



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**ELOISA HELENA MENDES VIEIRA**

**SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE BUTIRATO DE SÓDIO PARA PORCAS DE  
DIFERENTES ORDENS DE PARTO DURANTE A LACTAÇÃO**

**FORTALEZA**

**2018**

ELOISA HELENA MENDES VIEIRA

SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE BUTIRATO DE SÓDIO PARA PORCAS DE  
DIFERENTES ORDENS DE PARTO DURANTE A LACTAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Orientador: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Biblioteca Universitária  
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- V714s Vieira, Eloisa Helena Mendes.  
Suplementação dietética de butirato de sódio para porcas de diferentes ordens de parto durante a lactação /  
Eloisa Helena Mendes Vieira. – 2018.  
50 f.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de  
Pós-Graduação em Zootecnia, Fortaleza, 2018.  
Orientação: Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe.
1. Ácido butírico. 2. Composição do leite. 3. Parâmetros sanguíneos. I. Título.

CDD 636.08

---

ELOISA HELENA MENDES VIEIRA

SUPLEMENTAÇÃO DIETÉTICA DE BUTIRATO DE SÓDIO PARA PORCAS DE  
DIFERENTES ORDENS DE PARTO DURANTE A LACTAÇÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia. Área de concentração: Nutrição Animal e Forragicultura.

Aprovada em 16/03/2018.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Ednardo Rodrigues Freitas  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Germano Augusto Jeronimo do Nascimento  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Luiz Euquerio de Carvalho  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Faviano Ricelli da Costa e Moreira  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN)

*Aos meus filhos, Joysa e Artud, com amor.*

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por sua bondade e misericórdia, porque até aqui o Senhor me ajudou, me direcionando, me dando força para enfrentar as dificuldades e me dando sabedoria para tomar decisões. Toda honra e toda glória sejam dadas a Ele!

À Universidade Federal do Ceará e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade e aprendizado adquirido.

Ao Prof. Dr. Pedro Henrique Watanabe, pela orientação, pelo conhecimento partilhado, pela paciência, pela confiança e, principalmente, por todo apoio que sempre me deu. Muito obrigada, professor!

Aos queridos Arabela Guedes, Denise Azevedo, Diego Sousa, Dulce Menezes, Naysson Santos, Rafael Rodrigues e Rodrigo Carvalho, (coloquei em ordem alfabética para evitar mal entendidos) pelos estudos em grupo, pelos momentos de descontração, de muitas risadas e pela amizade.

Às minhas companheiras de mestrado, Bruna Dantas, Carol Ferreira, Ingrid Barbosa e Jordânia Lima (também em ordem alfabética...) por sempre estarem presentes e dispostas a me ajudar. Obrigada meninas, pelas preocupações divididas e pelas alegrias multiplicadas! Aos amigos que tornaram mais leve o peso da responsabilidade de conduzir o experimento, Tiago Silva e Gabriel Gobira. Obrigada por estarem comigo nos longos, porém gratificantes, dias de trabalho.

À Granja Xerez por permitir a execução do trabalho em suas instalações. À toda equipe de funcionários da UPL Tangureira, em especial a Maria Rosiane (Rosa), por ter sido um anjo do Senhor enviado para cuidar de mim no período que passei na granja.

À empresa Nutriad pela parceria.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

*“Sem sonhos, a vida não tem brilho.  
Sem metas, os sonhos não têm alicerces.  
Sem prioridades, os sonhos não se tornam  
reais.”*

(Augusto Cury)

## RESUMO

Devido à alta capacidade de mobilização das reservas corporais das fêmeas suínas modernas durante a lactação, essa fase pode colocar em risco a integridade corporal e o desempenho reprodutivo futuro destes animais. Além disso, durante a lactogênese, deve-se atentar para um fornecimento adequado de nutrientes para as porcas, uma vez que estes farão parte da nutrição dos leitões através do leite. Diante disso, aditivos utilizados em dietas para as fêmeas em lactação podem ser benéficos, estimulando a secreção láctea, aumentando o consumo de ração ou melhorando o status imunológico das fêmeas. O ácido butírico e seus sais têm atraído grande interesse devido a seus efeitos benéficos na saúde intestinal dos suínos. Contudo, são escassos os trabalhos que demonstrem os efeitos desses aditivos na nutrição de porcas lactantes. Assim, com o presente estudo, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de diferentes níveis de butirato de sódio em dietas para porcas de diferentes ordens de parto durante a lactação sobre o desempenho reprodutivo, composição do leite, parâmetros sanguíneos e desempenho da leitegada. Foram utilizadas 192 porcas, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo 4 rações experimentais (ração sem adição de butirato de sódio (controle); ração com adição de 0,1% e 0,2% de butirato de sódio revestido; e ração com adição de 0,066% de butirato de sódio não revestido) e 4 grupos de parto (1<sup>a</sup>; 2<sup>a</sup>; 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>; 5<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> ordem de parto). Peso corporal, espessura de toucinho e consumo de ração das matrizes foram mensurados. Foram estimadas a produção média diária de leite e as perdas de proteína, lipídeo e energia corporal das porcas durante a lactação. Os leitões foram pesados individualmente 24 horas após o parto, 48 horas após o parto (equalização) e no desmame, para determinar o peso de nascimento, de desmame e o ganho de peso diário durante a lactação. Foram selecionadas 4 fêmeas de cada tratamento para realização de coletas de sangue, aos 14 dias após o parto, e leite, aos 18 dias após o parto. Houve interação entre a suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto nos teores de alguns ácidos graxos do leite das porcas. Não houve interação dos fatores estudados no desempenho reprodutivo, produtivo e parâmetros sanguíneos das porcas, nem no desempenho dos leitões na fase de maternidade. A suplementação dietética de butirato de sódio não influenciou ( $P>0,05$ ) o desempenho das porcas de diferentes ordens de parto, bem como o desempenho dos leitões na fase de maternidade. Houve efeito ( $P<0,05$ ) das ordens de parto no peso corporal ao parto e ao desmame, consumo de ração e produção estimada de leite, com maiores valores observados para as fêmeas de 5<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup> ordem de parto. A suplementação dietética com butirato de sódio, revestido ou não, para porcas em lactação



modula o perfil de ácidos graxos no leite, porém não influencia o desempenho e os parâmetros sanguíneos das porcas e nem o desempenho dos leitões.

**Palavras-chave:** Ácido butírico. Composição do leite. Parâmetros sanguíneos.

## ABSTRACT

Due to the high capacity of body reserve mobilization of modern sows during lactation, this phase can put at risk the body integrity and the future reproductive performance of these animals. In addition, during the lactogenesis, it must be supplied an adequate amount of nutrients to sows, because these will be part of piglets nutrition through the milk. Therefore, additives used in lactating sows diets can be beneficial, stimulating the dairy secretion, increasing the feed intake or improving the immunity of sows. The butyric acid and its salts have attracted great attention due to their beneficial effects on intestinal health of pigs. However, studies that demonstrate the effects of these additives in lactating sows' nutrition are scarce. Thus, this present study aimed to evaluate the effects of different levels supplementation of sodium butyrate to mixed-parity sows diets during lactation on the reproductive performance, milk composition, blood parameters and piglet litter's performance. A total of 192 sows were distributed in completely randomized design in a 4x4 factorial arrangement, considering 4 experimental diets (diet control; diet with 0.1% and 0.2% of coated sodium butyrate, and diet with 0.066% of not coated sodium butyrate) and 4 parity orders (1st, 2nd, 3rd and 4th, 5th to 7th parity order). Body weight, backfat thickness and feed intake of sows were measured. Average daily milk production and losses of protein, lipid and energy of sows body during the lactation were estimated. The piglets were individually weighed 24 hours after farrowing, 48 hours after farrowing (standardization) and at the weaning, to determine the birth and weaning weight and daily weight gain during lactation. Four sows of each treatment were selected to perform blood collections, at 14 days after farrowing, and milk, at 18 days after farrowing. There was interaction between the sodium butyrate supplementation and the different parity orders on content of some fatty acids in milk from sows. There was no interaction in the studied parameters on reproductive and productive performance and blood parameters of sows, and piglets performance at lactation phase. Dietary supplementation of sodium butyrate did not influence ( $P>0.05$ ) the mixed-parity sows' performance, as well as the piglets' performance at lactation phase. There was an effect ( $P<0.05$ ) of parity orders on the body weight in the farrowing and weaning, on the feed intake and estimated milk production, with the highest values observed for sows from 5th to 7th parity order. Dietary supplementation of coated or not coated sodium butyrate to lactating sows modulates the profile of fatty acids in milk, but it did not affect the performance and the blood parameters of sows and piglets performance.

**Key words:** Blood parameters. Butyric acid. Milk composition.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	– Composição calculada e nutricional das rações experimentais para porcas na fase de lactação .....	26
Tabela 2	– Parâmetros produtivos de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido durante 24 dias de lactação .....	31
Tabela 3	– Desempenho da leitegada de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido .....	32
Tabela 4	– Parâmetros sanguíneos de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido .....	33
Tabela 5	– Composição química e perfil de ácidos graxos do leite de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido .....	36
Tabela 6	– Desdobramento das interações entre a suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto sobre teores de diversos ácidos graxos no leite de porcas .....	38

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Exigência nutricional e energética de porcas em lactação .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Catabolismo lactacional e a síndrome do segundo parto .....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Aditivos na nutrição de porcas lactantes .....</b>	<b>19</b>
<b>2.4</b>	<b>Ácidos orgânicos .....</b>	<b>21</b>
<b>2.5</b>	<b>Ácido butírico e butirato de sódio .....</b>	<b>22</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>25</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>39</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>40</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O avanço genético dos suínos resultou em matrizes com alto nível produtivo aliado ao maior peso corporal, porém, menor reserva de gordura e menor apetite (FÁVERO; FIGUEIREDO, 2009). Estas características tornaram as porcas mais exigentes e menos resistentes aos desafios nutricionais (SILVA, 2010), exigindo dietas precisamente balanceadas para atender as demandas de cada fase da reprodução das matrizes.

A partir do parto, a lactogênese pode acarretar em uma perda excessiva de tecidos corporais, uma vez que as fêmeas suínas apresentam alta capacidade de mobilização corporal, podendo colocar em risco a integridade corpórea e o desempenho reprodutivo futuro (SILVA *et al.*, 2004). Para reduzir esses riscos e melhorar o desempenho das porcas, estratégias nutricionais associadas à manipulação dietética são utilizadas. Contudo, o uso de aditivos para fêmeas suínas em produção pode contribuir na produção de leite da matriz de forma direta, estimulando a secreção láctea, ou indireta, aumentando o consumo de ração e/ou melhorando o status imunológico das fêmeas (ABREU *et al.*, 2014).

Dentre os aditivos, o interesse pelos ácidos orgânicos como aditivos na nutrição de suínos é crescente, essencialmente devido à proibição do uso de antibióticos promotores de crescimento na produção animal, decorrente da precaução quanto ao surgimento da resistência microbiana. Entre os ácidos orgânicos, o ácido butírico tem atraído maior atenção por ser uma substância presente no trato gastrointestinal e no leite (GUILLOTEAU *et al.*, 2010).

Além da sua forma livre, o ácido butírico está disponível sob a forma de butirato de Na, K, Mg ou Ca, apresentando vantagens no processo de fabricação de rações devido à sua forma sólida e menos volátil. Para evitar a digestão do butirato no estômago, esse pode ser revestido em uma matriz lipídica, sendo liberado lentamente durante o transporte no trato gastrointestinal (VAN IMMERSEEL *et al.*, 2004; CLAUS; GÜNTNER; LETZGUSS, 2007).

Estudos têm demonstrado efeitos positivos do uso de butirato sobre o crescimento, a digestibilidade e a eficiência alimentar por meio da modulação da proliferação, diferenciação e função celular no trato gastrointestinal, especialmente em células epiteliais da mucosa e nos sistemas de defesa (POUILLART, 1998; PARTANEN; MROZ, 1999; MANZANILLA *et al.*, 2006; MAZZONI *et al.*, 2008).

Além desses benefícios, o fornecimento de butirato para matrizes suínas na fase de lactação mostra-se promissor, pois essa prática pode favorecer a proliferação de cepas bacterianas desejáveis no ambiente dos leitões, contribuindo para o estabelecimento de uma

população benéfica de bactérias intestinais ao nascer, contribuindo no desempenho dos leitões. Ao mesmo tempo, uma menor descarga bacteriana indesejável no ambiente da maternidade pode contribuir para a redução de incidência de diarreias em leitões lactentes, visto que as fezes das matrizes são fontes de contaminação para as diarreias bacterianas nos mesmos (TOLEDANO, 2008).

Diante do exposto, com o presente estudo, objetivou-se avaliar o efeito da suplementação de butirato de sódio revestido e não revestido em dietas para porcas de diferentes ordens de parto durante a lactação sobre o desempenho, composição do leite e parâmetros sanguíneos, bem como sobre o desempenho dos leitões lactentes.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Exigência nutricional e energética de porcas em lactação

A lactação é uma das fases de maior demanda por nutrientes para qualquer fêmea (RIBEIRO; MORAES; MARCOLLA, 2010). Segundo Aherne e Foxcroft (2000), até 80% das exigências energéticas das fêmeas suínas lactantes são destinadas à produção de leite e os 20% restantes, à manutenção. Contudo, a ordem de parto pode influenciar nessa demanda por energia. De modo geral, as porcas em lactação são classificadas em duas categorias: porcas primíparas – primeira ordem de parto – e multíparas – demais ordens de parto (GARCIA, 2015).

Devido à precocidade das leitoas, após o primeiro parto, essas fêmeas exibem capacidade de consumo alimentar 20% menor quando comparadas às porcas multíparas (YOUNG *et al.*, 2004), pois ainda se encontram em crescimento. Assim, as demandas nutricionais de porcas primíparas são, não apenas para a lactogênese, mas também para o seu desenvolvimento corporal (BOYD *et al.* 2000). Além disso, outros fatores ainda podem influenciar na demanda energética das porcas de primeira ordem de parto, como tamanho da leitegada (SOUSA *et al.*, 2012) e teor de proteína presente nas rações (ROSA *et al.*, 2013).

Com o avanço genético dos suínos, as porcas se tornaram capazes de desmamar um grande número de leitões por parto e por ano. De acordo com Fávero e Figueiredo (2009), a seleção praticada nas matrizes suínas fundamenta-se, sobretudo, nas características reprodutivas, principalmente no número de leitões nascidos vivos e desmamados, e no peso da leitegada ao desmame. O tamanho da leitegada e a produção de leite apresentam correlação positiva, ou seja, quanto mais numerosa for a leitegada, maior a produção de leite e, conseqüentemente, maior a exigência energética. Por exemplo, matrizes que desmamam 12 leitões possuem necessidades energéticas aproximadamente 12% superiores em relação a matrizes que desmamam 10 leitões (NOBLET; ETIENNE; DOURMAD, 1998) devido à maior produção de leite.

Uma estratégia utilizada para garantir o fornecimento de energia adequado às matrizes suínas em lactação é elevar a densidade energética da dieta por meio da adição de lipídeos. Dietas ricas em energia a partir de carboidratos apresentam maior incremento calórico quando comparadas às dietas que utilizam gordura como fonte energética (PAIVA *et al.*, 2006). Além disso, a adição de lipídeo na dieta pode alterar a composição do leite, aumentando o teor de gordura (FURTADO, 2013). Van den Brand *et al.* (2000) estudando



dietas ricas em energia via lipídeo ou carboidrato, em porcas primíparas, concluíram que dietas ricas em lipídeos são preferencialmente usadas para a síntese de gordura no leite, resultando em leitegadas mais pesadas.

Os teores de energia e de proteína na dieta de porcas em lactação interagem de tal forma que o aumento energético pode diminuir parcialmente os efeitos da baixa inclusão de proteína dietética na produção de leite, porém com o custo de mobilização de aminoácidos musculares para dar suporte a glândula mamária, causando perda de peso (MCNAMARA; PETTIGREW, 2002). Todavia, o fornecimento de níveis adequados de proteína para porcas lactantes é uma forma eficiente de atender às exigências nutricionais e econômicas da produção suinícola (ROSA *et al.*, 2013). Assim, deve-se atentar para o perfil de aminoácidos que compõem a proteína fornecida através da dieta, pois é extremamente importante suprir a demanda aminoacídica para a produção de leite (ABREU *et al.*, 2013).

A lisina é o primeiro aminoácido limitante para porcas lactantes (MELLAGI *et al.*, 2010) e as estimativas da exigência desse aminoácido variam consideravelmente, devido à ordem de parto, à ingestão de energia alimentar e à capacidade da fêmea em mobilizar as reservas corporais (KING, 1998). Avaliando níveis de consumo de lisina e seus efeitos sobre o desempenho produtivo e reprodutivo de matrizes primíparas em lactação, Paiva *et al.* (2005) observaram que estas fêmeas exigem 0,95% de lisina total na ração, correspondente a um consumo diário de 40 g de lisina total. Apesar disso, a resposta de primíparas lactantes ao consumo diário de lisina altera conforme varia o consumo de energia metabolizável (TOKACH *et al.*, 1992).

O tamanho da leitegada também influencia na exigência de lisina pelas porcas lactantes. Observa-se que matrizes que desmamam uma leitegada de 12 leitões (ganho de peso médio da leitegada de 2,8 kg) exigem aproximadamente 10 g de lisina/dia a mais que uma reprodutora que desmama 10 leitões, pois, acima de 10 leitões, cada leitão a mais representa uma produção de leite diária de aproximadamente 800 gramas e uma exigência de lisina de 5 gramas/dia para essa finalidade. (CLOSE; COLE, 2000).

Com relação à capacidade de mobilizar as reservas corporais, porcas que apresentam baixo consumo voluntário e, com isso, elevada mobilização de tecidos, a treonina é o segundo aminoácido limitante. E, porcas com alto consumo e conseqüente baixa mobilização das reservas, a valina é o segundo aminoácido limitante em rações à base de milho e farelo de soja (KIM; WU; BAKER, 2005).

Os minerais também são nutrientes essenciais na dieta de porcas em lactação, sendo cálcio e fósforo os dois principais. Recomenda-se 2,03:1 para a relação Ca:P disponível

e 2,08:1 para relação Ca:P digestível (ROSTAGNO *et al.* 2011) de modo a garantir melhor taxa de absorção destes elementos, uma vez que um desequilíbrio em um destes minerais, que afete a relação, pode interferir no processo de homeostase de ambos os componentes (ANDRIGUETTO, *et al.*, 1990). Após o parto, o cálcio e o fósforo são requeridos em quantidades elevadas para a produção e a secreção do leite, além de estarem presentes na sua composição, pois esses minerais não são absorvidos pela bomba de cloro, que retira os íons da luz do complexo de golgi (BARRILLI, 2015).

É importante atentar não somente para os macrominerais, como o cálcio e o fósforo, mas também para os microminerais, e compreender que essas moléculas interagem entre si e com outras substâncias, por isso, as fontes e a relação entre os componentes da dieta, bem como os níveis, devem ser verificados (RIBEIRO; MORAES; MARCOLLA, 2010). Além disso, as exigências dos minerais podem ser influenciadas pela forma do mineral fornecido. O uso de minerais sob a forma orgânica, ou seja, ligados a substâncias orgânicas como aminoácidos, peptídeos ou complexos polissacarídeos, que proporcionam a esses íons alta disponibilidade biológica, alta estabilidade e solubilidade (KIEFER, 2005), podem ter uma influência positiva no desempenho reprodutivo das porcas.

Mahan (2000) comparou a suplementação de dois níveis (15 mg e 30 mg de Se/kg de ração) de selênio orgânico e inorgânico e a combinação das duas fontes (cada uma adicionada em 15 mg/kg) em dietas para porcas lactantes. O autor observou que a concentração de selênio no leite triplicou com a suplementação de 30 mg de Se orgânico em comparação com a fonte inorgânica. Payne *et al.* (2006), ao compararem duas fontes de zinco na dieta de porcas durante a gestação e a lactação, verificaram que fêmeas submetidas à dieta com 100 ppm de zinco orgânico apresentaram maior eficiência reprodutiva, pois tiveram um maior número de leitões ao parto e ao desmame, além de seus leitões terem nascidos mais pesados.

## **2.2 Catabolismo lactacional e a síndrome do segundo parto**

Em função do melhoramento genético, as matrizes suínas são mais precoces, possuem maior peso corporal e produzem mais leite (FURTADO, 2013). Diante da maior deposição de músculo associada ao menor acúmulo de gordura dessas fêmeas, um consumo reduzido pode resultar em consequências negativas para as fêmeas lactantes (CLOES; COLE, 2000). Isto é evidenciado, principalmente, durante a primeira lactação, em que ocorre uma

divergência entre a limitada capacidade de ingestão de alimento e a alta demanda nutricional para produção de leite (PAIVA *et al.*, 2006).

Como a capacidade ingestiva das porcas não supre as exigências de nutrientes durante o período de lactação, inicia-se um processo de mobilização das reservas corporais, caracterizando o catabolismo lactacional (FELIN, 2017). Entre as categorias de fêmeas, as matrizes de primeiro parto são as que mais sofrem durante a lactação em razão da menor capacidade gastrointestinal em atender à demanda da lactogênese e ao desenvolvimento corporal (PAIVA *et al.*, 2005), podendo comprometer seu desempenho reprodutivo futuro. Fêmeas primíparas com baixa ingestão de lisina, mesmo quando associada a altos níveis de energia durante a lactação, podem retornar ao estro mais tarde, reduzindo, conseqüentemente, sua eficiência reprodutiva (TOKACH *et al.*, 1992; JONES; STAHLY, 1999).

O organismo de porcas múltíparas reflete uma preferência em mobilizar tecido adiposo, visando à incorporação dos ácidos graxos na gordura do leite (DOURMAD *et al.*, 2008). Contudo, as matrizes primíparas mobilizam também massa muscular (CLOSE; COLE, 2000). Espera-se que as matrizes suínas apresentem uma mobilização de até 6% do peso corporal (PENZ JR; BRUNO; SILVA, 2009), mas porcas de primeiro parto podem mobilizar mais de 12% da massa proteica corporal, fato que interfere na sua longevidade (YOUNG *et al.*, 2004).

A mobilização de reservas corporais acima de 10% compromete o desempenho reprodutivo subsequente, com intervalo desmame-estro longo, baixa taxa de parto e menor número de leitões nascidos (THAKER; BILKEI, 2005). Ressalta-se ainda que a fertilidade das fêmeas não é semelhante em todas as ordens de parto. Segundo Mellagi *et al.* (2013), a eficiência reprodutiva aumenta ao longo da idade e, posteriormente, declina nas ordens de parto mais avançadas. Entretanto, as matrizes suínas podem ter comprometimento do desempenho reprodutivo já no segundo parto, caracterizando um quadro de síndrome do segundo parto, que é uma manifestação da queda do tamanho da leitegada em relação ao desempenho do primeiro parto, podendo ser acompanhada também por atraso na manifestação do estro após o desmame (ZAK *et al.*, 1997) e mortalidade embrionária (CLOWES; AHERNE; FOXCROFT, 1994).

A síndrome do segundo parto está associada ao elevado grau de catabolismo que as matrizes primíparas têm na lactação (CLOWES, 2006; SCHENKEL *et al.*, 2010). Essa intensa mobilização permite que a produção de leite continue com certa independência do fornecimento de nutrientes (QUESNEL; PRUNIER, 1995). Contudo, afeta negativamente na

qualidade dos folículos, na maturação de oócitos e na sobrevivência embrionária, explicando a redução no tamanho da leitegada subsequente (MELLAGI *et al.* 2013).

Segundo Quesnel (2009), quando ocorre uma intensa mobilização de proteína endógena, há alteração nos perfis de aminoácidos e redução na concentração de insulina nas fêmeas. Assim, fatores como a redução da insulina e alterações na disponibilidade de aminoácidos necessários para a síntese de neurotransmissores envolvidos na secreção de GnRH, explicariam o efeito negativo do alto grau de catabolismo proteico sofrido por matrizes primíparas sobre o ciclo reprodutivo seguinte (MELLAGI *et al.*, 2010). Do mesmo modo, um estado nutricional inadequado durante a lactação influencia o desenvolvimento folicular por metabólitos ou hormônios metabólicos, que agem diretamente nos ovários e não somente através da estimulação gonadotrófica (COSGROVE; FOXCROFT, 1996).

### **2.3 Aditivos na nutrição de porcas lactantes**

Diante da importância da alimentação para a produção de leite e desenvolvimento dos leitões, é possível melhorar o desempenho das leitegadas através da manipulação das dietas das porcas (HAUPTLI; LOVATTO, 2006). De maneira geral, essa manipulação pode ser proteica (DOURMAD; NOBLET; ETIENNE, 1998) e/ou energética (COOPER *et al.*, 2001). No entanto, o uso de aditivos nas dietas de porcas lactantes vem se tornando uma opção para melhorar o desempenho das matrizes suínas (SILVA, 2010; ANDRADE, 2014).

A utilização de aditivos sensoriais, na fase de lactação, é uma alternativa eficiente para aumentar o consumo de ração pelas porcas (DUENGELHOEF, 2010). Entre os diversos aditivos sensoriais, na nutrição de suínos, destacam-se os edulcorantes, amplamente utilizados como estimuladores de consumo (TAVEIRA, 2017). Entretanto, Abreu *et al.* (2014) afirmam que é possível incorporar algumas características desejáveis às rações como a redução do impacto do estresse oxidativo nas fêmeas, leitegadas mais preparadas para o desenvolvimento pós-natal, melhora da produção e da qualidade nutricional do colostro e leite, aumento do desempenho da leitegada e menor desgaste corporal da matriz suína durante a lactação com o uso de aditivos nas dietas.

Um efeito protetor quanto à mobilização corporal de fêmeas suínas durante a lactação pode ser alcançado com a inclusão de betaína à dieta. Ramis *et al.* (2011) constataram que leitões de fêmeas suplementadas com betaína apresentaram ganho médio de peso diário durante a lactação de 202,2 g, enquanto no grupo controle foi de 174,6 g, representando um aumento de 15,8%, sugerindo que a produção de leite foi maior no grupo

que recebeu betaína. Já Andrade *et al.* (2016) avaliaram o efeito da betaína em rações para fêmeas suínas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo e concluíram que a substituição de até 50% da metionina digestível por betaína em dietas de porcas (do 84º dia de gestação até o 21º dia de lactação) não causou efeitos negativos sobre os parâmetros produtivos.

Os custos metabólicos são elevados para as matrizes suínas em função da alta prolificidade, fazendo com que elas sofram com estresse oxidativo em fases como a lactação. Hu *et al.* (2011) verificaram que a suplementação de 0,30 ppm de selenometionina no terço final da gestação e durante a lactação, comparada ao selenito de sódio (0,30 ppm), aumentou a concentração sanguínea de Se e melhorou a capacidade antioxidante das porcas. Além disso, aumentou a concentração de Se no colostro e no leite e melhorou o desempenho dos leitões. Avaliando dois níveis de acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol (44 e 66 mg/kg) e quatro níveis de acetato de d- $\alpha$ -tocoferol (11, 22, 33 e 44 mg/kg), adicionados à ração a partir de 70 dias de gestação até o desmame dos leitões aos 21 dias de idade, Shelton *et al.* (2012) verificaram que os níveis plasmáticos de acetato de d- $\alpha$ -tocoferol das porcas aos 100 dias de gestação, após o parto e ao desmame aumentaram de forma linear com o aumento da inclusão desse composto na ração devido à maior biodisponibilidade do acetato de d- $\alpha$ -tocoferol em relação ao acetato de dl- $\alpha$ -tocoferol.

A adição de saponinas nas dietas para porcas aumenta o consumo de ração e reduz a perda de peso na lactação, devido ao aumento da permeabilidade da parede intestinal, que melhora os mecanismos da digestão e absorção (CLINE, 1996). Hauptli e Lovatto (2006), estudando o efeito da adição de fontes de saponinas em pó em dietas de matrizes suínas no final de gestação e na lactação sobre o desempenho produtivo das fêmeas e de suas leitegadas, observaram que porcas alimentadas com dietas contendo 160 ppm de extratos em pó como fontes de saponinas obtiveram melhor escore corporal no final da lactação e suas leitegadas foram mais pesadas ao nascer e ao desmame.

Nutrientes para a síntese do leite podem ter sua disponibilidade aumentada através da modulação da saúde intestinal das fêmeas (ABREU *et al.*, 2014) e os probióticos podem favorecer essa condição. Alguns estudos (STAMATI *et al.*, 2006; JIMÉNEZ *et al.*, 2008; SILVA *et al.*, 2010) têm demonstrado resultados favoráveis ao uso de probióticos em dietas para matrizes suínas. A inclusão de probiótico na alimentação de porcas gestantes 12 dias antes do parto e durante 20 dias de lactação levou Mori *et al.* (2011) a inferirem que a administração de probióticos às fêmeas afeta o estabelecimento da microbiota dos leitões.

Considerando que, na fase de lactação, a capacidade digestiva das fêmeas suínas muitas vezes é insuficiente para atender a demanda de nutrientes, fornecer um aditivo capaz

de favorecer a saúde intestinal contribui para o aproveitamento máximo dos nutrientes. Assim, os ácidos orgânicos se destacam, pois atuam inibindo a colonização e a proliferação de microrganismos patogênicos no trato digestivo e urinário, modulam a fisiologia da mucosa gastrointestinal, além de melhorar na digestão e absorção (PAPATSIROS; CHRISTODOULOPOULOS; FILIPPOPOULOS, 2012).

## 2.4 Ácidos orgânicos

Ácidos orgânicos são ácidos graxos voláteis de cadeia curta que podem ser encontrados na natureza, nos tecidos animais e vegetais, ou como produtos, intermediário ou final, do metabolismo microbiano (BRUMANO; GATTÁS, 2009). Os ácidos orgânicos agem reduzindo o pH da dieta, inibindo a colonização e proliferação de microrganismos patogênicos no trato digestivo e urinário, atuam na fisiologia da mucosa gastrointestinal e aumentam a disponibilidade de nutrientes da dieta (PAPATSIROS; CHRISTODOULOPOULOS; FILIPPOPOULOS, 2012).

No intestino dos suínos, os ácidos orgânicos podem agir como fonte de energia, estimulando o desenvolvimento da mucosa, o crescimento de células epiteliais, levando à maior capacidade de absorção (MROZ, 2005; SURYANARAYANA; SURESH; RAJASEKHAR, 2012). Segundo Campos *et al.* (1999), os ácidos orgânicos exercem papel fundamental na fisiologia normal do cólon, pois constituem a principal fonte de energia para os enterócitos, estimulam a proliferação celular do epitélio, o fluxo sanguíneo visceral e aumentam a absorção de água e sódio da luz intestinal.

Cada ácido orgânico possui atributos diferentes em relação às propriedades físicas e químicas, dependendo do pH, da concentração, da dissociação (pKa), capacidade tampão da ração, do tempo de retenção/exposição e do nível de inclusão (CORASSA, 2004). Apesar dessas diferenças, os efeitos comuns aos ácidos utilizados na nutrição de suínos são a dissociação intestinal dos ácidos orgânicos, liberando íons  $H^+$  que protegem o trato gastrointestinal contra a invasão e a colonização por patógenos (MROZ, 2005; AHMED *et al.*, 2014) e a difusão através das membranas celulares dos patógenos por formas não dissociadas, destruindo seu citoplasma (LIMA, 2016). Assim, pode-se afirmar que a utilização de ácidos orgânicos na dieta dos suínos inibe a microflora intestinal indesejável que compete com o animal pelos nutrientes e, conseqüentemente, reduz seus metabólitos tóxicos.

Dentre os principais ácidos orgânicos utilizados na nutrição de suínos, destacam-se o acético, cítrico, láctico e o propiônico. O ácido acético é transportado para o fígado

funcionando como substrato energético para o tecido muscular (LIMA, 2016), com efeito também sobre o aumento na absorção de Ca e Mg (MORAIS, 2009; VILAS BOAS, 2014). O ácido cítrico é apontado como sendo capaz de aumentar o ganho diário de peso dos leitões e melhorar a conversão alimentar, por ser metabolizado através do ciclo do ácido cítrico como fonte de energia (LIMA, 2016), bem como ser eficiente no controle de infecção urinária em porcas (BORGES *et al.*, 2015).

O ácido láctico contribui para a modificação da microbiota intestinal, mediante a produção de um meio favorável para bactérias lácticas, promovendo benefícios ao organismo do animal (PARTANEN; MROZ, 1999; MROZ, 2005; VILAS BOAS 2014). O ácido propiônico é convertido em glicose no fígado (MORAIS, 2009), sendo também um importante antifúngico utilizado nas rações para suínos (SANTURIO, 2007). Além destes, o ácido butírico se destaca por sua ação direta sobre a formação dos enterócitos, o que pode favorecer a digestão e melhorar a utilização dos nutrientes presentes na dieta, bem como contribuir para a saúde intestinal, embora poucos estudos estejam relacionados com esse efeito em fêmeas suínas em lactação.

## **2.5 Ácido butírico e butirato de sódio**

O ácido butírico é um ácido orgânico obtido da fermentação microbiana anaeróbica a partir de resíduos endógenos ou dietéticos no intestino grosso, como enzimas e descamações do epitélio, oligossacarídeos não digestíveis, amidos resistentes e polissacarídeos não amiláceos (MACHINSKY *et al.*, 2010). É uma substância natural presente no trato gastrointestinal, no leite, bem como no suor e fezes da maioria dos mamíferos (GUILLOTEAU *et al.*, 2010).

No metabolismo dos colonócitos, os ácidos butírico, propiônico e acético são mais importantes como fonte de energia que a glutamina e a glicose (CAMPOS *et al.*, 1999). Contudo, o ácido butírico exerce efeito inibitório sobre a oxidação de outros ácidos graxos de cadeia curta (ROYALL; WOLEVER; JEEJEEBHOY, 1990). O ácido butírico é completamente oxidado em CO<sub>2</sub> ou usado como precursor para a síntese lipídica pelos colonócitos, sendo capaz de aumentar a lipogênese a partir da síntese de corpos cetônicos ou acetil-CoA através da via hidroxil-metil-glutaril-CoA (ROEDIGER, 1994). Conseqüentemente, a síntese de muitos componentes-chave do tecido epitelial intestinal depende do metabolismo do ácido butírico (GUILLOTEAU *et al.*, 2010).

O ácido butírico aumenta a proliferação, a diferenciação e a maturação dos enterócitos, reduz a apoptose, mediada pela sua influência na expressão gênica e na síntese proteica (SENGUPTA; MUIR; GIBSON, 2006). Também apresenta efeitos indiretos que contribuem para o metabolismo geral dos animais (GUILLOTEAU *et al.*, 2010). Além disso, o ácido butírico apresenta efeito na integração do epitélio intestinal e na regulação do IGF-I (fator de crescimento semelhante à insulina), podendo aumentar a produção de anticorpos e promover mudanças no conteúdo de proteínas totais e da albumina do sangue (JANSSENS; NOLLET, 2002; MAZANILLA *et al.*, 2006; LEANDRO *et al.*, 2010). De acordo com Guilloteau *et al.* (2009), o ácido butírico pode, também, atuar como um promotor de crescimento quando adicionado a dietas em doses baixas (0,1-1,5g/kg).

Comercialmente, o ácido butírico é obtido a partir da oxidação do n-butiraldeído, derivado do acetileno, em presença de catalisadores. Em temperatura ambiente apresenta-se no estado líquido, é parcialmente solúvel em água, possui odor forte e desagradável e é volátil. Com essas características, seu uso nas dietas de suínos dá-se sob a forma de butirato, pois se apresenta na forma sólida, é estável, menos volátil e produz menos odor, sendo o butirato de sódio o mais utilizado por ser um sal solúvel e estável até 250°C (MORAIS, 2009; VILAS BOAS, 2014).

Galfi e Bokori (1990) foram os primeiros a mostrar influência positiva do butirato de sódio sobre o ganho de peso corporal, a utilização dos nutrientes e a composição da microflora intestinal em suínos em crescimento. Em leitões, Mazzoni *et al.* (2008) observaram aumento da conversão alimentar nas primeiras duas semanas pós-desmame com a suplementação de butirato de sódio, corroborando com Piva *et al.* (2002) e Biagi *et al.* (2007), que observaram melhor desempenho nos animais desmamados.

Kotunia *et al.* (2004) verificaram que o ganho de peso de leitões suplementados com 0,3% de butirato de sódio foi, em média, 1,5 vezes maior que os leitões do grupo controle, além de contribuir no desenvolvimento, melhorando a mucosa intestinal dos animais. No entanto, Weber e Kerr, (2008) observaram apenas uma tendência linear de decréscimo dos níveis de ingestão e ganho médio diário em leitões com o aumento dos níveis de butirato de sódio. Ademais, não houve nenhuma influência significativa.

A divergência dos efeitos do butirato de sódio no crescimento de suínos pode ser atribuída a diferentes composições da dieta base e diferentes estados de maturação intestinal, o que determina a extensão do seu efeito (BIAGI *et al.*, 2007). Além disso, o butirato de sódio pode ser absorvido rapidamente pelo tecido do estômago (BUGAUT, 1987), principalmente



na parte esofágica (MORAIS, 2009), podendo não chegar intacto no trato digestório inferior e afetar o intestino (WEBER; KERR, 2008).

Avaliando o efeito da suplementação de butirato de sódio nas células gástricas de leitões desmamados, Mazzoni *et al.* (2008) verificaram que a suplementação com butirato estimulou maior diferenciação celular em células enteroendócrinas. Além disso, houve aumento do número de células parietais por glândula. Os referidos autores inferiram que a suplementação de butirato de sódio afeta mecanismos celulares de diferenciação e controle de crescimento no tecido estomacal como é observado no intestino grosso. Contudo, não está amplamente elucidado se o butirato de sódio pode estimular a fisiologia padrão da mucosa gástrica como observado no intestino (VILAS BOAS, 2014).

Em suínos alimentados com 0,3% de butirato de sódio, verificou-se que o aumento dos níveis de butirato estava presente no estômago, mas não no jejuno (MANZANILLA *et al.*, 2006). Hu e Guo (2007) avaliaram os efeitos da suplementação dietética de butirato de sódio na estrutura morfológica intestinal, função absorptiva e flora intestinal de frangos e verificaram que o butirato de sódio aumentou a concentração de DNA, RNA e proteínas na mucosa duodenal. Todavia, não houve influência na concentração desses metabólitos na mucosa do jejuno.

Para evitar a digestão e absorção do butirato de sódio no estômago, pode-se protegê-lo no interior de uma matriz que possua a capacidade de atravessar a parte superior do trato gastrointestinal sem se desnaturar (ARAÚJO, 2014). Uma vez no intestino, a matriz é degradada por ação de enzimas hepáticas e pancreáticas, liberando o butirato de sódio (GAUTHIER, 2002). Assim, o butirato de sódio revestido é liberado lentamente durante o transporte no trato gastrointestinal, podendo alcançar os intestinos delgado e grosso (VAN IMMERSSEEL *et al.*, 2004; CLAUS; GÜNTNER; LETZGUSS, 2007).

Apesar do conhecimento sobre os efeitos do butirato de sódio na saúde intestinal de leitões, são poucos os estudos que ilustrem os benefícios da adição desse aditivo nas dietas de porcas em lactação. Jang *et al.* (2017), avaliando o efeito da suplementação de butirato de sódio revestido para porcas lactantes, observaram que esse aditivo tendeu a aumentar as concentrações de IgG e IgA colostrais. Além disso, essa prática pode beneficiar, ainda, os leitões lactentes, pois seu trato gastrointestinal é colonizado pelos microrganismos existentes nas fezes da matriz logo após o nascimento (CANIBE; JENSEN, 2009). Assim, fornecer butirato de sódio para as porcas como um aditivo capaz de reduzir a carga de microrganismos patogênicos ao longo do trato gastrointestinal pode ser vantajoso, por reduzir a incidência de diarreia e, conseqüentemente, a mortalidade dos leitões recém-nascidos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas instalações de uma granja suinícola comercial, com capacidade para 1.400 matrizes, localizada no município de Maranguape – CE. O município possui clima tropical com estação seca (Classificação climática de Köppen-Geiger: As).

Foram utilizadas 192 porcas, da linhagem genética *Topigs Norvin*, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x4, sendo divididas entre 4 grupos de parto (1<sup>a</sup>; 2<sup>a</sup>; 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>; 5<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup> ordens de parto) e 4 rações experimentais. As fêmeas apresentaram peso médio de 213,05±20,93; 244,38±20,16; 267,60±18,29 e 289,65±24,17 kg para os grupos de 1<sup>a</sup>, 2<sup>a</sup>, 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> a 7<sup>a</sup> ordem de parto respectivamente.

As rações foram formuladas para atender às exigências nutricionais das porcas em lactação de acordo com as recomendações contidas no manual da linhagem (Tabela 1), considerando a composição dos alimentos de acordo com Rostagno *et al.* (2011), e consistiram em: ração controle, sem adição de butirato de sódio; ração com adição de 0,1% de butirato de sódio revestido; ração com adição de 0,2% de butirato de sódio revestido; e ração com adição de 0,066% de butirato de sódio não revestido. Os tratamentos foram compostos por 12 repetições, sendo cada animal e respectiva leitegada considerada como unidade experimental. As porcas permaneceram no experimento desde o parto até apresentarem o estro subsequente.

Aos 110 dias de gestação, as porcas foram transferidas para o galpão maternidade e alojadas individualmente em celas de parto, dimensionadas com 0,93 m de altura x 2,20 m de comprimento x 1,03 m de largura, contendo comedouros e bebedouros, além de abrigo escamoteador para os leitões com fonte suplementar de calor. O galpão maternidade era equipado com sistema de ventilação adiabática localizada para o conforto térmico das matrizes, composto por placas de filtro adiabático tipo colmeia, com ampla superfície úmida. A saída de ar era direcionada para a parte superior da cabeça das matrizes, fornecendo assim, ar com temperatura média de 24 °C a uma velocidade de 10 m/s.

No momento da transferência, as matrizes foram pesadas individualmente e a espessura de toucinho foi mensurada no ponto P2, obtido a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela, com o uso do aparelho de ultrassom Renco® Lean-Meater.

Tabela 1 – Composição calculada e nutricional das rações experimentais para porcas na fase de lactação

Ingredientes (%)	Controle	0,1% BS revestido	0,2% BS revestido	0,066% BS não revestido
Milho grão	53,713	53,713	53,713	53,713
Farelo de soja 45	13,500	13,500	13,500	13,500
Soja integral extrusada	23,000	23,000	23,000	23,000
Sal moído	0,500	0,500	0,500	0,500
Calcário calcítico 38%	1,000	1,000	1,000	1,000
Fosfato bicálcico 18%	1,700	1,700	1,700	1,700
DL-Metionina 99%	0,140	0,140	0,140	0,140
L-Lisina 99%	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Treonina 98,5%	0,120	0,120	0,120	0,120
Cloreto de colina 70%	0,070	0,070	0,070	0,070
Sulfato de cobre penta 25%	0,057	0,057	0,057	0,057
Açúcar cristal	5,000	5,000	5,000	5,000
Adsorvente	0,100	0,100	0,100	0,100
Imunotron® <sup>1</sup>	0,200	0,200	0,200	0,200
PX VM Sui Reprod® <sup>2</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300
Inerte <sup>3</sup>	0,200	0,100	0,000	0,134
Butirato de sódio revestido <sup>4</sup>	-	0,100	0,200	-
Butirato de sódio não revestido	-	-	-	0,066
<b>Total</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>	<b>100,000</b>
<b>Composição nutricional e energia</b>				
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.399,189	3.399,189	3.399,189	3.399,189
Proteína bruta (%)	19,206	19,206	19,206	19,206
Extrato etéreo (%)	7,159	7,159	7,159	7,159
Fibra bruta (%)	3,295	3,295	3,295	3,295
Cálcio disponível total (%)	0,991	0,991	0,991	0,991
Fósforo disponível (%)	0,463	0,463	0,463	0,463
Sódio (%)	0,232	0,232	0,232	0,232

<sup>1</sup>Imunotron: vitamina A (2.500.000 UI/kg), vitamina E (7.500 UI/kg), biotina (75 mg/kg), zinco (130 g/kg), zinco quelado (20 g/kg);

<sup>2</sup>PX VM Sui Reprod: vitamina A (1.500.000 UI/kg), vitamina D (226.667 UI/kg), vitamina E (6.667 UI/kg), vitamina K3 (333,30 mg/kg), vitamina B1 (333,30 mg/kg), vitamina B2 (1.167 mg/kg), vitamina B6 (416,60 mg/kg), vitamina B12 (5.333,30 mg/kg), niacina (6.000 mg/kg), ácido pantotênico (3.333,30 mg/kg), ácido fólico (400mg/kg), biotina (32 mg/kg), manganês (8.333,30 mg/kg), zinco (18,33 g/kg), ferro (13,33 g/kg), cobre (2.333,30 mg/kg), iodo (266,70 mg/kg), selênio (100 mg/kg), cromo quelado (100 mg/kg), BHT (250 mg/kg); <sup>3</sup>Inerte: areia lavada; <sup>4</sup>Butirato de sódio revestido: 30% de C<sub>4</sub>H<sub>7</sub>O<sub>2</sub>Na encapsulado com óleo de palma.

Durante os partos, foi registrado o número de leitões nascidos vivos, natimortos e mumificados. Os leitões foram pesados individualmente até 24 horas após o nascimento. A equalização da leitegada foi realizada até 48 horas após o nascimento, padronizando-se um total de 13 leitões por porca. Após a equalização, a leitegada foi pesada novamente e os leitões foram identificados com tatuagem na orelha direita, indicando o galpão e a baía aos quais pertenciam. Durante o período experimental, os leitões que morreram foram pesados, de modo a ter uma estimativa adequada do desenvolvimento da leitegada e da produção de leite.

Não houve fornecimento de qualquer suplementação alimentar para os leitões durante o período experimental.

As porcas receberam as rações experimentais após o parto, em um regime alimentar gradual para estimular o aumento da ingestão até o 8º dia pós-parto, iniciando com 2,0 kg no dia 1 pós-parto e atingindo 9,0 kg no dia 8, mantendo-se constante até o desmame. O fornecimento da ração foi fracionado em várias vezes ao dia para estimular a ingestão. O consumo de ração foi determinado através da diferença entre o peso da ração fornecida e o peso das sobras recolhidas diariamente. Foi estimada a perda de composição corporal das porcas a partir do peso vivo vazio (PVV, kg) e espessura de toucinho (P2, mm) de acordo com as equações publicadas por Dourmad *et al.* (1997): Proteína (kg) = 2,28 ( $\pm$  2,22) + 0,178 ( $\pm$  0,017) PVV - 0,333 ( $\pm$  0,067) P2; Lipídeo (kg) = - 26,4 ( $\pm$  4,5) + 0,221 ( $\pm$  0,030) PVV + 1,331 ( $\pm$  0,140) P2; e Energia (Mcal) = - 257 ( $\pm$  38) + 3,267 ( $\pm$  0,268) PVV + 10,99 ( $\pm$  1,18) P2. A estimativa da produção média diária de leite foi baseada no ganho de peso da leitegada (GPDL), número de leitões da leitegada e teor de matéria seca do leite (19%), de acordo com a equação de Noblet e Etienne (1989): PEL (kg/dia) =  $([0,718 * GPDL - 4,9] * n^\circ \text{ de leitões}) / 0,19$ .

Foram selecionadas 4 fêmeas de cada tratamento, de acordo com o peso corporal e a espessura de toucinho no início do período experimental, para realização de coletas de sangue e leite, totalizando uma amostragem de 64 fêmeas. As coletas de sangue ocorreram no 14º dia de lactação através da veia jugular, 2 horas após a alimentação das matrizes, para determinação de glicose, triglicerídeos e ácidos graxos não esterificados. De cada animal foram coletados aproximadamente 20 ml de sangue, que foram acondicionados em tubos devidamente identificados: tubos sem anticoagulante, para obtenção do soro, e tubos contendo ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) como anticoagulante, para a obtenção do plasma.

No momento da coleta foi realizada a determinação da glicose utilizando-se um glicosímetro composto de um reflectómetro e fitas reagentes, da marca G-Tech Free Lite®. Imediatamente após a coleta, as amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm durante 5 minutos. E, em seguida, o sobrenadante foi retirado, armazenado em tubos *ependorfs* devidamente identificados, e conservado em freezer a -20 °C para as posteriores análises. A metodologia empregada para determinação de triglicerídeos foi a colorimétrica enzimática, utilizando o kit comercial Triglicérides Liquiform da Labtest Diagnóstica S.A. (Ref.: 87). Os ácidos graxos não esterificados foram determinados em analisador de química clínica Randox monza® com uso do kit Randox NEFA (Ref.: FA115).

No 18º dia de lactação, amostras de, aproximadamente, 200 ml de leite foram colhidas manualmente a partir de todos os tetos ativos em cada porca. Para esse procedimento, os leitões foram separados da matriz após o aleitamento e aguardados 45 – 50 minutos. Após esse tempo, aplicou-se 1,0 ml de ocitocina injetável na veia auricular e em seguida feita a ordenha. Após a ordenha, o leite foi homogeneizado e armazenado em duplicata em recipientes estéreis à temperatura de –20 °C para as posteriores análises. A determinação da composição química do leite foi realizada utilizando-se o *Lactoscan Milk Analyzer (Sri Balaji Instruments)*, sendo determinado a densidade, pH, teores de extrato seco, lipídeo, proteína e lactose. Para a determinação do perfil de ácidos graxos, prepararam-se os ésteres metílicos a partir dos ésteres de ácidos graxos e glicerol da gordura do leite, por reação de hidrólise e esterificação, de acordo com a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2005). Os ésteres metílicos obtidos foram posteriormente analisados por cromatografia em fase gasosa.

O desmame ocorreu após 24 dias de lactação. Nesse momento, os leitões de cada leitegada foram contados e a leitegada foi pesada. Após o desmame, as fêmeas foram pesadas e a espessura de toucinho foi mensurada. Em seguida, foram transferidas para um galpão de gestação em gaiolas, onde continuaram a receber 3,0 kg/dia das respectivas rações experimentais até apresentarem o estro, para determinar o intervalo desmame-estro (IDE).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento *General Linear Models (GLM)* do *Statistical Analysis System (SAS University Edition)* e as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação entre a suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto para os parâmetros produtivos das porcas (Tabela 2). A suplementação dietética de butirato de sódio não influenciou ( $P>0,05$ ) nos parâmetros produtivos. Esse resultado corrobora com o observado por Jang *et al.* (2017), que também não verificaram efeito da suplementação de butirato de sódio sobre o peso corporal e consumo de ração de porcas em lactação. Os referidos autores associaram a falta de resposta no desempenho das porcas a curta duração do fornecimento dessa suplementação.

No entanto, observou-se efeito ( $P<0,05$ ) das diferentes ordens de parto sobre o consumo de ração médio, peso corporal ao parto e ao desmame e produção estimada de leite. O menor consumo de ração médio das porcas primíparas se justifica pelo fato dessas fêmeas não estarem totalmente desenvolvidas corporalmente. Por isso, apresentam capacidade de consumo alimentar inferior, quando comparadas a porcas multíparas (YOUNG *et al.*, 2004). Nesse sentido, porcas mais velhas são mais pesadas e se espera que ingiram mais alimento devido à maior exigência de manutenção durante a lactação (EISSEN; KANIS; KEMP, 2000).

Diante da importância da lactação no ciclo reprodutivo da fêmea suína, é essencial fornecer uma dieta capaz de reduzir a excessiva perda de peso corporal e de espessura de toucinho nessa fase. O aproveitamento adequado dos nutrientes da ração na lactação previne a ocorrência de problemas reprodutivos. Além disso, a maior perda de peso na lactação é associada também a um aumento no intervalo desmame-estro – IDE (ULGUIM; BIANCHI; LUCIA JR, 2015).

Assim, diante dos benefícios já comprovados do butirato de sódio no desempenho de suínos (PIVA *et al.*, 2002; KOTUNIA *et al.*, 2004), esperava-se que as porcas que receberam suplementação deste aditivo mantivessem a integridade corpórea em decorrência do melhor aproveitamento dos nutrientes da ração. Contudo, não foi observada diferença significativa na espessura de toucinho, perda de composição química corporal e perda de peso percentual entre as porcas que receberam suplementação de butirato de sódio e as que receberam a ração controle.

O fato de o IDE não ter sido influenciado pelos tratamentos está de acordo com resultados de estudos efetuados na última década, os quais mostram que, em genótipos modernos, esse parâmetro nem sempre é influenciado pelo grau de catabolismo lactacional (MEJIA-GUADARRAMA *et al.*, 2002; VINSKY *et al.*, 2006; SCHENKEL *et al.*, 2010).

Quanto à produção estimada de leite, as porcas primíparas possuem potencial genético produtivo semelhante às porcas múltíparas. Contudo, observou-se um aumento na produção de leite conforme o aumento no número de partos, onde as matrizes de primeiro parto apresentaram a menor produção. A ordem de parto pode afetar a distribuição de energia e/ou proteína entre o tecido maternal e mamário durante a lactação, uma vez que fêmeas jovens exigem nutrientes para o crescimento corporal (MELLAGI *et al.*, 2010a), inclusive do aparelho mamário.

Não houve interação entre a suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto no desempenho das leitegadas das fêmeas estudadas (Tabela 3). A suplementação de butirato de sódio não influenciou ( $P>0,05$ ) o desempenho das leitegadas. Esse resultado é similar ao encontrado por Wang *et al.* (2014) e Jang *et al.* (2017) que não verificaram diferença no crescimento das leitegadas, durante o período de aleitamento, de porcas suplementadas com butirato de sódio durante a lactação das que não receberam esse aditivo.

Todavia, para o peso da leitegada equalizada às 48 horas após o parto, peso da leitegada ao desmame e, conseqüentemente, ganho de peso diário da leitegada, observou-se influência ( $P<0,05$ ) das ordens de parto. Conforme Bierhals *et al.* (2011), o desempenho e a viabilidade dos leitões na lactação são dependentes, dentre outras coisas, da produção de leite. Diante da menor produção de leite das porcas de primeiro parto do presente trabalho, já era esperado que suas leitegadas apresentassem desempenho inferior ao das leitegadas das porcas múltíparas.

O estado metabólico da porca durante a lactação sofre influência de fatores como a quantidade de nutrientes absorvidos e a quantidade de reservas corporais (BIERHALS *et al.*, 2011). Além disso, a mobilização de reservas corporais em matrizes primíparas nem sempre é capaz de compensar o déficit de proteína (REVELL *et al.*, 1998). Devido ao menor consumo de ração, pode ocorrer um comprometimento na produção de leite e, conseqüentemente, no desempenho da leitegada.

Tabela 2 – Parâmetros produtivos de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido durante 24 dias de lactação

Parâmetros	Suplementação (Supl)				Ordem de parto (OP)				CV <sup>3</sup> (%)	<i>p</i> -valor		
	Controle <sup>1</sup>	0,1% BS <sup>2</sup> revestido	0,2% BS revestido	0,066% BS não revestido	1	2	3 e 4	5 a 7		Supl	OP	Supl*OP <sup>4</sup>
Consumo de ração (kg)												
Total	127,94	129,77	131,26	130,62	127,95	127,70	133,44	131,00	11,59	0,7873	0,2651	0,3148
Médio	5,25	5,66	5,53	5,55	5,32b	5,47ab	5,79a	5,68a	9,61	0,6136	0,0003	0,2080
Peso corporal (kg)												
Ao parto	226,04	227,34	224,22	226,37	188,08d	214,41c	238,24b	263,23a	8,59	0,9092	<0,0001	0,0695
Ao desmame	195,89	214,12	209,91	209,88	176,20d	196,40c	223,26b	248,94a	10,00	0,7839	<0,0001	0,3588
Espessura de toucinho (mm)												
Ao parto	16,93	16,26	16,37	17,11	16,42	16,69	16,16	17,42	16,49	0,4491	0,1494	0,1247
Ao desmame	14,08	14,17	13,85	14,53	13,88	13,41	14,37	15,01	19,32	0,7489	0,0551	0,3680
Perda de composição química corporal <sup>5</sup>												
Proteína (kg)	15,27	15,47	18,48	17,66	13,72	17,47	17,83	17,56	74,83	0,6247	0,3169	0,0901
Lipídeo (kg)	3,88	3,31	4,14	4,36	3,48	4,93	3,14	4,13	114,24	0,7266	0,3506	0,4077
Energia (kcal)	97.647,38	72.704,69	100.322,44	106.073,85	89.390,46	108.096,87	90.859,38	106.312,70	58,67	0,6824	0,3019	0,1725
PerdaPerc <sup>6</sup> (%)	8,40	8,72	10,35	9,85	9,45	10,18	3,39	8,30	77,28	0,5719	0,6855	0,1447
IDE <sup>7</sup> (dias)	4,59	4,60	4,39	4,52	4,59	4,26	4,51	4,74	20,62	0,7841	0,2460	0,2231
PEL <sup>8</sup> (kg/dia)	12,82	11,96	12,34	12,44	11,19b	12,39ab	12,40ab	12,84a	18,16	0,7512	0,0023	0,0750

<sup>1</sup>Sem adição de butirato de sódio; <sup>2</sup>Butirato de sódio; <sup>3</sup>Coefficiente de variação; <sup>4</sup>Interação entre a suplementação de butirato de sódio e ordem de parto; <sup>5</sup>Estimada a partir de equações de predição para a composição química de porcas a partir de peso vivo vazio (PVV, kg) e espessura de toucinho (P2, mm) publicadas por Dourmad *et al.* (1997). Proteína (kg) = 2,28 (± 2,22) + 0,178 (± 0,017) PVV - 0,333 (± 0,067) P2; Lipídeo (kg) = - 26,4 (± 4,5) + 0,221 (± 0,030) PVV + 1,331 (± 0,140) P2; Energia (Mcal) = - 257 (± 38) + 3,267 (± 0,268) PVV + 10,99 (± 1,18) P2; <sup>6</sup>Perda de peso percentual; <sup>7</sup>Intervalo desmame-estro; <sup>8</sup>Produção estimada de leite considerando ganho de peso da leitegada (GPD), número de leitões da leitegada e teor de matéria seca do leite (19%) aplicado à equação de Noblet e Etienne (1989): PEL (kg/dia) = ((0,718\*GPD - 4,9)\*n° de leitões)/0,19; Médias seguidas de letra diferente, nas linhas, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).



Tabela 3 – Desempenho da leitegada de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido

Parâmetros <sup>1</sup>	NL48h	NLD	PL48h (kg)	PLD (kg)	GPDL (kg/d)
<b>Suplementação</b>					
Controle <sup>2</sup>	12,83	12,00	19,09	73,70	2,59
0,1% BS <sup>3</sup> revestido	12,85	11,93	19,24	74,67	2,55
0,2% BS revestido	13,03	12,26	18,72	74,75	2,59
0,066% BS não revestido	12,95	11,86	18,96	74,48	2,65
<b>Ordem de parto</b>					
1	12,87	12,07	17,21b	69,54b	2,38b
2	12,82	11,98	19,27ab	75,44ab	2,65a
3 e 4	12,95	11,91	19,00ab	75,07ab	2,64a
5 a 7	12,99	12,08	20,51a	77,55a	2,71a
CV <sup>4</sup> (%)	4,36	7,75	17,39	13,97	15,64
<i>p-valor</i>					
Suplementação	0,2170	0,2343	0,9144	0,9697	0,7302
Ordem de parto	0,4906	0,8173	<0,0001	0,0016	0,0004
Suplementação*OP <sup>5</sup>	0,6335	0,0978	0,0632	0,1533	0,0875

<sup>1</sup>NL48h: número de leitões equalizados às 48 horas; NLD: número de leitões desmamados; PL48h: peso da leitegada equalizada às 48 horas; PLD: peso da leitegada ao desmame; GPDL: ganho de peso diário da leitegada; <sup>2</sup>Sem adição de butirato de sódio; <sup>3</sup>Butirato de sódio; <sup>4</sup>Coefficiente de variação; <sup>5</sup>Interação entre a suplementação de butirato de sódio e ordem de parto; Médias seguidas de letra diferente, nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Não houve interação entre a suplementação de butirato e as diferentes ordens de parto nos parâmetros sanguíneos das porcas estudadas (Tabela 4). Não foi observado efeito (P>0,05) dos tratamentos sobre os parâmetros sanguíneos avaliados. Os valores de glicose, triglicerídeos e ácidos graxos não esterificados, encontrados no presente estudo, podem ser considerados normais, de acordo com a literatura (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 2008; LANFERDINI *et al.* 2013; VERSCHUREN, 2015). Kaneko, Harvey e Bruss (2008) preconizam valores de 85-150 mg/dL para glicose em suínos. Contudo, os valores ligeiramente mais baixos encontrados no presente trabalho são justificados pelo fato da glicose, em fêmeas lactantes, ser usada para atender à energia de manutenção da glândula mamária, além de ser precursora primária para a síntese de lactose (MELLAGI *et al.*, 2010b).

Com o uso de aditivos capazes de melhorar o aproveitamento dos nutrientes da dieta, como o butirato de sódio, espera-se que os metabólitos utilizados na síntese do leite sejam provenientes, em grande parte, da dieta. Em relação aos ácidos graxos não esterificados, quantificar níveis baixos desse metabólito sugere que a utilização dos ácidos graxos para a síntese do leite ocorre principalmente a partir dos triglicerídeos sanguíneos, uma vez que a contribuição dos ácidos graxos não esterificados como precursor para a síntese do

leite é importante no início da lactação e com grandes leitegadas, quando ocorrem o balanço energético negativo e a mobilização de gordura corporal (MELLAGI *et al.*, 2010b).

Tabela 4 – Parâmetros sanguíneos de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido

Parâmetros	Glicose (mg/dL)	Triglicerídeos (mg/dL)	AGNE <sup>1</sup> (mmol/L)
<b>Suplementação</b>			
Controle <sup>2</sup>	83,07	124,27	0,17
0,1% BS <sup>3</sup> revestido	80,61	139,21	0,17
0,2% BS revestido	85,50	128,23	0,21
0,066% BS não revestido	78,00	129,06	0,23
<b>Ordem de parto</b>			
1	83,92	129,36	0,17
2	81,86	125,80	0,17
3 e 4	79,20	130,37	0,20
5 a 7	82,71	131,35	0,21
CV <sup>4</sup> (%)	18,53	13,46	70,03
<i>p-valor</i>			
Suplementação	0,6155	0,0948	0,5857
Ordem de parto	0,8603	0,9254	0,7057
Suplementação*OP <sup>5</sup>	0,9028	0,0564	0,8206

<sup>1</sup>Ácidos graxos não esterificados; <sup>2</sup>Sem adição de butirato de sódio; <sup>3</sup>Butirato de sódio; <sup>4</sup>Coefficiente de variação;

<sup>5</sup>Interação entre a suplementação de butirato de sódio e ordem de parto; Médias seguidas de letra diferente, nas colunas, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Observou-se interação da suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto nos teores dos ácidos caprílico (C8:0), mirístico (C14:0), lignocérico (C24:0), erúcido (C22:1n9) e araquidônico (C20:4n6) presentes no leite das porcas (Tabela 5). Contudo, não houve interação dos fatores estudados na composição química do leite e nos teores de ácido palmítico (C16:0), oleico (C18:1n9) e linoleico (C18:2n6), considerados os principais ácidos graxos presentes no leite de porcas (HURLEY, 2015).

O ácido butírico (C4:0) presente no leite das porcas foi influenciado pela suplementação de butirato de sódio, uma vez que as porcas que receberam a ração controle apresentaram o menor teor desse ácido em seu leite. A ordem de parto também influenciou no teor de C4:0 do leite, onde o menor valor foi observado no leite de porcas de primeiro parto.

Ao desdobrar a interação da suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto sobre o teor de ácido caprílico (C8:0), verificou-se que as matrizes de primeira e segunda ordens de parto, que receberam 0,2% de butirato de sódio revestido, tiveram os níveis mais elevados desse ácido graxo no leite que as demais porcas que receberam a mesma suplementação (Tabela 6).

A suplementação de 0,066% de butirato de sódio não revestido influenciou o teor de ácido mirístico (C14:0), sendo possível observar que a quantidade de C14:0 presente no leite das porcas de 2ª ordem de parto diferiu das de 3ª e 4ª ordem de parto. Além disso, foi possível observar o efeito da suplementação de butirato de sódio nas fêmeas de 2ª ordem de parto, em que as matrizes que receberam 0,066% de butirato de sódio não revestido apresentaram o teor mais elevado de ácido mirístico em seu leite em relação àquela que receberam suplementação de 0,2% de butirato de sódio revestido e as que receberam ração controle (Tabela 6).

O teor do ácido lignocérico (C24:0) no leite das porcas estudadas foi maior naquelas que receberam 0,1% de butirato de sódio revestido, já que os valores desse ácido graxo no leite de porcas de primeiro e segundo parto diferiram das demais que receberam a mesma ração. Ainda, foi verificada a influência da suplementação de butirato de sódio nas matrizes de primeiro parto, pois se verificou que primíparas suplementadas com 0,2% de butirato de sódio revestido apresentaram a maior quantidade de ácido lignocérico que as primíparas que receberam as demais rações (Tabela 6).

A suplementação de 0,1% de butirato de sódio revestido influenciou no nível do ácido erúico (C22:1n9), visto que as matrizes de 2ª ordem de parto apresentaram a maior quantidade deste ácido graxo, diferindo das demais fêmeas que receberam a mesma suplementação. Também foi possível verificar o efeito da suplementação de butirato de sódio nas matrizes mais velhas, de 5ª a 7ª ordem de parto. Nessas ordens, o valor de C22:1n9 das porcas suplementadas com 0,066% de butirato de sódio não revestido diferiu das fêmeas que receberam a dieta controle (Tabela 6).

O teor de ácido araquidônico (C20:4n6) no leite das porcas estudadas foi influenciado pela suplementação de 0,066% de butirato de sódio não revestido, porquanto as matrizes de 3ª e 4ª ordem de parto apresentaram valor maior em relação às fêmeas de 5ª a 7ª ordem de parto (Tabela 6).

A modulação dos ácidos graxos presentes no leite das porcas pode ser benéfica para leitões lactentes, pois ácidos graxos de cadeia curta, como o ácido butírico (C4:0), e média, como o ácido caprílico (C8:0) e o ácido mirístico (C14:0), são mais digeríveis e podem ser absorvidos e oxidados mais eficazmente pelos leitões recém nascidos (CHIANG *et al.*, 1990; VERUSSA, 2015), sendo utilizados como fonte de energia para esses animais.

Apesar dos ácidos graxos saturados e de cadeia longa, como o araquídico (C20:0) e o lignocérico (C24:0), apresentarem coeficientes de absorção menores que ácidos graxos insaturados e de cadeia curta e média (GONZÁLEZ; SILVA, 2006; BERTECHINI, 2012),

estes podem ser utilizados pelos leitões já nas primeiras horas de vida, pois a regulação da oxidação de ácidos graxos de cadeia longa é feita pela enzima carnitina palmitoil tranferase I – CPTI (KARLIC *et al.*, 2002), e sua atividade nas mitocôndrias hepáticas de leitões pode dobrar do nascimento às 24 horas de vida (XI; MATSEY; ODLE, 2012), assim como a taxa de oxidação desses ácidos graxos.

Os ácidos graxos poli-insaturados ômega-6, como o ácido araquidônico (C20:4n6), são precursores dos eicosanoides, moléculas envolvidas no processo inflamatório e formação de coágulos (PERINI *et al.* 2010), importantes na proteção do organismo contra infecções e lesões.

Tabela 5 – Composição química e perfil de ácidos graxos do leite de porcas de diferentes ordens de parto suplementadas com butirato de sódio revestido e não revestido

Parâmetros	Suplementação (Supl)				Ordem de parto (OP)				CV <sup>3</sup> (%)	<i>p</i> -valor		
	Controle <sup>1</sup>	0,1% BS <sup>2</sup> revestido	0,2% BS revestido	0,066% BS não revestido	1	2	3 e 4	5 a 7		Supl	OP	Supl*OP <sup>4</sup>
<b>Composição do leite</b>												
Dens <sup>5</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	1,06	1,06	1,05	1,05	1,06	1,07	1,06	1,04	3,69	0,5067	0,1294	0,1056
Ext seco <sup>6</sup> (%)	20,21	20,15	20,01	19,72	20,10	20,02	20,03	19,94	5,48	0,6987	0,9811	0,6975
Lipídio (%)	11,33	11,41	10,92	10,80	11,00	11,23	11,19	11,04	8,07	0,2552	0,8992	0,5613
Proteína (%)	6,04	5,90	5,98	5,93	5,98	5,98	5,95	5,93	4,84	0,6500	0,9432	0,9085
Lactose (%)	5,26	5,29	5,22	5,28	5,22	5,29	5,30	5,24	5,01	0,4546	0,8168	0,4006
pH	6,89	6,87	6,87	6,83	6,90	6,88	6,84	6,86	1,52	0,6688	0,4482	0,7833
<b>Ácidos graxos saturados</b>												
Total (%)	34,35	30,12	32,38	37,87	38,82	32,22	30,10	33,58	35,74	0,4273	0,3044	0,2265
C4:0	4,61c	5,38bc	8,47ab	9,62 <sup>a</sup>	4,67b	7,14ab	7,94a	8,32a	42,35	0,0003	0,0141	0,9924
C6:0	0,015	0,015	0,013	0,008	0,014	0,019	0,010	0,009	125,09	0,6474	0,4356	0,4879
C8:0	0,011	0,007	0,019	0,015	0,013ab	0,021a	0,009b	0,009b	90,92	0,0449	0,0308	0,0265
C10:0	0,074	0,093	0,081	0,114	0,115	0,075	0,096	0,077	54,84	0,2152	0,1573	0,1942
C12:0	0,136	0,154	0,148	0,142	0,166	0,137	0,142	0,136	56,89	0,9554	0,7581	0,8825
C14:0	2,576	2,920	3,288	4,712	3,328	3,983	2,922	3,263	58,41	0,0433	0,6501	0,0495
C16:0	9,412	9,577	8,207	8,823	9,801	9,001	7,978	9,240	30,29	0,5757	0,3392	0,2799
C18:0	6,724	4,758	5,284	5,277	6,918	5,045	4,441	5,640	57,00	0,4353	0,2294	0,5503
C20:0	0,084	0,151	0,078	0,041	0,113	0,097	0,043	0,101	110,07	0,0543	0,2276	0,5502
C22:0	0,117	0,119	0,124	0,023	0,168	0,075	0,062	0,158	202,91	0,4188	0,5969	0,9366
C24:0	0,076b	0,190 <sup>a</sup>	0,087b	0,092b	0,144a	0,126ab	0,082b	0,093b	47,86	<0,0001	0,0094	<0,0001
<b>Ácidos graxos monoinsaturados</b>												
Total (%)	33,75	35,31	37,25	35,56	31,78	37,00	36,69	36,40	21,51	0,7191	0,2975	0,1981
C14:1	0,118	0,147	0,129	0,150	0,174	0,112	0,143	0,116	61,68	0,7443	0,2275	0,9700
C16:1	6,432	7,505	7,282	8,106	7,608	4,941	8,649	8,127	45,58	0,6955	0,1104	0,3370
C18:1n9	24,007	22,826	26,507	24,881	22,005	28,175	22,700	25,340	24,64	0,4707	0,0909	0,4261
C20:1n9	0,142	0,091	0,146	0,111	0,111	0,157	0,092	0,131	78,67	0,4046	0,3831	0,2384
C22:1n9	0,074b	0,432ab	0,377a	0,327ab	0,097	0,433	0,344	0,336	120,14	0,0878	0,1848	0,0001
<b>Ácidos graxos polinsaturados</b>												

Total (%)	31,91	35,11	30,42	26,57	29,46	30,79	32,53	31,24	31,57	0,2090	0,8793	0,7798
C18:2n6	23,000	27,296	26,042	22,090	23,889	24,062	24,775	25,703	45,05	0,6199	0,9689	0,7509
C18:3n6	0,057	0,100	0,140	0,091	0,098	0,097	0,094	0,100	78,95	0,0652	0,9952	0,2452
C18:3n3	2,571	2,244	2,941	2,230	3,393	1,904	2,267	2,423	69,93	0,7152	0,2480	0,1942
C20:2	0,175	0,243	0,263	0,232	0,179	0,289	0,231	0,212	68,07	0,4953	0,4521	0,7030
C20:3n6	0,084	0,072	0,088	0,043	0,064	0,095	0,061	0,067	79,89	0,1958	0,5309	0,2484
C20:3n3	0,139	0,219	0,185	0,164	0,210	0,185	0,158	0,153	74,96	0,4556	0,6256	0,1864
C20:4n6	0,038	0,039	0,080	0,040	0,043	0,059	0,060	0,035	83,46	0,0244	0,2179	0,0326
C22:2	0,014	0,006	0,010	0,013	0,014	0,007	0,011	0,010	139,18	0,5546	0,7410	0,9707
C22:6n3	0,096	0,212	0,108	0,100	0,030	0,173	0,115	0,198	119,50	0,2567	0,0565	0,1613

<sup>1</sup>Sem adição de butirato de sódio; <sup>2</sup>Butirato de sódio; <sup>3</sup>Coefficiente de variação; <sup>4</sup>Interação entre a suplementação de butirato de sódio e ordem de parto; <sup>5</sup>Densidade; <sup>6</sup>Extrato seco; Médias seguidas de letra diferente, nas linhas, diferem entre si pelo Teste de Tukey (P<0,05).

Tabela 6 – Desdobramento das interações entre a suplementação de butirato de sódio e as diferentes ordens de parto sobre teores de diversos ácidos graxos no leite de porcas

Suplementação	Ácido caprílico (C8:0)			
	Ordens de parto			
	1 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup> e 4 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup> a 7 <sup>a</sup>
Controle	0,004	0,015	0,015	0,011
0,1% BS revestido	0,008	0,009	0,000	0,012
0,2% BS revestido	0,015ab	0,044a	0,010b	0,006b
0,066% BS não revestido	0,024	0,019	0,011	0,008
	Ácido mirístico (C14:0)			
Controle	3,031	1,447B	2,541	3,285
0,1% BS revestido	3,367	3,583AB	2,180	2,550
0,2% BS revestido	3,804	1,780B	3,929	3,639
0,066% BS não revestido	3,111ab	9,121aA	3,038b	3,577ab
	Ácido lignocérico (C24:0)			
Controle	0,084B	0,077	0,051	0,093
0,1% BS revestido	0,340aA	0,294a	0,051b	0,076b
0,2% BS revestido	0,103B	0,060	0,075	0,109
0,066% BS não revestido	0,049B	0,072	0,153	0,094
	Ácido erúxico (C22:1n9)			
Controle	0,000	0,134	0,039	0,124B
0,1% BS revestido	0,107b	1,388a	0,108b	0,126bB
0,2% BS revestido	0,190	0,128	0,250	0,940A
0,066% BS não revestido	0,092	0,084	0,979	0,152AB
	Ácido araquidônico (C20:4n6)			
Controle	0,005	0,067	0,036	0,044
0,1% BS revestido	0,069	0,025	0,029	0,035
0,2% BS revestido	0,059ab	0,119ab	0,119a	0,021b
0,066% BS não revestido	0,038	0,027	0,055	0,041

Valores na mesma coluna, seguidos por letras maiúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05);  
Valores na mesma linha, seguidos por letras minúsculas iguais, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

#### **4 CONCLUSÃO**

A suplementação dietética de butirato de sódio, revestido ou não, para porcas em lactação modula o perfil de ácidos graxos no leite, porém não influencia o desempenho e os parâmetros sanguíneos das porcas e o desempenho dos leitões.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. L. T.; LANFERDINI, E.; FONSECA, L. S.; MOREIRA, R. H. R.; SARAIVA, A. Recentes Avanços e Implicações Práticas do Uso de Aminoácidos Industriais na Nutrição de Porcas Reprodutoras. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, n. 1, p. 31-41, 2013.
- ABREU, M. L. T.; SARAIVA, A.; LANFERDINI, E.; FONSECA, L. S.; MOREIRA, R. H. R.; SILVA, M. D.; GARBOSSA, C. A. P.; SILVEIRA, H. Aditivos para matrizes suínas em produção. **Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**. VI Congresso Latino-Americano de Nutrição Animal, Estância de São Pedro, 2014. Disponível em: <http://www.cbna.com.br/site/documentos/clana/palestras/Palestras%20SU%C3%8DNOS/Palestra%20M%C3%A1rvio%20Lob%C3%A3o%20Teixeira%20de%20Abreu%20EDITORADA.pdf>
- AHERNE, F.; FOXCROFT, G.R. Manejo das marrãs e fêmeas de primeiro parto: Parte III. Estabelecendo alvos de crescimento para marrãs de reposição. In: Simpósio Internacional de Reprodução e de Inseminação Artificial em suínos, 8, 2000, Foz de Iguaçu. **Anais...**, Foz do Iguaçu, 2000, p.106-109.
- AHMED, S. T.; HWANG J. A.; HOON, J.; MUN, H. S.; YANG, C. J. Comparison of single and blend acidifiers as alternative to antibiotics on growth performance, fecal microflora, and humoral immunity in weaned piglets. **Asian Australasian Journal Animal Science**, v. 27, n. 1, p. 93-100, 2014.
- ANDRADE, T. S. **Uso da betaína em rações para fêmeas suínas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo**. 2014. 51 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza. 2014.
- ANDRADE, T. S.; WATANABE, P. H.; ARAÚJO, L. R. S.; EVANGELISTA, J. N. B.; FREITAS, E. R. Betaína em rações para fêmeas suínas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, 2016.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, J. S.; SOUZA, G. A. de; BONA FILHO, A. **Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal: os alimentos**. 4. ed. São Paulo: Nobel, 1981. 1 v. 395 p.
- BARRILLI, L. N. E. **Avaliação da fonte e dos níveis de inclusão de cálcio sobre o desempenho produtivo de fêmeas suínas durante a lactação**. 2015. 44 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Curso de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2015.
- BEARE-ROGER, J. L. Docosenoic acids in dietary fats. **Progress in the Chemistry of Fats and other Lipids**. v. 15, p. 29-56, 1977.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástricos**. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2012. 373 p.
- BIAGI, G.; PIVA, A.; MOSCHINI, M.; VEZZALI, E.; ROTH, F. X. Performance, intestinal microflora, and wall morphology of weanling pigs fed sodium butyrate. **Journal of Animal Science**, v. 85, n. 5, p. 1184-1191, 2007.

- BIERHALS, T., GONÇALVES MELLAGI, A. P., HEIM, G., BERNARDI, M. L., WENTZ, I., & PANDOLFO BORTOLOZZO, F. Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 1, 2011.
- BORGES, K. M.; OLIVEIRA, H. F.; XAVIER, H. P. F.; MASCARENHAS, A. G. Uso de acidificantes na nutrição de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 2, p. 4004-4015, 2015.
- BOYD, R. D.; TOUCHETTE, K. J.; CASTRO, G. C.; JOHNSTON, M. E.; LEE, K. U. Recent advances in the nutrition of the prolific sow. **Asian-Australian Association of Animal Production Societies**, v. 13, n. Special iss., p. 261-277, 2000.
- BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Alternativas ao uso de antibióticos como promotores de crescimento em rações de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 6, n. 2, p. 856-875, 2009.
- BUGAUT, M. Occurrence, absorption and metabolism of short chain fatty acids in the digestive tract of mammals. **Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Comparative Biochemistry**, v. 86, n. 3, p. 439-472, 1987.
- CAMPOS, F. G. C. M.; HABR-GAMA, A.; PLOPPER, C.; TERRA, R. M.; WAITZBERG, D. L. Ácidos graxos de cadeia curta e doenças colorretais. **Revista Brasileira de Coloproctologia**, v. 19, n. 1, p. 11-16, 1999.
- CANIBE, N.; JENSEN, B. B. Influence of maternal faecal microflora on colonization of the newborn piglets. In: **International Symposium pm Digestive Physiology of Pigs**. 2009. p. 59-59.
- CHIANG, S. H.; PETTIGREW, J. E.; CLARKE, S. D.; CORNELIUS, S. G. Limits of medium-chain and long-chain triacylglycerol utilization by neonatal piglets. **Journal of animal science**, v. 68, n. 6, p. 1632-1638, 1990.
- CLAUS, R.; GÜNTNER, D.; LETZGUSS, H. Effects of feeding fat-coated butyrate on mucosal morphology and function in the small intestine of the pig. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 91, n. 7-8, p. 312-318, 2007.
- CLINE, J. L. Effect of feeding MICRO-AID on stillbirths, preweaning mortality, blood oxygen values of piglets and blood urea nitrogen in sows. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 1, p. 189, 1996.
- CLOSE W.H.; COLE D.J.A. **Nutrition of sows and boars**. Nottingham: University Press, 2000. 377p.
- CLOWES, E. J.; AHERNE, F. X.; FOXCROFT, G. R. Effect of delayed breeding on the endocrinology and fecundity of sows. **Journal of Animal Science**, v. 72, n. 2, p. 283-291, 1994.
- CLOWES, E. Sow body condition: lifetime sow performance risk factors. In: ALLEN D. LEMAN SWINE PRE-CONFERENCE REPRODUCTION WORKSHOP, 2006, Saint Paul, Minnesota. **Proceedings...** Saint Paul, 2006. p.8-24.

COOPER, D. R.; PATIENCE, J. F.; ZIJLSTRA, R. T.; RADEMACHER, M. Effect of energy and lysine intake in gestation on sow performance. **Journal of Animal Science**, v. 79, n. 9, p. 2367-2377, 2001.

CORASSA, A. **Mananoligossacarídeos, ácidos orgânicos, probióticos e níveis de ácido fólico em dietas para leitões de 21 a 49 dias de idade**. 2004. 65 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2004.

COSGROVE, J. R.; FOXCROFT, G. R. Nutrition and reproduction in the pig: ovarian aetiology. **Animal Reproduction Science**, v. 42, n. 1-4, p. 131-141, 1996.

CROMWELL, G. L.; MONEGUE, H. J.; STAHLY, T. S. Long-term effects of feeding a high copper diet to sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**, v. 71, n. 11, p. 2996-3002, 1993.

DOURMAD, J. Y.; ETIENNE, M.; NOBLET, J.; CAUSEUR, D. Prediction de la composition chimique des truies reproductrices a partir du poids vif et de l'épaisseur de lard dorsal. **Journées Recherche Porcine**, v. 29, p. 255-262, 1997.

DOURMAD, J. Y.; ÉTIENNE, M.; VALANCOGNE, A.; DUBOIS, S.; VAN MILGEN, J.; NOBLET, J. InraPorc: a model and decision support tool for the nutrition of sows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 143, n. 1, p. 372-386, 2008.

DOURMAD, J. Y.; NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of protein and lysine supply on performance, nitrogen balance, and body composition changes of sows during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 2, p. 542-550, 1998.

DUENGELHOEF, M. Aditivos Sensoriais. In: VIEIRA, S. L. (Ed.). **Consumo e preferência alimentar dos animais domésticos**. Londrina: Phytobiotics, 2010. p.290-314.

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

FANG, C. L.; SUN, H.; WU, J.; NIU, H. H.; FENG, J. Effects of sodium butyrate on growth performance, haematological and immunological characteristics of weanling piglets. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 98, n. 4, p. 680-685, 2014.

FÁVERO, J. A.; FIGUEIREDO, E. A P. Evolução do melhoramento genético de suínos no Brasil. **Revista Ceres**, v. 56, n. 4, p. 420-427, 2009.

FELIN, F. P. **Eficiência lactacional de porcas com diferentes ordens de parto**. 2017. 42 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2017.

FURTADO, J. M. S. **Exigência de energia metabolizável de fêmeas suínas primíparas em lactação**. 2013. 50 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

GALFI, P.; BOKORI, J. Feeding trial in pigs with a diet containing sodium nbutyrate. **Acta Veterinaria Hungarica**, v. 38, p. 3-17, 1990.

GARCIA, A. M. L. **Desempenho e metanálise dos níveis de lisina digestível para porcas lactantes**. 2015. 60 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande. 2015.

GAUTHIER, R. La Salud Intestinal: Clave de la productividad (El caso de los Ácidos Orgánicos). In: Precongreso Científico Avícola IASA, XXVII Convención ANECA-WPDC. Puerto Vallarta, Jal. México, 2002. *Anais eletrônicos...* Disponível em: <http://www.engormix.com/MAavicultura/nutricion/articulos/salud-intestinal-clave-productividadt518/p0.htm>

GONZÁLEZ, D.; SILVA, S.C. **Introdução a bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006. 364 p.

GUILLOTEAU, P.; MARTIN, L.; EECKHAUT, V.; DUCATELLE, R.; ZABIELSKI, R.; VAN IMMERSEEL, F. From the gut to the peripheral tissues: the multiple effects of butyrate. **Nutrition Research Reviews**, v. 23, n. 2, p. 366-384, 2010.

GUILLOTEAU, P.; ZABIELSKI, R.; DAVID, J. C.; BLUM, J. W.; MORISSET, J. A.; BIERNAT, M.; HAMON, Y. Sodium-butyrate as a growth promoter in milk replacer formula for young calves. **Journal of Dairy Science**, v. 92, n. 3, p. 1038-1049, 2009.

HAUPTLI, L.; LOVATTO, P. A. Alimentação de porcas gestantes e lactantes com dietas contendo saponinas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 610-616, 2006.

HU, H.; WANG, M.; ZHAN, X.; LI, X.; ZHAO, R. Effect of different selenium sources on productive performance, serum and milk se concentrations, and antioxidant status of sows. **Biological Trace Element Research**, v.142, p.471–480, 2011.

HU, Z.; GUO, Y. Effects of dietary sodium butyrate supplementation on the intestinal morphological structure, absorptive function and gut flora in chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 132, p.240-249, 2007.

HUANG, C.; SONG, P.; FAN, P.; HOU, C.; THACKER, P.; MA, X. Dietary sodium butyrate decreases postweaning diarrhea by modulating intestinal permeability and changing the bacterial communities in weaned piglets. **The Journal of Nutrition**, v. 145, n. 12, p. 2774-2780, 2015.

HURLEY, W. L. Composition of sow colostrum and milk. In: **The gestating and lactating sow**. Wageningen Academic Publishers, 2015. p. 115-127.

ICHIKAWA, H.; SHINEHA, R.; SATOMI, S.; SAKATA, T. Gastric or rectal instillation of short-chain fatty acids stimulates epithelial cell proliferation of small and large intestine in rats. **Digestive diseases and sciences**, v. 47, n. 5, p. 1141-1146, 2002.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª Ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005. p. 1020

JANG, Y. D.; LINDEMANN, M. D.; MONEGUE, H. J.; MONEGUE, J. S. The effect of coated sodium butyrate supplementation in sow and nursery diets on lactation performance and nursery pig growth performance. **Livestock Science**, v. 195, p. 13-20, 2017.

- JANSSENS, G. e NOLLET, L. Sodium butyrate in animal nutrition. In: II Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal. **Anais...** CBNA. Uberlândia. p. 239-250. 2002.
- JIMENEZ, G.; BLANCH, A.; CASTILLO, M.; MESSENGER, B. Efficacité du probiotique *Bacillus cereus* var. *toyoi* en truies. **Journées Recherche Porcine**, v. 40, p. 225-226, 2008.
- JONES, D. B.; STAHLY, T. S. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 6, p. 1513-1522, 1999.
- KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Ed.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. 6 ed. New York: Academic press, 2008.
- KARLIC, H.; LOHNINGER, S.; KOECK, T.; LOHNINGER, A. Dietary l-carnitine stimulates carnitine acyltransferases in the liver of aged rats. **Journal of Histochemistry & Cytochemistry**, v. 50, n. 2, p. 205-212, 2002.
- KIEFER, Charles. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. **Revista eletrônica nutritime**, v. 2, n. 3, p. 206-220, 2005.
- KIM, S. W.; WU, G.; BAKER, D. H. Ideal protein and dietary amino acid requirements for gestating and lactating sows. **Pig News and Information**, v. 26, n. 4, p. 91N, 2005.
- KING, R. H. Dietary amino acids and milk production. In: VERSTEGEN, M.W.A.; MOUGHAN, P.J.; SCHARMA, J.W. (Eds.) **The lactating sow**. 1ª ed. Wageningen: Wageningen Pers, 1998. p.131-142.
- KOTUNIA, A.; WOLINSKI, J.; LAUBITZ, D.; JURKOWSKA, M.; ROME, V.; GUILLOTEAU, P.; ZABIELSKI, R. Effect of sodium butyrate on the small intestine. **Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 55, p. 59-68, 2004.
- KRAMER, J. K.; FARNWORTH, E. R.; JOHNSTON, K. M.; WOLYNETZ, M. S.; MODLER, H. W.; SAUER, F. D. Myocardial changes in newborn piglets fed sow milk or milk replacer diets containing different levels of erucic acid. **Lipids**, v. 25, n. 11, p. 729-737, 1990.
- LANFERDINI, E.; ANDRETTA, I.; LEHNEN, C. R.; MELCHIOR, R.; SILVA, M. F. R.; GARCIA, G. G. Digestibilidade de dietas e metabolismo de suínos alimentados com dietas contendo extratos cítricos. **Archivos de Zootecnia**, v. 62, n. 238, p. 307-310, 2013.
- LEANDRO, N. S. M.; OLIVEIRA, A. S. C. D.; CAFÉ, M. B.; GONZALES, E.; STRINGHINI, J. H.; CARVALHO, F. B. D.; ANDRADE, M. A. Efeito do prebiótico e do ácido butírico in ovo sobre o desempenho, digestibilidade dos nutrientes da ração e biometria do trato gastrointestinal de pintos submetidos ao jejum. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, n. 4, 2010.
- LEE, A.; GEMMELL, E. Changes in the mouse intestinal microflora during weaning: role of volatile fatty acids. **Infection and immunity**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 1972.
- LIMA, K. R. S.; FERREIRA, A. S.; DONZELE, J. L.; MANNO, M. C.; ARAÚJO, D.; ROSTAGNO, H. S.; SILVA, F. C. O. Desempenho de porcas alimentadas durante a gestação,

do primeiro ao terceiro, com rações com diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1999 – 2006, 2006.

LIMA, M. M. **Ácidos orgânicos em dietas de suínos**. 2016. 67 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2016.

MACHINSKY, T. G.; KESSLER, A. D. M.; RIBEIRO, A. M. L.; MORAES, M. D. L., SILVA, I. C. M.; CORTÉS, M. E. M. Digestibilidade de nutrientes e balanço de Ca e P em suínos recebendo dietas com ácido butírico, fitase e diferentes níveis de cálcio. **Ciência Rural**, v. 40, n. 11, 2010.

MAHAN, D. C. Effect of organic and inorganic selenium sources and levels on sow colostrum and milk selenium content. **Journal of animal science**, v. 78, n. 1, p. 100-105, 2000.

MANZANILLA, E. G.; NOFRARIAS, M.; ANGUITA, M.; CASTILLO, M.; PEREZ, J. F.; MARTIN-ORUE, S. M.; GASA, J. Effects of butyrate, avilamycin, and a plant extract combination on the intestinal equilibrium of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 10, p. 2743-2751, 2006.

MAZZONI, M.; LE GALL, M.; DE FILIPPI, S.; MINIERI, L.; TREVISI, P.; WOLINSKI, J.; BOSI, P. Supplemental sodium butyrate stimulates different gastric cells in weaned pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 138, n. 8, p. 1426-1431, 2008.

MCNAMARA, J. P.; PETTIGREW, J. E. Protein and fat utilization in lactating sows: I. Effects on milk production and body composition 1. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 9, p. 2442-2451, 2002.

MEJIA-GUADARRAMA, C. A.; PASQUIER, A.; DOURMAD, J. Y.; PRUNIER, A.; QUESNEL, H. Protein (lysine) restriction in primiparous lactating sows: Effects on metabolic state, somatotrophic axis, and reproductive performance after weaning 1. **Journal of animal science**, v. 80, n. 12, p. 3286-3300, 2002.

MELLAGI, A. P. G.; ARGENTI, L. E.; FACCIN, J. E. G.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Aspectos nutricionais de matrizes suínas durante a lactação e o impacto na fertilidade. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. Supl 1, p. 181-209, 2010a.

MELLAGI, A. P. G.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Aspectos fisiológicos e endocrinológicos do parto, puerpério e lactação. In: BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I.; BERNARDI, M. L.; RIBEIRO, A. M. L.; MELLAGI, A. P. G.; GAVA, D.; HEIM, G.; SOUZA, L.P.; FRIES, H. C. C. **A fêmea suína em lactação**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2010b. p. 17-70.

MELLAGI, A. P. G.; BIERHALS, T.; PANZARDI, A.; GHELLER, N. B.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Efeito da ordem de parto e da perda de peso durante a lactação no desempenho reprodutivo subsequente de matrizes suínas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 819-825, 2013.

MORAIS, S. C. F. **Utilização de dois teores de butirato no regime de desmame do leitão; Crescimento, digestibilidade e fisiologia digestiva**. 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em

Produção Animal) – Instituto Superior de Agronomia, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 2009.

MORI, K.; ITO, T.; MIYAMOTO, H.; OZAWA, M.; WADA, S.; KUMAGAI, Y.; KURIHARA, Y. Oral administration of multispecies microbial supplements to sows influences the composition of gut microbiota and fecal organic acids in their post-weaned piglets. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 112, n. 2, p. 145-150, 2011.

MROZ, Z. Organic Acids as Potential Alternatives to Antibiotic Growth Promoters for Pigs. **Advances in Pork Production**, v. 16, p. 169 -182, 2005.

NOBLET J.; ETIENNE M.; DOURMAD J. Y. Energetic efficiency of milk production. In: VERSTEGEN M.W.A.; MOUGHAN P.J.; SCHRAMA J.W. (Eds). **The lactating sow**. 1ª ed. Wageningen: Wageningen Pers, 1998. p.113-130.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Effect of energy level in lactating sows on yield and composition of milk and nutrient balance of piglets. **Journal of Animal Science**, v. 63, n. 6, p. 1888-1896, 1986.

PAIVA, F. P.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; APOLÔNIO, L. R.; TORRES, C. A. A.; MOITA, A. M. S. Lisina em rações para fêmeas suínas primíparas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 1971-1979, 2005.

PAIVA, F. P.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; ABREU, M. L. T.; COSTA, E. P. D.; APOLÔNIO, L. R. Energia digestível em rações para porcas primíparas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.2, p.234-241, 2006.

PAPATSIROS, V. G.; CHRISTODOULOPOULOS, G.; FILIPPOPOULOS, L. C. The use of organic acids in monogastric animals (swine and rabbits). **Journal of Cell and Animal Biology**, v. 6, n. 10, p. 154-159, 2012.

PARTANEN, K. H.; MROZ, Z. Organic acids for performance enhancement in pig diets. **Nutrition Research Reviews**, v. 12, n. 1, p. 117-145, 1999.

PAYNE, R. L.; BIDNER, T. D.; FAKLER, T. M.; SOUTHERN, L. L. Growth and intestinal morphology of pigs from sows fed two zinc sources during gestation and lactation. **Journal of animal science**, v. 84, n. 8, p. 2141-2149, 2006.

PENZ JR, A. M.; BRUNO, D.; SILVA, G. Interação nutrição-reprodução em suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 1, p. 183-194, 2009.

PERINI, J. A. D. L.; STEVANATO, F. B.; SARGI, S. C.; VISENTAINER, J. E. L.; DALALIO, M. M. D. O.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V.. Ácidos graxos poli-insaturados n-3 e n-6: metabolismo em mamíferos e resposta imune. **Revista de Nutrição**, v. 23, n. 6, p. 1075-1086, 2010.

PIVA, A.; MORLACCHINI, M.; CASADEI, G.; GATTA, P. P.; BIAGI, G.; PRANDINI, A. Sodium butyrate improves growth performance of weaned piglets during the first period after weaning. **Italian Journal of Animal Science**, v. 1, n. 1, p. 35-41, 2002.

PLUSKE, J. R.; WILLIAMS, I. H.; ZAK, L. J.; CLOWES, E. J.; CEGIELSKI, A. C.; AHENE, F. X. Feeding lactation primiparous sows to establish divergent metabolic states: Milk production and pig growth. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 4, p. 1165-1171, 1998.

POUILLART, P. R. Role of butyric acid and its derivatives in the treatment of colorectal cancer and hemoglobinopathies. **Life Sciences**, v. 63, n. 20, p. 1739-1760, 1998.

PRESSER, K. A.; RATKOWSKY, D. A.; ROSS, T. Modelling the Growth Rate of *Escherichia coli* as a Function of pH and Lactic Acid Concentration. **Applied and Environmental Microbiology**, Tasmania, v. 63, N. 6, p. 2355-2360, 1997.

QUESNEL, H. Nutritional and lactational effects on follicular development in the pig. In: **Proceedings of the 8th International Conference on Pig Reproduction** (Banff, Canada). p.121-134 . 2009.

QUESNEL, H.; PRUNIER, A. Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. **Reproduction Nutrition Development**, v. 35, n. 4, p. 395-414, 1995.

RAMIS, G.; EVANGELISTA, J.N.B.; QUEREDA, J.J.; PALLARÉS, F.J.; FUENTE, J. M. DE LA; MUÑOZ, A. Use of betaine in gilts and sows during lactation: effects on milk quality, reproductive parameters, and piglet performance. **Journal of Swine Health and Production**. v. 19, n.4, p. 226-232, 2011.

REVELL, D. K., WILLIAMS, I. H., MULLAN, B. P., RANFORD, J. L., & SMITS, R. J. Body composition at farrowing and nutrition during lactation affect the performance of primiparous sows: II. Milk composition, milk yield, and pig growth. **Journal of Animal Science**, v. 76, n. 7, p. 1738-1743, 1998.

RIBEIRO, A. M. L.; MORAES, M. L.; MARCOLLA, C. S. Manejo nutricional da fêmea suína na fase de lactação. In: BORTOLOZZO, F. P.; WENTS, I.; BERNARDI, M. L.; RIBEIRO, A. M. L.; MELLAGI, A. P. G.; GAVA, D.; HEIM, G.; SOUZA, L.P.; FRIES, H. C. C. **A fêmea suína em lactação**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 2010. p. 167-178.

ROEDIGER, E.W. Famine, fiber, fatty acids, and failed colonic absorption: does fiber fermentation ameliorate diarrhea?. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 4-8, 1994.

ROSA, L. S.; COSTA FILHO, L. C. C.; QUEIROZ, V. L. D.; SOUZA, M. I. L. Proteína bruta, lisina e energia metabolizável para matrizes suínas em reprodução. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 16, n. 2, p. 191-199, 2013.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMES, P. C.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C.; FERREIRA, A. S.; BARRETO, S. L. T.; EUCLIDES, R. F. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 251p.

ROYALL, D.; WOLEVER, T.; JEEJEEBHOY, K. N. Clinical significance of colonic fermentation. **American Journal of Gastroenterology**, v. 85, n. 10, p1307-1312, 1990.

SANTURIO, J. M. Micotoxinas e micotoxicoses nos Suínos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. S1-S8, 2007.



SCHENKEL, A. C.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**, v. 132, n. 1, p. 165-172, 2010.

SENGUPTA, S.; MUIR, J. G.; GIBSON, P. R. Does butyrate protect from colorectal cancer?. **Journal of Gastroenterology and Hepatology**, v. 21, n. 1, p. 209-218, 2006.

SHELTON, N. W.; YANG, H.; MAHAN, D. C.; NELSEN, J. L.; TOKACH, M. D.; GOODBAND, R. D.; DRITZ, S. S. Effects of Dietary Vitamin E Level and Source on Sow, Milk, and Piglet Concentrations of  $\alpha$ -tocopherol. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, n. 10, p. 17-27, 2012.

SILVA, B. A. N. Nutrição de fêmeas suínas de alta performance reprodutiva nos trópicos. **Suínos & Cia**. Ano VI, n. 37, p. 10-31, 2010.

SILVA, B. A. N.; DONZELE, J. L.; DE ABREU, M. L.; HACKENHAAR, L. Redução de proteína bruta com suplementação de aminoácidos sintéticos em ração para porcas em lactação. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 1, n. 1, p. 44-47, 2004.

SILVA, J. L. **Protease e butirato de sódio nas dietas pré-inicial e inicial de suínos**. 2013. 78 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

SILVA, M. L. F.; LIMA, J. A. F.; CANTARELLI, V. S.; AMARAL, N. O.; ZANGERONIMO, M. G.; FIALHO, E. T. Probióticos e antibióticos como aditivos para matrizes e leitões na fase de creche **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, p. 2453-2459, 2010.

SOUSA, M. S.; FERREIRA, A. S.; TINÔCO, I. D. F. F.; PIRES, L. C. Bem estar e comportamento lactacional de porcas alojadas em diferentes tipos de maternidades durante o inverno. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 2, n. 2, 2012.

STAMATI, S.; ALEXOPOULOS, C.; SIOCHU, A.; SAOULIDIS, K.; KYRIAKIS, S. C. Probiosis in sows by administration of *Bacillus toyoi* spores during late pregnancy and lactation: effect on their health status/performance and on litter characteristics. **International Journal of Probiotics and Prebiotics**, v. 1, n. 1, p. 33, 2006.

SURYANARAYANA, M. V. A. N.; SURESH, J.; RAJASEKHAR, M. V. Organic acids in swine feeding - A Review. **Agricultural Science Research Journals**, v. 2, n. 9, p. 523- 533, 2012.

TAVEIRA, V. M. **Uso de palatabilizante para matrizes suínas lactantes e para os leitões recém-desmamados**. 2017. 46 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2017.

THAKER, M. Y. C.; BILKEI, G. Lactation weight loss influences subsequent reproductive performance of sows. **Animal Reproduction Science**, v. 88, n. 3, p. 309-318, 2005.

THOMPSON, J. L.; HINTON, M. Antibacterial activity of formic and propionic acids in the diet of hens on *Salmonellas* in the crop. **British poultry science**, v. 38, n. 1, p. 59-65, 1997.

TOKACH M. D.; PETTIGREW J. E.; CROOKER B. A.; DIAL G. D.; SOWER A. F. Quantitative influence of lysine and energy intake on yield of milk components in the primiparous sow. **Journal of Animal Science**. v. 70, n. 6, p. 1864-1872, 1992.

TOLEDANO, F. Atualização no uso estratégico de acidificantes. In: RODADA GOIANA DE TECNOLOGIA EM MANEJO DE SUÍNOS, 12, 2008, Goiânia. **Anais...** Goiânia: AGS, 2008. p. 29-35.

ULGUIM, R. R.; BIANCHI, I.; LUCIA JR, T. Fatores associados ao descarte e à longevidade produtiva de fêmeas suínas. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 37, n. 4, p. 339-343, 2015.

VAN DEN BRAND, H.; HEETKAMP, M. J.; SOEDE, N. M.; SCHRAMA, J. W.; KEMP, B. Energy balance of lactating primiparous sows as affected by feeding level and dietary energy source. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 6, p. 1520-1528, 2000.

VAN IMMERSEEL, F.; FIEVEZ, V.; DE BUCK, J.; PASMANS, F.; MARTEL, A.; HAESBROUCK, F.; DUCATELLE, R. Microencapsulated short chain fatty acids in feed modify colonization and invasion early after infection with *Salmonella enteritidis* in young chickens. **Poultry science**, v. 83, p. 69-74, 2004.

VERSCHUREN, L. M. G. **The lactating sow: Absorption, hepatic and mammary metabolism and utilization of dietary nutrients in lactating sows**. 2015. Thesis (European Master of Sustainable Animal Nutrition and Feeding), Wageningen University, Foulum. 2015.

VERUSSA, G. H. Uso de lipídios na nutrição de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 12, n. 5, p. 4288-4301, 2015.

VILAS BOAS, A. D. C. V. **Suplementação de ácidos orgânicos em dietas para leitões na fase de creche**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) – Instituto de Zootecnia, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Nova Odessa. 2014.

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

WANG, J.; YANG, M.; XU, S.; LIN, Y.; CHE, L.; FANG, Z.; WU, D. Comparative effects of sodium butyrate and flavors on feed intake of lactating sows and growth performance of piglets. **Animal Science Journal**, v. 85, n. 6, p. 683-689, 2014.

WEBER, T. E.; KERR, B. J. Effect of sodium butyrate on growth performance and response to lipopolysaccharide in weanling pigs<sup>1</sup>. **Journal of animal science**, v. 86, n. 2, p. 442-450, 2008.

WHITTEMORE, C. T. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. **Livestock Production Science**, v. 46, n. 2, p. 65-83, 1996.

XI, L.; MATSEY, G.; ODLE, J. The effect of 5-aminoimidazole-4-carboxamide ribonucleoside (AICAR) on fatty acid oxidation in hepatocytes isolated from neonatal piglets. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 3, n. 1, p. 30, 2012.

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

ZAK, L. J.; XU, X.; HARDIN, R. T.; FOXCROFT, G. R. Impact of different patterns of feed intake during lactation in the primiparous sow on follicular development and oocyte maturation. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 110, n. 1, p. 99-106, 1997.