observados no presente estudo. Quando as fêmeas são suplementadas com L-Arginina dos 14 aos 28 dias de gestação ocorre melhora na sobrevivência embrionária aumentando, assim, o número de leitões nascidos (RAMAEKERS et al., 2006; HAZELEGER et al., 2007; BÉRARD e BEE, 2010). Em outro estudo, foi observado que a mortalidade embrionária é baixa no terço final da gestação (TOWN et al., 2005). Dessa forma, a influência da suplementação com L-Arginina nesse período é pouco provável sobre o tamanho da leitegada (QUESNEL et al., 2014), no período de suplementação dos 80 dias de gestação ao parto. Outro fato importante é que todos os

períodos observados no estudo são compostos por grupo de fêmeas que foram suplementados com L-arginina e outro grupo que não foi realizada a suplementação. Com base nessas observações, o efeito prático do período de fornecimento do aminoácido será discutido apenas quando este tiver interação significativa com a suplementação com L-Arginina. Dessa forma, a suplementação com L-Arginina não influenciou o tamanho da leitegada.

A suplementação com L-Arginina dos 22 aos 55 dias de gestação aumentou o peso dos leitões nascidos totais quando comparado com o tratamento controle sem a suplementação com L-Arginina dos 80 dias de gestação ao parto e com a suplementação com L-Arginina dos 30 aos 60 dias de gestação e 80 dias de gestação ao parto, que estão atrelados a um menor número de leitões no período de suplementação dos 22 aos 55 dias de gestação. Dallanora et al. (2017) observaram uma redução na variabilidade de peso em leitegadas menores do que 14 leitões, o que pode justificar o maior peso. Porém, não aumentou o peso de leitões nascidos vivos, o que está de acordo com os resultados de outros autores (GAO et al., 2012; CHE et al., 2013; GARBOSSA et al., 2015), independentemente do período de fornecimento do aminoácido.

No período dos 80 dias de gestação ao parto suplementando com L-Arginina, houve redução do desvio padrão do peso dos leitões nascidos totais e tendência para nascidos vivos, que não foi acompanhando pela redução do coeficiente de variação. Por outro lado, Quesnel et al. (2014), observaram redução no coeficiente de variação com L-Arginina. A placenta é o órgão responsável por transportar nutrientes, gases respiratórios e produtos do metabolismo entre as circulações materno e fetal. O desenvolvimento placentário, bem como o desenvolvimento vascular, é essencial para o crescimento e desenvolvimento fetais (REYNOLDS et al., 2005). Vários autores observaram que, à medida que o óxido nítrico aumenta no ambiente uterino, o suprimento de nutrientes e oxigênio para os fetos também aumenta, melhorando a capacidade uterina, podendo nutrir de forma adequada um maior número de fetos (GUOYAO e MORRIS, 1998; WU et al., 2004, LIU et al., 2012). Assim a, suplementação com L-Arginina melhora a eficiência placentária e o desenvolvimento fetal (QUESNEL et al., 2014). O período mais adequado para suplementação seria no terço final da gestação devido a um maior crescimento fetal, onde ocorre uma maior variação de peso nesse período que é o período de crescimento exponencial fetal (MC PHERSON et al., 2004; JI et al., 2005).

No presente trabalho não foram observadas diferenças no coeficiente de variação com a suplementação com L-Arginina, assim como, nos resultados encontrado por Gao et al. (2012), Che et al. (2013) e Dallanora et al. (2017) que tiveram tamanho de leitegada com

menos leitões, porém, resultados diferentes quando observados fêmeas com maior número de leitões (QUESNEL et al., 2014).

### 3.4 Estratificação do peso de leitões ao nascimento

A suplementação da ração de fêmeas suínas em gestação com L-Arginina de reduziu ( $P < 0,05$ ) a porcentagem de leitões nascidos totais e vivos menores do que 800 gramas, respectivamente, em 2,26 e 2,05 pontos percentuais e aumentou ( $P < 0,05$ ) a porcentagem de leitões nascidos totais e vivos, respectivamente, entre 1601 e 1800 gramas em 5,89 e 6,08 pontos percentuais (FIGURAS 1 e 2).

A suplementação com L-Arginina não influenciou ( $P > 0,05$ ) as classes de peso de leitões nascidos totais e vivos oriundos de leitegadas maiores do que 14 leitões (FIGURAS 3 e 4).

A suplementação com L-Arginina aumentou ( $P < 0,05$ ) em 16,05 e 12,33 pontos percentuais a porcentagem de leitões, de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos entre 1601 e 1800 gramas, respectivamente para leitegadas de leitões nascidos totais e de nascidos vivos. Houve uma tendência ( $P = 0,083$ ) na redução da proporção de leitões nascidos totais com peso entre 1001 e 1200 gramas com a suplementação do aminoácido de 9,82 pontos percentuais, assim como para leitegadas de leitões nascidos vivos ( $P = 0,05$ ) nesta mesma classe para nascidos vivos em 8,05 pontos percentuais (FIGURAS 5 e 6).

O tamanho da leitegada tem correlação negativa com desvio padrão e coeficiente de variação do peso de leitões ao nascimento (LE DIVIDICH, 1999; MILLIGAN et al., 2002; QUINIOU et al., 2002), que pode influenciar a proporção de leitões em cada classe de peso no presente estudo. QUESNEL et al. (2008) observaram que o aumento de 10 para 15 leitões nascidos é acompanhado de um aumento na porcentagem de leitões com 1 kg, girando em torno de em 15%. Os valores mínimos e máximos observados na dieta sem a suplementação de L-Arginina foram respectivamente, de 12,89% e 15,83%, concordando com os resultados encontrados pelo autor citado anteriormente. Porém, a suplementação com L-Arginina reduziu a proporção de leitões com menos de 800 gramas para nascidos totais e vivos, bem como aumentou a proporção de leitões nascidos totais e vivos com peso entre 1601 e 1800 gramas.

Figura 1 – Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).

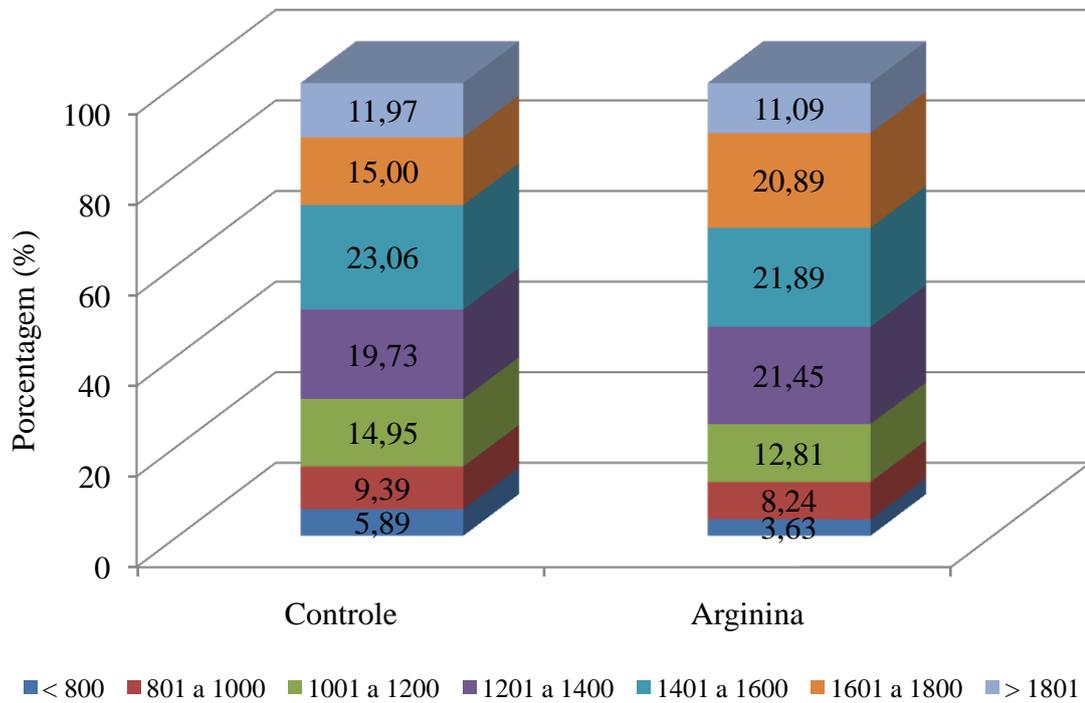


Figura 2 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).

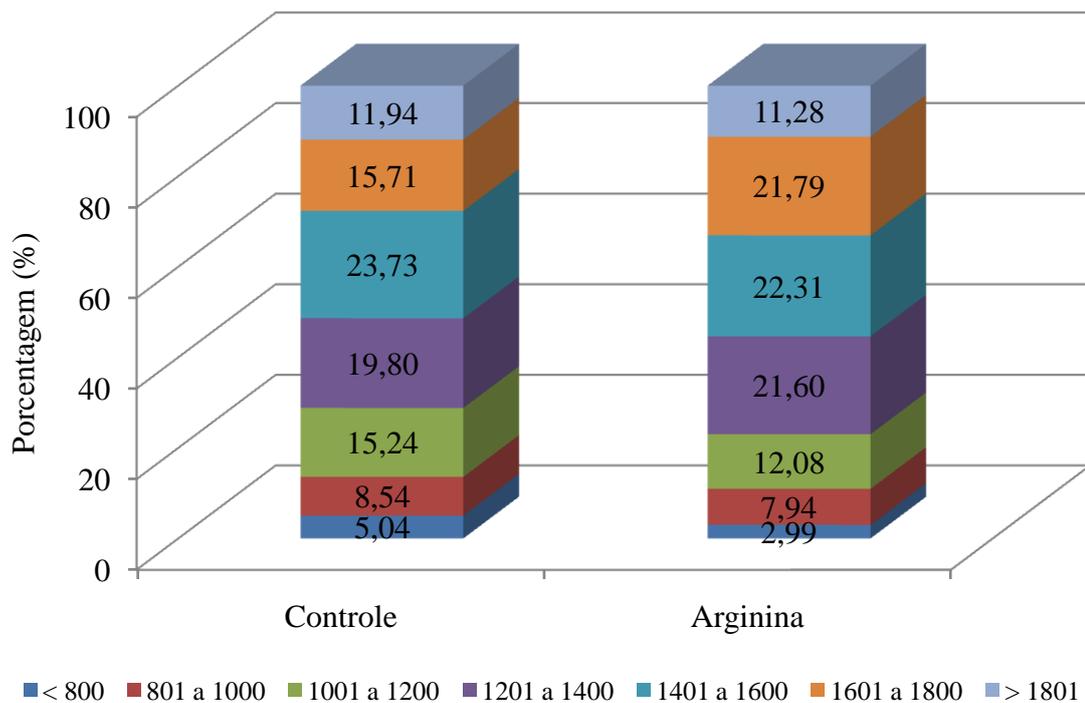


Figura 3 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 52 leitegadas; arginina: 49 leitegadas).

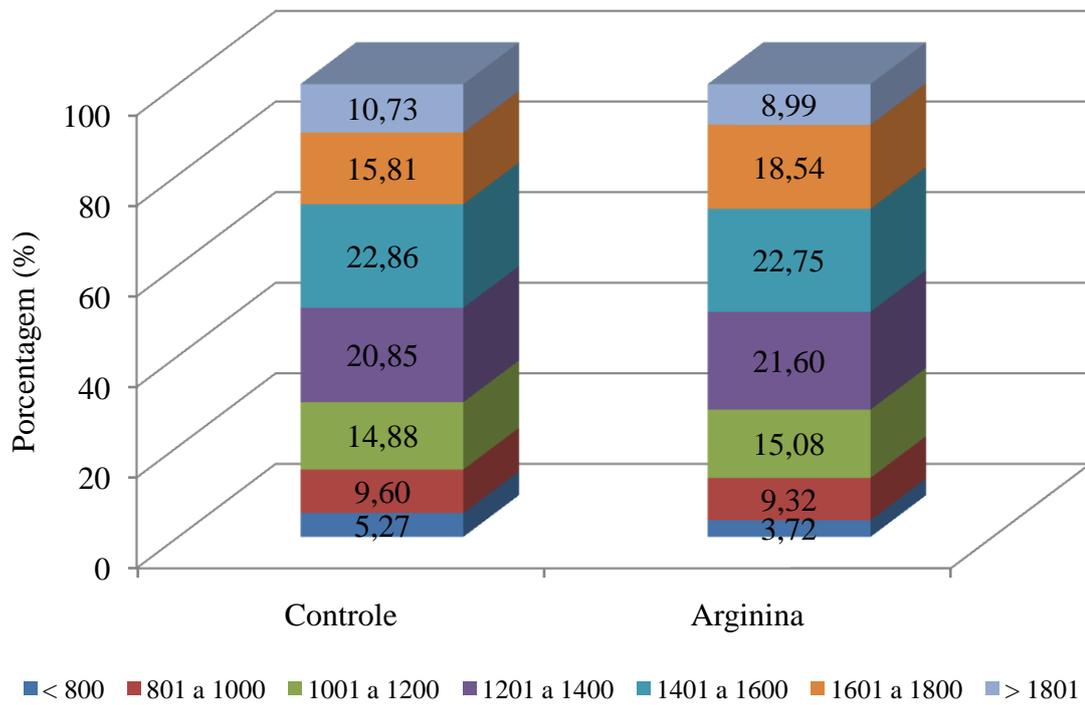


Figura 4 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 46 leitegadas; arginina: 41 leitegadas).

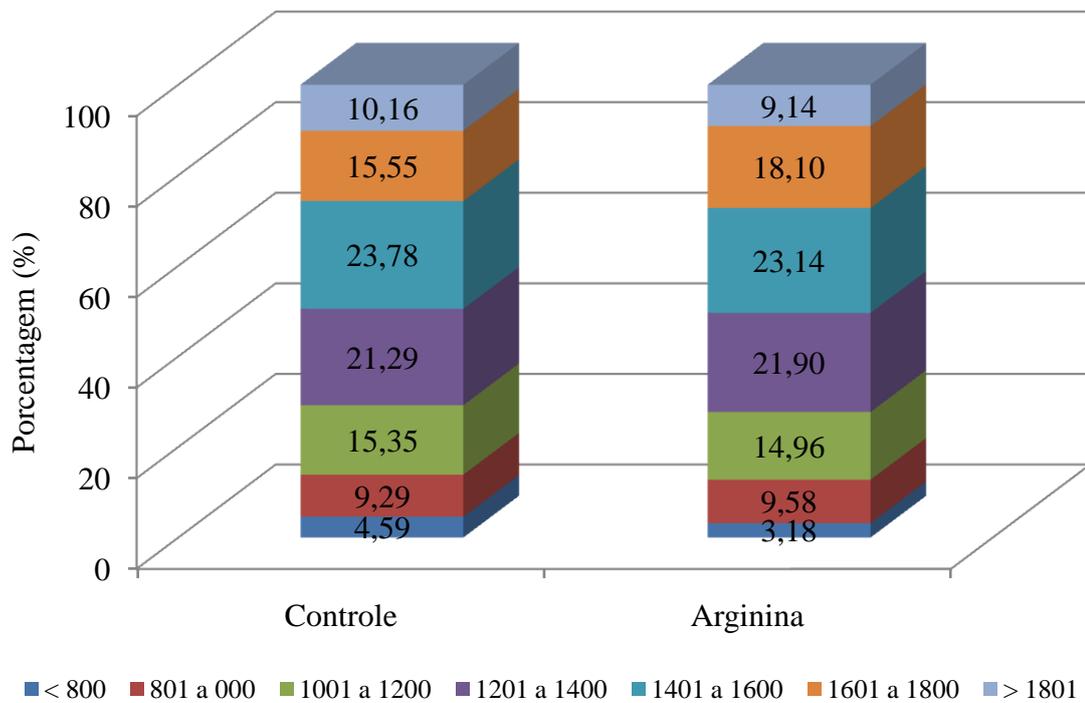


Figura 5 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 17 leitegadas; arginina: 15 leitegadas).

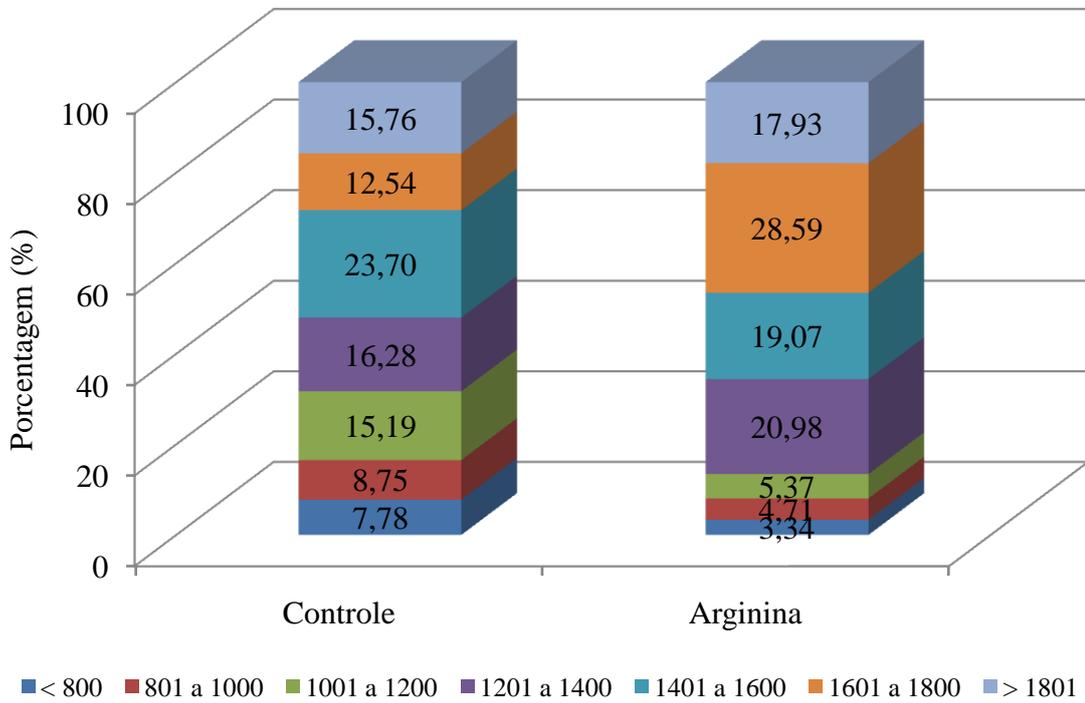
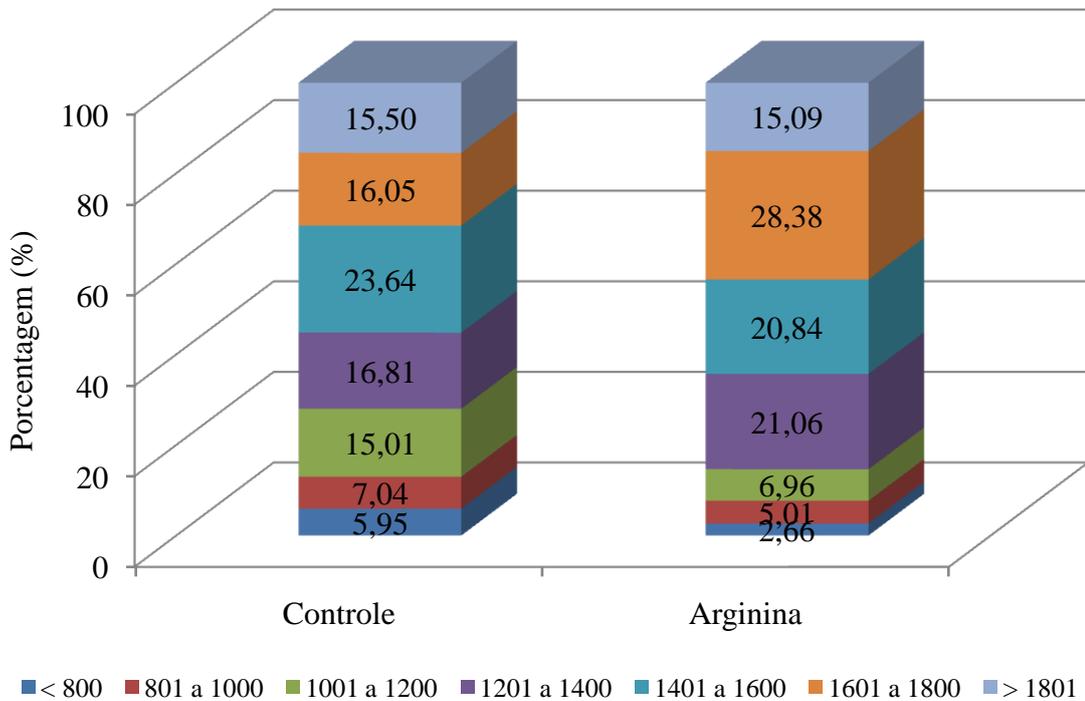


Figura 6 - Estratificação, em porcentagem, do peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 23 leitegadas; arginina: 23 leitegadas).



A suplementação com L-Arginina influenciou leitegadas com menos de 14 leitões reduzindo o número de leitões (nascidos totais e vivos) com menos de 800 gramas e aumentando a proporção de leitões com peso entre 1601 e 1800 (nascidos vivos). As fêmeas com alta prolificidade suplementadas com L-Arginina não foram influenciadas nas classes de pesos avaliadas, de acordo com Dalanora et al. (2017), que observaram uma redução da população de leitões com menos de 850 e 1000 gramas em porcas de baixa prolificidade e Garbossa et al. (2015), que observaram um aumento na proporção de leitões com mais de 1600 gramas quando forneceram arginina e ractopamina para fêmeas suínas dos 22 a 55 dias de gestação. As leitegadas com alta variação de peso contêm leitões mais pesados, que tendem a ter também um maior risco de morte durante o parto. Assim, se existe relação entre a uniformidade e a duração do parto este fato deve ser investigado (CANARIO et al., 2006). Porém, se a assistência ao parto ocorre de forma adequada, leitões com peso acima de 1400 gramas têm 90% de chances de sobrevivência (QUINIOU et al., 2002).

### **3.5 Distribuição normal das probabilidades de peso dos leitões ao nascimento**

A suplementação com L-Arginina para fêmeas em gestação reduziu em 4,12 e 4,00 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de nascerem leitões nascidos totais com peso inferior a 1180 gramas (controle 28,57% vs 24,45% arginina) e nascidos vivos com peso inferior a 1196gramas(controle 28,59% vs 24,59% arginina). Assim como, aumentou em 4,83e 4,56 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de leitões nascidos totais entre 1180 e 1893 gramas (controle 64,16% vs 68,99% arginina) e nascidos vivos entre 1196 e 1888 gramas (controle 64,15% vs 68,71% arginina). A suplementação com L-Arginina reduziu em 0,72e 0,58 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de leitões nascidos totais com superior a 1893 gramas (controle 7,28% vs 6,56% arginina) e nascidos vivos com peso superior 1888 gramas (controle 7,27% vs 6,69% arginina). Houve melhora de 8,23e 7,98pontos percentuais, respectivamente, no peso de leitões nascidos totais e vivos oriundos de fêmeas suplementadas com L-Arginina (FIGURAS 7 e 8).

Figura 7 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).

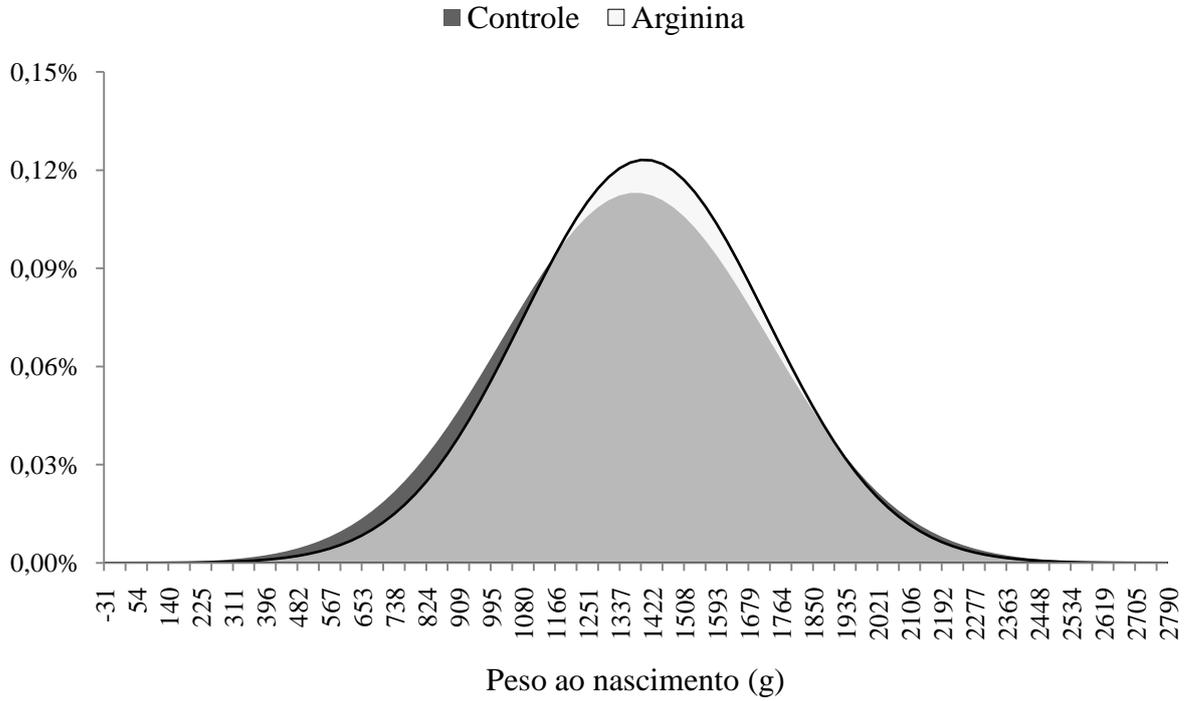
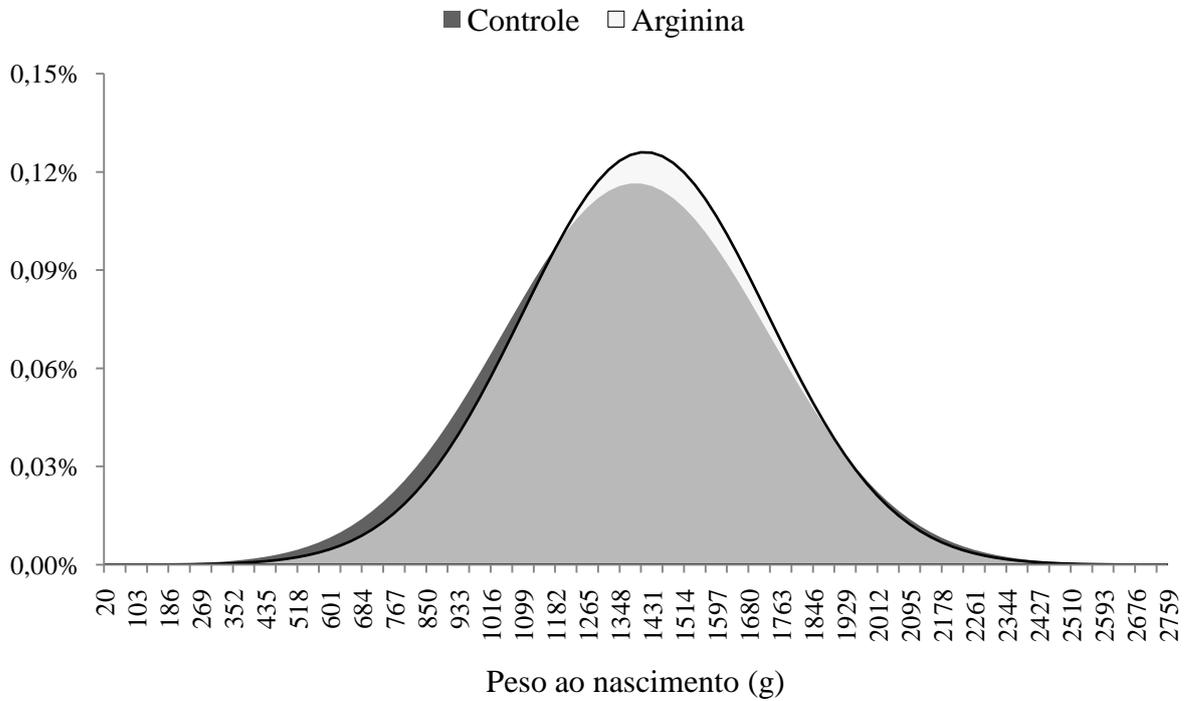


Figura 8 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos (controle: 69 leitegadas; arginina: 64 leitegadas).



Com a probabilidade encontrada no tratamento controle dos leitões nascidos totais (28,57%) e leitões nascidos vivos (28,59%), respectivamente, com peso inferior a 1180 e

1196 gramas, foram estimados os pesos equivalentes nas duas curvas nessas mesmas probabilidades, sendo para leitões nascidos totais de 1180,02 (controle) e 1220,75 gramas (L-Arginina) e leitões nascidos vivos de 1196,03 (controle) e 1234,62 gramas (L-Arginina). Com base nesses resultados, houve um ganho para leitões nascidos totais e vivos, de modo respectivo em 40,73 e 38,59 gramas.

As chances de leitões nascidos totais entre 1180 e 1893 gramas é de 64,16% (controle) e 68,99% (L-Arginina), e leitões nascidos vivos entre 1196 e 1888 gramas é de 64,15% (controle) e 68,71% (L-Arginina). Os pesos equivalentes de leitões nesses intervalos para leitões nascidos totais com 1507,57 (controle) e 1564,58 (L-Arginina) gramas e de leitões nascidos vivos com 1513,65 (controle) e 1567,92 (L-Arginina). Observou-se melhora para nascidos totais e vivos, respectivamente de 57,01 e 54,27 gramas nesses intervalos.

A partir das probabilidades observadas no tratamento controle para nascidos totais (7,28%) e nascidos vivos (7,27%), foram estimados os pesos equivalentes dos leitões nas duas curvas, sendo para leitões nascidos totais de 1892,88 (controle) e 1875,41 (L-Arginina) e de leitões nascidos vivos 1887,95 (controle) e 1874,41 (L-Arginina). A suplementação com L-Arginina reduziu em 17,47 e 13,54 gramas, respectivamente, para leitões nascidos totais e vivos. Dessa forma, a suplementação com L-Arginina melhora em 80,27 e 79,32 gramas, respectivamente, o peso dos leitões nascidos totais e vivos.

A suplementação com L-Arginina reduziu em 2,16 e 1,91 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de nascerem leitões nascidos totais, de leitegadas maiores de 14leitões, com peso inferior a 1087 gramas (controle 19,77% vs 17,51% arginina) e nascidos vivos com peso inferior a 1099 gramas (controle 19,80% vs 17,89% arginina). E, aumentou em 3,98 e 3,42 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores de 14leitões, entre 1087 e 1738 gramas (controle 65,55% vs 69,53% arginina) e nascidos vivos entre 1099 e 1732 gramas (controle 65,56% vs 68,98% arginina). A suplementação com L-Arginina reduziu em 2,02 e 1,50 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores de 14leitões, com peso superior a 1738 gramas (controle 14,98% vs 12,96% arginina) e nascidos vivos com peso superior a 1732 gramas (controle 14,63% vs 13,13% arginina). Houve melhora de 4,12 e 3,83 pontos percentuais, respectivamente, no peso de leitões nascidos totais e vivos de fêmeas suplementadas com L-Arginina de leitegadas maiores de 14leitões (FIGURAS 9 e 10).

Figura 9 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 52 leitegadas; arginina: 49 leitegadas).

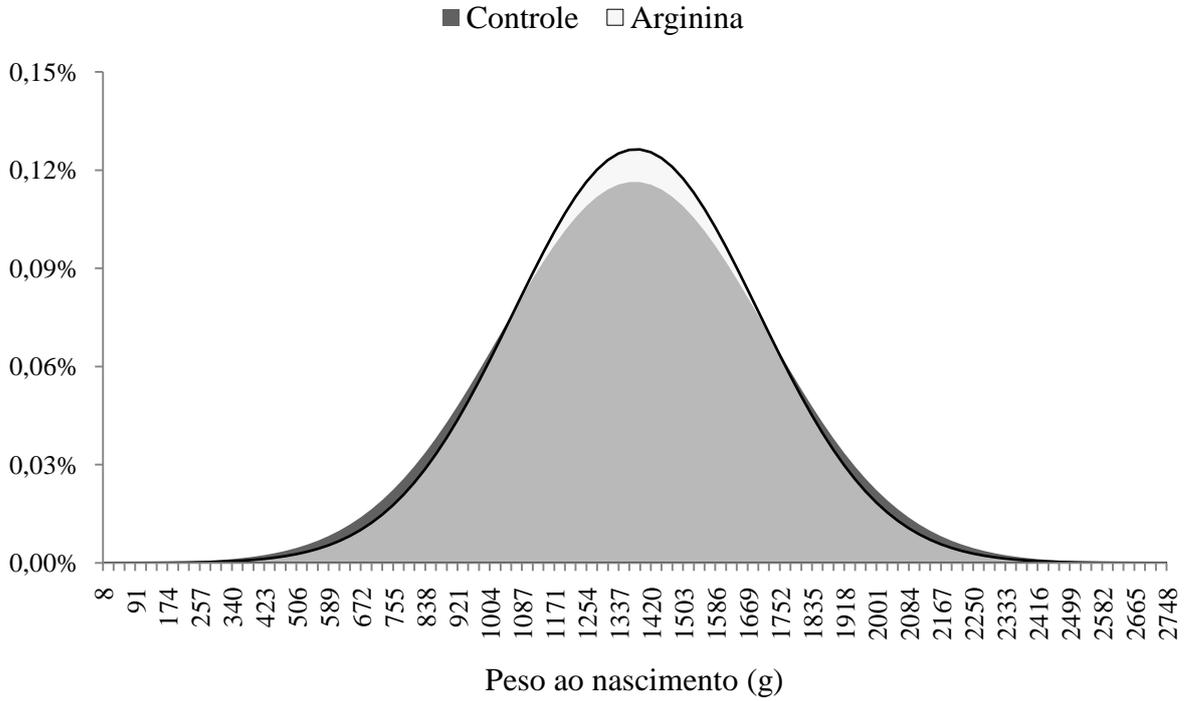
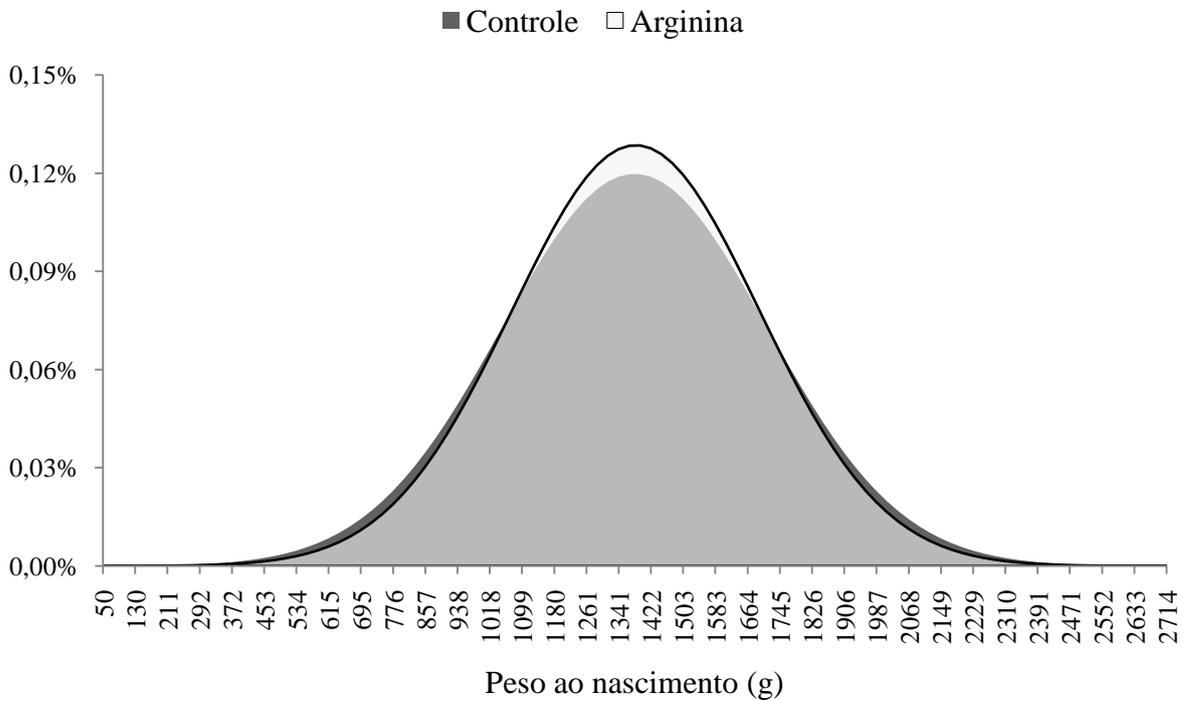


Figura 10 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas maiores do que 14 leitões (controle: 46 leitegadas; arginina: 41 leitegadas).



Com a probabilidade encontrada no tratamento controle de leitegadas maiores do que 14 leitões, nascidos totais (19,77%) e leitões nascidos vivos (19,80%), respectivamente, com peso inferior a 1087e 1099 gramas, foram estimados os pesos equivalentes nas duas curvas nessas mesmas probabilidades, sendo para leitões nascidos totais de 1087,00 (controle) e 1113,65 gramas (L-Arginina) e leitões nascidos vivos de 1098,94 (controle) e 1120,27 gramas (L-Arginina). Com base nesses resultados, houve um ganho para leitões nascidos totais e vivos, de modo respectivo em 26,65e 21,33 gramas.

As chances de leitões, de leitegadas maiores do que 14 leitões, nascidos totais entre 1087 e 1738 gramas é de 64,15% (controle) e 68,71% (L-Arginina), e leitões nascidos vivos entre 1099 e 1732 gramas é de 65,56% (controle) e 68,98% (L-Arginina). Os pesos equivalentes de leitões, de leitegadas maiores do que 14 leitões, nesses intervalos para leitões nascidos totais com 1515,25 (controle) e 1543,18 (L-Arginina) gramas e de leitões nascidos vivos com 1514,96 (controle) e 1538,07 (L-Arginina). Observou-se melhora para nascidos totais e vivos, respectivamente de 27,93e 23,11 gramas nesses intervalos.

Com as probabilidades observadas no tratamento controle para nascidos totais (14,68%) e nascidos vivos (14,63%) foram estimados os pesos equivalentes dos leitões, de leitegadas maiores do que 14 leitões, nas duas curvas, sendo para leitões nascidos totais de 1737,94 (controle) e 1738,05 (L-Arginina) e de leitões nascidos vivos 1732,06 (controle) e 1710,98 (L-Arginina) A suplementação com L-Arginina aumentou em 0,11 gramas para os nascidos totais e reduziu em 21,08 gramas, respectivamente, para leitões, de leitegadas maiores do que 14 leitões, nascidos totais e vivos. Dessa forma, a suplementação com L-Arginina melhora em 54,47 e 23,36 gramas, respectivamente, o peso dos leitões nascidos totais e vivos.

A suplementação com L-Arginina para fêmeas em gestação reduziu em 15,77 e 10,91 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de nascerem leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14leitões, com peso inferior a 1334 gramas (controle 44,74% vs 28,97% arginina) e nascidos vivos com peso inferior a 1309gramas(controle 38,89% vs 27,98% arginina). Assim como, aumentou em 15,95 pontos percentuais a probabilidade de leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14leitões, com peso superior a 1334 gramas. Como também, aumentou em 11,14 pontos percentuais, respectivamente, a probabilidade de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14leitões, entre 1309 e 2215 gramas (controle 59,65% vs 70,79% arginina). A suplementação com L-Arginina reduziu em 1,38 pontos percentuais, a probabilidade de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14leitões, com superior a 2215 gramas (controle 7,87% vs 6,49% arginina).

Houve uma melhora de 31,72 e 20,67 pontos percentuais, respectivamente, no peso de leitões nascidos totais e vivos oriundos de fêmeas suplementadas com L-Arginina de leitegadas menores do que 14 leitões (FIGURAS 11 e 12).

Figura 11 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos totais, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 17; arginina: 15).

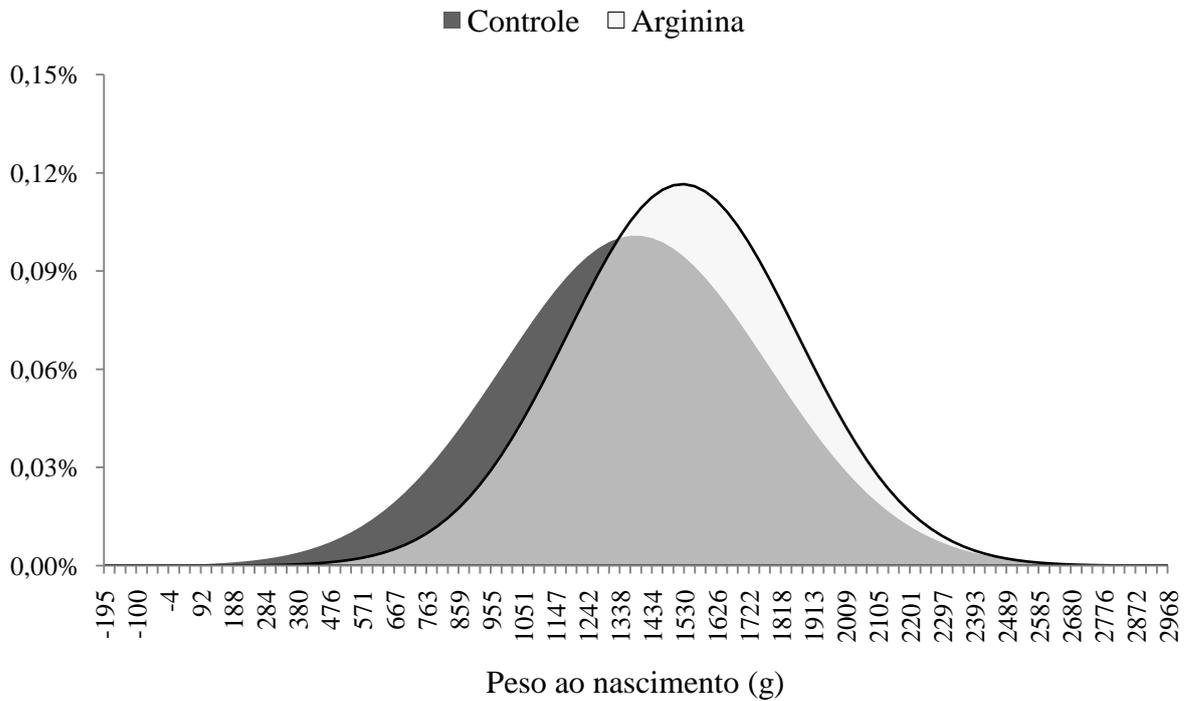
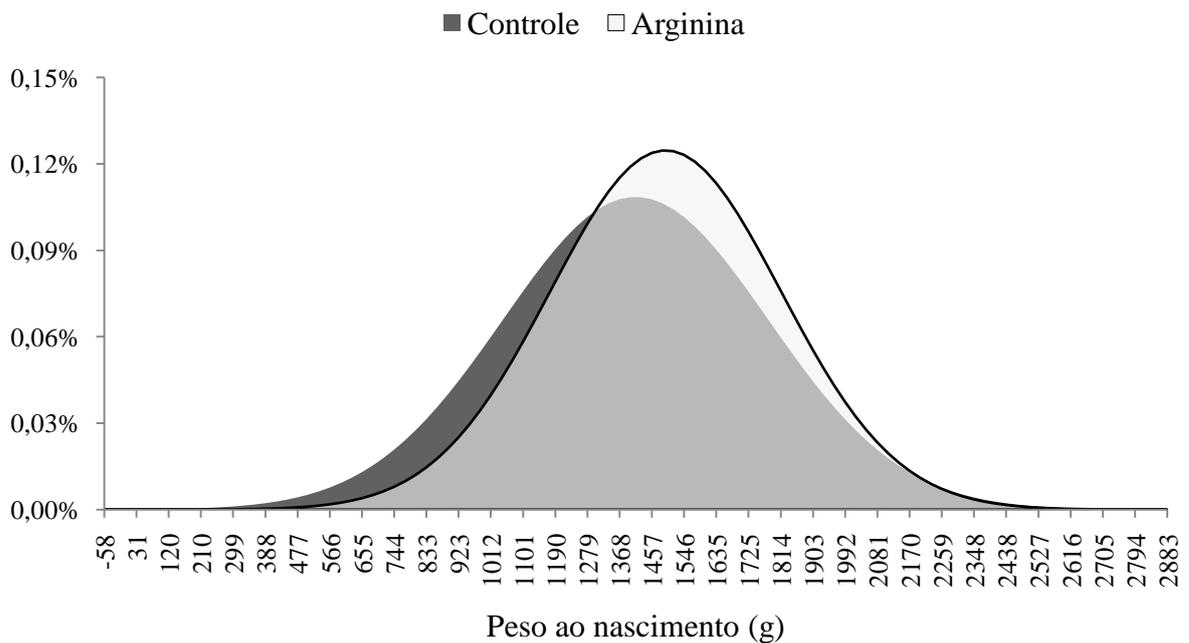


Figura 12 - Distribuição das probabilidades de peso de leitões nascidos vivos, de leitegadas menores do que 14 leitões (controle: 23 leitegadas; arginina: 23 leitegadas).



Com as probabilidades observadas no tratamento controle de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos totais (44,74%) e leitões nascidos vivos (38,89%), respectivamente, com peso inferior a 1334 e 1309 gramas, foram estimados os pesos equivalentes nas duas curvas nessas mesmas probabilidades, sendo para leitões nascidos totais de 1333,96 (controle) e 1480,19 gramas (L-Arginina) e leitões nascidos vivos de 1308,95 (controle) e 1405,38 gramas (L-Arginina). Com base nesses resultados, houve um ganho para leitões nascidos totais e vivos, de modo respectivo em 146,23 e 96,43 gramas.

As chances de leitões, de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos vivos entre 1309 e 2215 gramas são de 56,65% (controle) e 70,79% (L-Arginina). Os pesos equivalentes de leitões nesse intervalo, de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos vivos com 1502,50 (controle) e 1670,72 gramas (L-Arginina). Observou-se melhora para nascidos vivos de 168,22 gramas nesse intervalo.

Com as probabilidades observadas no tratamento controle para nascidos totais (59,65%) e nascidos vivos (1,45%) foram estimados os pesos equivalentes dos leitões, de leitegadas menores do que 14 leitões, nas duas curvas, para leitões nascidos totais de 1333,96 (controle) e 1480,19 (L-Arginina) e para leitões nascidos vivos 2215,41 (controle) e 2194,16 (L-Arginina). A suplementação com L-Arginina aumentou em 146,23 gramas para leitões, de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos totais e reduziu em 21,25 gramas, para leitões, de leitegadas menores do que 14 leitões, nascidos vivos. A suplementação com L-Arginina melhora em 292,45 e 243,40 gramas, respectivamente, o peso dos leitões nascidos totais e vivos de leitegadas menores do que 14 leitões.

Os efeitos de estratégias nutricionais sobre a variação de peso das leitegadas são raramente descritos (VAN DE BRAND et al., 2006). De forma semelhante, não se tem um padrão de análises, como por exemplo, são observados resultados de valores absolutos ou em porcentagem de leitões em diferentes classes de peso. Esta falta de padrão da análise da variabilidade de peso dos leitões dificulta a comparação entre os resultados encontrados. Dessa forma, a utilização da distribuição normal do peso de leitões é uma alternativa para a padronização desta análise, visto que é possível a determinação do peso ou probabilidade exata com a sobreposição das curvas (controle e L-Arginina), mostrando ao leitor de forma mais pontual os benefícios da redução da variabilidade.

Segundo Le Dividich (1999), os 20 a 25% dos leitões mais leves da leitegada são considerados leves, pode-se observar valores semelhantes para o tratamento controle. Quando há suplementação com L-Arginina, a porcentagem de leitões nascidos com menos de 1180 e 1196 gramas diminui, respectivamente, para leitões nascidos totais e vivos. Os leitões com

peso inferior a 1100g representaram aproximadamente um quarto dos leitões nascidos, sendo próximo das percentagens relatadas pela Wu et al. (2006), estando de acordo com os dados observados.

O tamanho de leitegada influenciou a variação do peso ao nascimento, com diferenças significativas entre as leitegadas pequenas, médias e grandes (PRAZERES et al., 2016). Quiniou et al. (2002) observaram uma redução no peso médio ao nascimento de 1,59 para 1,26 kg, e uma variação de peso (desvio) de 260 para 300gramas em leitegadas com menos de 11 leitões quando comparado com leitegadas com mais de 16 leitões. Foxcroft (2007) sugeriu que os leitões leves nascidos de leitegadas menores respondem melhor a intervenções na nutrição materna, o que reduz a variação do peso ao nascimento, que segundo Rehfeldt et al. (2001) é evidenciado pelo efeito da somatotropina exógena no início da gestação, concordando com os resultados encontrados, em que a suplementação com L-Arginina foi mais eficiente em leitegadas com menos de 16 leitões, observado também por (QUESNEL et al., 2014). Que observaram que o impacto da suplementação com L-arginina no terço final da gestação sobre o coeficiente de variação de peso ao nascimento foi menor em leitegadas maiores do que 16 leitões nascidos do que com menos de 16 leitões.

Laws et al. (2009) discutiram dados de distribuição normal e percentil de peso dos leitões que nasceram de fêmeas suplementadas na gestação com diferentes tipos de óleo e observaram alterações na distribuição normal que foram discutidos de forma descritiva, encontrando uma melhora no peso médio dos leitões (desvio numericamente semelhantes) usando óleo de oliva e melhora no peso de leitões no percentil referente aos 10% mais leves.

O quanto antes for amenizado os efeitos da variabilidade peso, menores serão as chances de propagação dos efeitos negativos relacionados ao baixo peso de leitões nascidos, visto que a variabilidade de peso ao nascimento tem impacto direto sobre a mortalidade pré-desmame (PETTIGREW et al., 1986; English e Smith, 1975), sobre o ganho de peso na lactação (CUTLER et al., 1999), sobre o peso ao desmame (THOMPSON e FRASER, 1986; MILLIGAN et al., 2001), manejo pré-abate (LE COZLER et al., 2004) e qualidade de carcaça (GONDRET et al., 2006) que, além de reduzir os efeitos negativos, pode-se citar outra vantagem que é a redução do número de matrizes adotivas, que são usadas para redução da variabilidade de peso das leitegadas (QUESNEL et al., 2008).

#### 4 Conclusão

A suplementação com 1% de L-arginina para matrizes suínas em gestação, independente do período de fornecimento, melhora a uniformidade da leitegada, com redução média de 4,06 pontos percentuais na população de leitões com menos de 1180 gramas, além de aumentar em 4,70 pontos percentuais na população de leitões entre 1180 e 1890 gramas.

#### REFERÊNCIAS

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

ALMEIDA, F. R. C. L. et al. Crescimento intrauterino retardado (ciur): implicações sobre o peso dos leitões ao nascer e o desenvolvimento pós-natal. **Avanços em sanidade, produção e reprodução de suínos**. Porto Alegre: UFRGS, Setor de Suínos. p. 33-41. 2015.

BASS, B. E. et al. Influence of dietary-arginine supplementation of sows during late pregnancy on piglet birth weight and sow and litter performance during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 1, p. 248-256, 2017.

BAKER, A. A. et al. The effect of a-based direct-fed microbial supplemented to sows on the gastrointestinal microbiota of their neonatal piglets. **Journal of animal science**, v. 91, n. 7, p. 3390-3399, 2013.

BÉRARD, J.; KREUZER, M.; BEE, G. In large litters birth weight and gender is decisive for growth performance but less for carcass and pork quality traits. **Meat science**, v. 86, n. 3, p. 845-851, 2010.

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

BLOMBERG, Le Ann et al. The effect of intrauterine growth retardation on the expression of developmental factors in porcine placenta subsequent to the initiation of placentation. **Placenta**, v. 31, n. 6, p. 549-552, 2010.

CANARIO, L. et al. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. **Journal of animal science**, v. 84, n. 12, p. 3185-3196, 2006.

CHE, L. et al. 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.

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.

CUTLER, R.S., FAHY, V.A., SPICER, E.M., CRONIN, G.M., 1999. Prewaning mortality. In: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds.), *Diseases of Swine*. Iowa State University Press, Ames, IA, pp. pp. 985–1002.

DALLANORA, Djane et al. 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.

DEVILLERS, Nicolas et al. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **animal**, v. 1, n. 7, p. 1033-1041, 2007.

ENGLISH, P. R.; SMITH, W. J. Some causes of death in neonatal piglets. **Vet. Annu**, v. 15, n. 95, p. 104, 1975.

FOXCROFT, George R. Pre-natal programming of variation in post-natal performance—how and when. **Advances in Pork Production**, v. 18, p. 167-189, 2007.

FRASER, David; PHILLIPS, P. A.; THOMPSON, B. K. Farrowing behaviour and stillbirth in two environments: an evaluation of the restraint-stillbirth hypothesis. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 55, n. 1-2, p. 51-66, 1997.

GAO, Kaiguo et al. Dietary L-arginine supplementation enhances placental growth and reproductive performance in sows. **Amino acids**, v. 42, n. 6, p. 2207-2214, 2012.

GARBOSSA, C. A. P. et al. Effects of ractopamine and arginine dietary supplementation for sows on growth performance and carcass quality of their progenies. **Journal of animal science**, v. 93, n. 6, p. 2872-2884, 2015.

GONDRET, F. et al. Low birth weight is associated with enlarged muscle fiber area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 1, p. 93-103, 2006.

GONÇALVES, M. A. D. et al. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. **Journal of animal science**, v. 94, n. 5, p. 1993-2003, 2016.

GUOYAO, W. U.; MORRIS, Sidney M. Arginine metabolism: nitric oxide and beyond. **Biochemical Journal**, v. 336, n. 1, p. 1-17, 1998.

HAZELEGER, W. Influence of Nutritional Factors on Placental Growth and Piglet Imprinting. In: **Proceedings of the 12th Annual Conference of the European Society for Domestic Animal Reproduction, Utrecht, The Netherlands, 20-23 November, 2008**. 2008. p. 63-63.

JI, F. et al. 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.

LAWS, John et al. Effect of type and timing of oil supplements to sows during pregnancy on the growth performance and endocrine profile of low and normal birth weight offspring. **British journal of nutrition**, v. 101, n. 2, p. 240-249, 2008.

LE COZLER Y, et al. Influence du poids individuel et de la taille de portée à la naissance sur la survie du porcelet, ses performances de croissance et d'abattage et la qualité de la viande. *Journées de la Recherche Porcine* v. 36, 443–450, 2004.

LE DIVIDICH, J. 1999. Neonatal and weaner pig: management to reduce variation, in manipulating pig production. p.135-156 In: 7th Biennial Conference of the Australian Pig Science Association, Adelaide.

LI, Xilong et al. 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.

LIU, X. D. et al. Effects of dietary L-arginine or N-carbamylglutamate supplementation during late gestation of sows on the miR-15b/16, miR-221/222, VEGFA and eNOS expression in umbilical vein. **Amino acids**, v. 42, n. 6, p. 2111-2119, 2012.

MADSEN, Johannes Gulmann et al. 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.

MAGNABOSCO, Diogo et al. Lysine supplementation in late gestation of gilts: effects on piglet birth weight, and gestational and lactational performance. **Ciência Rural**, v. 43, n. 8, p. 1464-1470, 2013.

MATEO, Ronaldo D. et al. Dietary L-arginine supplementation enhances the reproductive performance of gilts. **The Journal of Nutrition**, v. 137, n. 3, p. 652-656, 2007.

MCPHERSON, R. L. et al. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 9, p. 2534-2540, 2004.

MILLIGAN, Barry N.; FRASER, David; KRAMER, Donald L. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, n. 1, p. 181-191, 2002.

MILLIGAN, Barry N.; FRASER, David; KRAMER, Donald L. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 179-191, 2001.

PETTIGREW, J. E. et al. 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.

PRAZERES, Camila Duarte et al. Efeito do tamanho da leitegada sobre a variação dos pesos ao nascer e ao desmame em leitões da raça landrace. **Boletim de Indústria Animal**, v. 73, n. 1, p. 39-45, 2016.

QUESNEL, Helene et al. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842-1849, 2008.

QUESNEL, Helene et al. Supplying dextrose before insemination and-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: Effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of animal science**, v. 92, n. 4, p. 1445-1450, 2014.

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

RAMAEKERS, P.; KEMP, B.; VAN DER LENDE, T. Progenos in sows<sup>TM</sup> increases number of piglets born. 2006.

REHFELDT, C. et al. Effects of exogenous somatotropin during early gestation on maternal performance, fetal growth, and compositional traits in pigs. **Journal of animal science**, v. 79, n. 7, p. 1789-1799, 2001.

REYNOLDS, Lawrence P. et al. Placental angiogenesis in sheep models of compromised pregnancy. **The Journal of physiology**, v. 565, n. 1, p. 43-58, 2005.

ROEHE, R.; KALM, E. Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. **Animal Science**, v. 70, n. 2, p. 227-240, 2000.

THOMPSON, B. K.; FRASER, David. Variation in piglet weights: development of within-litter variation over a 5-week lactation and effect of farrowing crate design. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 66, n. 2, p. 361-372, 1986.

TOWN, S. C. et al. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, n. 4, p. 443-454, 2004.

TOWN, S. C. et al. Embryonic and fetal development in a commercial dam-line genotype. **Animal reproduction science**, v. 85, n. 3, p. 301-316, 2005.

VAN BARNEVELD, R. J.; HEWITT, R. J. E. Reducing variation in pork production systems through maternal and pre-and post-weaning nutrition strategies. **Animal Production Science**, v. 56, n. 8, p. 1248-1253, 2016.

VAN DEN BRAND, H.; SOEDE, N. M.; KEMP, B. Supplementation of dextrose to the diet during the weaning to estrus interval affects subsequent variation in within-litter piglet birth weight. **Animal reproduction science**, v. 91, n. 3, p. 353-358, 2006.

WOLF, J.; ŽÁKOVÁ, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. **Livestock Science**, v. 115, n. 2, p. 195-205, 2008.

WU, Guoyao et al. Arginine deficiency in preterm infants: biochemical mechanisms and nutritional implications. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 15, n. 8, p. 442-451, 2004.

WU, Guoyao et al. Board-invited review: intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. **Journal of animal science**, v. 84, n. 9, p. 2316-2337, 2006.

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.