

MARCOS HENRIQUE SOARES

**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E LACTOSE EM RAÇÕES PARA LEITÕES
DESMAMADOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

S676n
2018

Soares, Marcos Henrique, 1992-

Níveis de proteína bruta e lactose em rações para leitões
desmamados / Marcos Henrique Soares. – Viçosa, MG, 2018.
vii, 22 f. : il. ; 29 cm.

Inclui anexo.

Orientador: Alysson Saraiva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suínos - Nutrição. 2. Proteínas na nutrição animal.
3. Prebióticos. 4. Lactose. 5. Suínos - Registros de desempenho.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. II. Título.

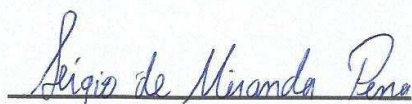
CDD 22. ed. 636.40852

MARCOS HENRIQUE SOARES

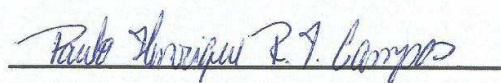
**NÍVEIS DE PROTEÍNA BRUTA E LACTOSE EM RAÇÕES PARA LEITÕES
DESMAMADOS**

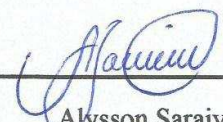
Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 16 de julho de 2018.


Sérgio de Miranda Pena


Gabriel Cipriano Rocha


Paulo Henrique Reis Furtado Campos


Alysson Saraiva
(Orientador)

Agradecimentos

A Deus pela vida e por permitir a realização dos meus objetivos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao departamento de Zootecnia pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Ciência Animal (INCT-CA) pelo apoio financeiro.

Ao Professor Alysson Saraiva pela contribuição à minha formação, pelos conselhos, ensinamentos transmitidos e orientação durante o mestrado e na elaboração e execução deste trabalho.

Aos membros da banca Professores Gabriel C. Rocha, Sérgio M. Pena e Paulo H. R. F. Campos, pela disponibilidade, atenção e contribuições a este trabalho.

Aos funcionários da UEPE em Suinocultura – UFV, pela amizade, companheirismo e ajuda na execução do experimento.

Aos companheiros de “suíno”, Dante, Maykelly, Lívia, Pedro, Matheus, Graziela, Soraia, pela amizade e ajuda na realização deste trabalho. Em especial ao Gustavo, pela boa vontade, dedicação e ajuda na execução do experimento e na realização das análises.

Aos companheiros de mestrado Leonardo Fonseca, Bruna Kreuz e André Ladeira, pela convivência e companheirismo durante estes dois anos.

Aos amigos do Lapada F.C., dos “Abeia” e os amigos recentes e de longa data pelos momentos felizes e de descontração vividos e pelo incentivo durante os anos de graduação e mestrado.

Aos bons amigos nos quais me espelho, Priscila Furtado Campos, Bruno Andreatta e Wilams Gomes, pelos anos de ensinamentos, amizade.

Aos meus pais, José Maria e Ivone, pelo amor, confiança e imensurável suporte que me proporcionam.

As minhas irmãs Amanda e Fernanda pela amizade, carinho, conselhos e companheirismo.

A minha namorada Mayra pelo amor, apoio, compreensão e incentivo.

E a todos que contribuíram de alguma forma, para a realização deste trabalho.

Sumário

| | |
|--|----|
| Resumo | iv |
| Abstract | vi |
| Introdução | 1 |
| Material e métodos | 2 |
| <i>Animais, delineamento e rações experimentais</i> | 2 |
| <i>Procedimentos de abate e coleta de amostras do intestino</i> | 3 |
| <i>Coleta e análise sanguínea</i> | 4 |
| <i>Análises de morfologia intestinal</i> | 4 |
| <i>Análise estatística</i> | 4 |
| Resultados | 5 |
| <i>Desempenho e ureia</i> | 5 |
| <i>Morfometria intestinal</i> | 5 |
| Discussão | 7 |
| <i>Desempenho e ureia no soro</i> | 7 |
| <i>Morfometria intestinal</i> | 9 |
| Conclusão | 11 |
| Referências | 12 |
| Tabela 1 – Composição de ingredientes das rações experimentais | 18 |
| Tabela 2 – Composição nutricional calculada das rações experimentais | 19 |
| Tabela 3 - Efeito dos níveis de lactose e proteína bruta no desempenho e na concentração de ureia sérica de leitões dos 21 aos 35 dias de idade | 20 |
| Tabela 4 - Morfometria intestinal de leitões dos 21 aos 35 dias de idade consumindo rações com diferentes níveis de lactose e proteína bruta | 21 |
| Anexo | 22 |

Resumo

SOARES, Marcos Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2018. **Níveis de proteína bruta e lactose em rações para leitões desmamados.** Orientador: Alysson Saraiva.

Este trabalho foi conduzido com objetivo de avaliar os efeitos de níveis de proteína bruta e lactose no desempenho, na concentração de ureia sérica e na morfologia intestinal de leitões desmamados aos 21 dias de idade. Foram utilizados 144 leitões híbridos comerciais, machos castrados e fêmeas, com peso inicial de $7,17 \pm 0,97$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2×3 , sendo 2 níveis de proteína bruta (PB -20,0 e 24,0%) e 3 níveis de lactose (LAC -8,0; 12,0 e 16,0%), com 8 repetições e 3 animais por unidade experimental. Os tratamentos foram assim constituídos: ração com 20,0% de PB e 8,0% de LAC; ração com 20,0% de PB e 12,0% de LAC; ração com 20,0% de PB e 16,0% de LAC; ração com 24,0% de PB e 8,0% de LAC; ração com 24,0% de PB e 12,0% de LAC; ração com 24,0% de PB e 16,0% de LAC. Não foram observadas interações ($P=0,943$) entre os níveis de PB e LAC das rações para o consumo de ração médio diário (CRD) e ganho de peso médio diário (GPD) ($P=0,910$). Os animais que receberam dietas com 20,0% de PB apresentaram maior CRD ($P=0,008$) e maior GPD ($P<0,05$) em relação aos animais alimentados com 24,0% de PB. Os leitões alimentados com 20,0% de PB apresentaram maior ($P<0,05$) peso médio aos 35 dias. Os animais que consumiram as rações com 20,0% de PB apresentaram menor concentração de ureia sérica ($P<0,001$). Foram observadas interações ($P=0,006$) entre os níveis de LAC e PB sobre a altura de vilosidade do duodeno (AVD). Os animais alimentados com 20,0% de PB apresentaram maior AVD com a utilização de 12,0 ou 16,0% de LAC. Por sua vez, os leitões que consumiram ração com 24,0% de PB tiveram maior AVD com de 16,0% de LAC na ração. Não foram observadas interações ($P=0,095$) entre os níveis de LAC e PB na profundidade de cripta do duodeno (PCD). Foi observada redução ($P=0,010$) da PCD com a suplementação de 12,0 e 16,0% de lactose. Em relação ao nível de PB, os animais que consumiram ração com 20,0% de PB apresentaram maior PCD ($P=0,020$). Os níveis de LAC influenciaram ($P<0,001$) a relação vilo:cripta do duodeno (RVCD). Os níveis de 12,0% e 16,0% de LAC proporcionaram aumento da RVCD. Houve interação ($P=0,001$) entre os níveis de LAC e PB sobre a AV do jejuno (AVJ), foi verificado que o nível de 12,0% de LAC proporcionou maior AVJ nos animais consumindo 24,0% PB na ração. Entretanto, não foram observadas diferenças entre as AVJ dos animais

consumindo 20,0% de PB na ração. A PC do jejuno (PCJ) não foi influenciada ($P=0,540$) pelos níveis de LAC e PB. Não foi observada interação ($P=0,180$) entre os níveis de LAC e PB sobre a RVC do jejuno (RVCJ). A suplementação de 12,0 e 16,0% de LAC promoveu maior ($P<0,001$) RVCJ, que não diferiram entre si. Os animais que receberam ração com 20,0% de PB apresentaram maior ($P=0,029$) RVCJ que os leitões alimentados com 24,0% de PB. Para a AV do íleo (AVI), foi observado interação ($P=0,007$). Avaliando os níveis de LAC em relação ao nível 20,0% de PB, verificou-se maior AVI com a suplementação de 16,0% de LAC. Já os animais suplementados com 24,0% de PB apresentaram maior AVI com o fornecimento de 12,0 e 16,0% de LAC, que não diferiram entre si. Foi observada interação ($P=0,039$) entre os níveis de LAC e PB sobre a PC do íleo (PCI). Dentro do nível de 20,0% de PB, o nível de 16,0% de LAC proporcionou maior PCI dos leitões. No nível de 24,0% de PB não houve alterações na PCI com a suplementação de LAC. Para a RVC no íleo (RVCI) também foi observado efeito interativo ($P<0,001$). Entretanto, no nível de 20,0% de PB as RVCI foram semelhantes. Já para a concentração de 24,0% de PB, os níveis de 12,0% e 16,0% de LAC proporcionaram maior RVCI. Em conclusão, o consumo de ração com 20,0% de PB resulta em maior GPD e CRD de leitões dos 21 aos 35 dias de idade, comparado ao consumo de 24,0% de PB. Em rações com 20,0% de PB, a inclusão de 12,0% de LAC proporciona maior AV no duodeno. A inclusão de 12,0% de LAC em rações com 24,0% de PB resulta em maior AV no jejuno e íleo e maior RVC no íleo dos leitões. A LAC tem maior potencial de efeito sobre morfometria intestinal de leitões consumindo rações com 24,0% de PB.

Abstract

SOARES, Marcos Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July, 2018. **Crude protein and lactose levels in diets for weaned pigs**. Advisor: Alysson Saraiva

This study aimed to evaluate the effects of crude protein and lactose levels for post-weaning piglets on performance, serum urea concentration and intestinal morphology of weaned pigs at 21 days of age. A hundred forty-four crossbred castrated male and female (initial BW=7.17 ± 0.97 kg) were randomly distributed in a 2 × 3 factorial arrangement, where 2 crude protein (CP) levels (20.0 and 24.0%) and 3 levels of lactose (LAC) (8.0, 12.0 and 16.0%) were the main factors, with 8 replicates per treatment and 3 animals per experimental unit. The experimental treatments were: 20.0% CP and 8.0% LAC; 20.0% CP and 12.0% LAC; 20.0% PB and 16.0% LAC; 24.0% CP and 8.0% LAC; 24.0% CP and 12.0% LAC; 24.0% CP and 16.0% LAC. There were no interactions (P=0,943) between CP and LAC levels of diets on feed intake and average daily gain (ADG) (P=0,910). Piglets that received diets with 20.0% CP had higher feed intake (P=0,008) and higher ADG (P<0,05) compared to animals fed with 24.0% CP. Piglets fed with 20.0% CP had higher (P<0,05) average weight at 35 days, regardless of the level of LAC. Piglets fed diets with 20% CP had a lower concentration of serum urea (P<0,001). There were interactions (P=0,006) between the PB and LAC levels on duodenal villus height (DVH). Animals fed with 20.0% of PB presented higher DVH with 12.0 or 16.0% of LAC. On the other hand, animals that were fed with 24.0% of PB had greater DVH with the level of 16.0% of LAC. No interactions (P=0,095) were observed between CP and LAC levels on duodenal crypt depth (DCD). A reduction (P=0,010) was observed in DCD with 12.0 and 16.0% of LAC. Animals fed with 20.0% of CP presented higher DCD (P=0,020). LAC levels influenced (P<0,001) the duodenal villus:crypt ratio (DVCR). Levels of 12.0% and 16.0% of LAC increased VCR. On jejunum, there was interaction between CP and LAC levels on JVH (P = 0.001), where 12.0% of LAC increased JVH of animals fed with 24.0% CP. However, no differences were observed between JVH of animals that consumed 20.0% of CP. Jejunum crypt depth (JCD) was not influenced (P=0,540) by CP and LAC levels. No interaction (P=0,180) was observed between CP and LAC levels on jejunal villus:crypt ratio (JVCR). Supplementation of 12.0 and 16.0% LAC increased (P<0.001) JVCR, but did not differ from each other. Piglets fed with 20.0% CP had higher JVCR (P=0,029) than those that received 24.0% CP. On ileum, an interaction was observed (P=0,007) in ileal

villus height (IVH). Evaluating LAC levels, when 20.0% CP level was supplemented, a higher IVH was observed with 16.0% LAC. On the other hand, piglets supplemented with 24.0% of CP showed higher IVH with 12.0 and 16.0% of LAC. Interaction ($P=0,038$) was observed between CP and LAC levels on ileal crypt depth (ICD). At the level of 20.0% of CP, 16.0% of LAC increased ICD of piglets. When 24.0% CP was supplemented, there were no changes in ICD with LAC consumption. Interaction were also observed on IVCR ($P<0.001$). However, at the level of 20.0% of CP, IVCR were similar. At concentration of 24.0% of CP, 12.0% and 16.0% of LAC levels provided higher VCR. In conclusion, the piglets received diets with 20.0% of CP present higher ADG and feed intake than the animals consuming 24.0% of CP. The inclusion of 12.0% of LAC in diets with 20.0% of CP results in higher VH in the duodenum. In diets with 24.0% CP, the inclusion of 12.0% of LAC provides a higher VH in the jejunum and ileum and higher VCR in the ileum of the piglets. LAC has a greater potential for effect on the intestinal morphometry of piglets consuming diets with 24.0% CP.

Introdução

O período pós-desmame é considerado crítico devido a diversos fatores estressantes. Nesta fase, os leitões são separados da mãe, ocorre a mudança de ambiente, de hierarquia, mudança abrupta na alimentação e nas secreções enzimáticas (Graña, 2010; Jiao et al., 2014). Todas essas alterações, provocam desequilíbrio na microflora intestinal, aumentando a susceptibilidade dos leitões a patógenos entéricos (Alexopoulos et al., 2004), resultando em danos na morfologia intestinal e na função da barreira intestinal, com consequente diarreia (McLamb et al., 2013; Wen et al., 2018), queda no desempenho (Estrada et al., 2001) e aumento da taxa de mortalidade nas primeiras duas semanas após o desmame.

Além disso, dietas para leitões pós-desmame são comumente formuladas com níveis proteicos elevados (Htoo et al., 2007) devido ao alto custo associado ao uso de rações com baixas concentrações proteicas e níveis aminoacídicos adequados, coincidindo com o momento de baixa secreção enzimática e baixa capacidade digestiva dos leitões. Desta forma, parte da proteína dietética segue pelo intestino delgado sem sofrer digestão, chegando ao intestino grosso, onde pode vir a ser fermentada por bactérias potencialmente patogênicas (McLamb et al., 2013).

A fermentação da proteína residual resulta na produção de metabólitos potencialmente tóxicos como amônia, aminas, sulfetos e fenóis que pode prejudicar o metabolismo energético dos enterócitos e colonócitos (Blachier et al., 2007; Wen et al., 2018). Juntamente com a amônia, as aminas biogênicas podem induzir a secreção de cloreto no cólon, aumentando a incidência de diarreia nos leitões (Aumaitre et al., 1995; Kröger et al., 2013).

Uma potencial alternativa para atenuar os efeitos negativos de rações com alta concentração proteica é o aumento dos níveis de lactose na ração. A lactose pode ser usada como substrato fermentativo pelos leitões, uma vez que a atividade da lactase decresce rapidamente após o desmame (Pierce et al., 2007; De Vos et al., 2014; Pieper et al., 2016). Dessa forma, a lactose pode ser considerada um prebiótico, por ser substrato fermentativo para a proliferação microbiana no intestino, utilizada preferencialmente por microrganismos acidófilos como *Lactobacillus* spp. e *Bifidobacterium*, resultando no aumento da concentração de ácido lático, com consequente modulação da composição microbiana pela diminuição do pH intestinal e

melhora da ação das enzimas digestivas intestinais (Pierce et al., 2007; Fukuda et al., 2011; Venema, 2012).

A partir da lactose também são sintetizados ácidos graxos voláteis que proporcionam maior disponibilidade de energia para o epitélio intestinal, refletindo em maior integridade e funcionalidade das vilosidades intestinais (O'Connell et al., 2005; Aureli et al., 2011). No entanto, a magnitude do efeito da lactose pode ser dependente, entre outros fatores, do nível utilizado e da concentração proteica da ração. (Pierce et al. 2006a, 2007).

Desta forma, a hipótese é de que o aumento dos níveis dietéticos de lactose permite o uso de rações com maior concentração de proteína bruta, sem prejudicar o desempenho e a morfologia intestinal de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

O presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de proteína bruta e lactose em rações para leitões desmamados no desempenho e na morfologia intestinal, dos 21 aos 35 dias de idade.

Material e métodos

Todos os métodos envolvendo a manipulação dos suínos seguiram os princípios éticos da pesquisa com animais (CONCEA, 2016) e foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais de Produção (CEUAP) da Universidade Federal de Viçosa (protocolo 14/2017).

Animais, delineamento experimental e rações experimentais

O experimento foi conduzido nas salas de creche da Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão em Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, MG.

Foram utilizados 144 leitões, híbridos comerciais (Agroceres PIC), machos castrados e fêmeas, desmamados aos 21 dias de idade, com peso inicial de $7,17 \pm 0,97$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2×3 , sendo 2 níveis de proteína bruta (20,0 e 24,0%) e 3 níveis de lactose (8,0; 12,0 e 16,0%), com 8 repetições e 3 animais por unidade experimental, representada pela gaiola. Os animais foram alojados durante o período experimental de 14 dias (21 aos 35 dias de idade) em gaiolas metálicas, com pisos plásticos e laterais teladas, dotadas de comedouros semiautomáticos e bebedouros tipo chupeta, localizadas em salas de creche

climatizadas. A temperatura nas salas foi mantida dentro da zona de termoneutralidade durante o período experimental, por meio de aparelhos de ar condicionado.

A temperatura no interior das salas foi registrada diariamente (17:00 h), através de termômetros de máxima e mínima, mantidos em uma gaiola vazia no centro da sala, a meia altura do corpo dos animais.

As rações experimentais (Tabelas 1 e 2) foram formuladas para atender às exigências nutricionais de suínos na fase pré-inicial, conforme preconizado por Rostagno et al. (2011). Os tratamentos foram assim constituídos:

- 1 - Ração com 20,0% de PB e 8,0% de lactose;
- 2 - Ração com 20,0% de PB e 12,0% de lactose;
- 3 - Ração com 20,0% de PB e 16,0% de lactose;
- 4 - Ração com 24,0% de PB e 8,0% de lactose;
- 5 - Ração com 24,0% de PB e 12,0% de lactose;
- 6 - Ração com 24,0% de PB e 16,0% de lactose.

As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental (21 a 35 dias de idade). As rações, as sobras e os desperdícios de ração foram pesados periodicamente e os animais foram pesados aos 21 e aos 35 dias de idade (final do período experimental) para determinação do consumo de ração médio diário (CRD), do ganho de peso médio diário (GPD) e da conversão alimentar (CA).

Procedimentos de abate e coleta de amostras do intestino

Aos 35 dias de idade, um animal de cada unidade experimental, com peso médio mais próximo do peso médio dos animais de sua respectiva unidade (gaiola), foi insensibilizado por eletronarcose e abatido por sangramento para coleta de amostras de material histológico.

Foram coletados segmentos de 2,0 x 2,0 cm nas regiões correspondentes ao duodeno (um segmento a 10 cm a partir do piloro), jejuno (três segmentos na porção média do intestino) e íleo (um segmento a 5 cm anterior a junção íleo-cecal), de acordo com Yang et al. (2014). Em seguida, os cortes histológicos foram lavados em solução fisiológica e fixados em solução de paraformaldeído 4,0%, por 24 horas à temperatura ambiente. Em seguida, os fragmentos foram encaminhados para o Laboratório de Histologia da Universidade Federal de Viçosa para confecção das lâminas histológicas.

Coleta e análise sanguínea

No final do período experimental, os 2 leitões restantes de cada unidade experimental foram submetidos a jejum alimentar de 14 horas e em seguida o sangue foi coletado por punção no *sinus* orbital, utilizando agulhas hipodérmicas (40 x 1,6 mm), e acondicionados em tubos de 10 mL sem anticoagulantes.

Imediatamente após a coleta, as amostras foram enviadas à temperatura ambiente ao laboratório de análises clínicas de Viçosa, para determinação da concentração de ureia no soro (Ureal Cobas c 311, Roche Diagnostics GmbH, Basel, Switzerland).

Análises de morfologia intestinal

A partir dos cortes histológicos fixados em solução de paraformaldeído 4,0%, foram feitos cortes transversais nesses segmentos, que foram desidratados em gradientes crescentes etílicos, diafanizados em xilol e embebidos em parafina líquida a 60° C para confecção de blocos de parafina. Foram obtidos cortes transversais (5 µm de espessura) corados com Hematoxilina-Eosina (Junqueira, 1983) para avaliação histomorfométrica. Em cada lâmina foram colocadas três secções com 5 µm de espessura e para uma maior fidelidade dos resultados, os cortes foram semi-seriados, utilizando 1 a cada 10 cortes.

Para as análises morfométricas foi utilizado o software *ImageJ 1.50i; java1.6.0_20 versão 32-bits* (National Institutes of Health, USA). As imagens foram digitalizadas por meio de um microscópio óptico *EVOS® XL Core*, com ampliação de 10X. Foram selecionadas e medidas as alturas de 30 vilosidades e suas respectivas 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. A relação vilo:cripta também foi computada.

Análise estatística

A gaiola foi considerada a unidade experimental para as análises de desempenho (CDR, GPD e CA) e ureia sérica, e apenas um animal de cada unidade experimental, abatido aos 35 dias de idade, foi considerado a unidade experimental para as análises da morfologia intestinal. Os dados foram analisados utilizando o procedimento GLM do SAS 9.4 (SAS Inst., Inc., Cary, NC) licenciado pela Universidade federal de viçosa. As médias foram comparadas pelo teste Tukey, utilizando o peso inicial como covariável nas análises de desempenho e da concentração de ureia no soro. Para todas as análises

estatísticas valores de probabilidade menores que 0,05 foram considerados significativos.

Resultados

Durante o período experimental a temperatura média dentro das salas foi de 27,72° C, a temperatura mínima foi de 26,0° ± 0,68° C e a máxima de 29,5° ± 0,77° C. De acordo com McConnell et al. (1987) leitões nas duas primeiras semanas pós-desmame estão em faixa de termoneutralidade quando expostos a temperaturas entre 26° C a 29° C. Desta forma, durante o período experimental os leitões foram mantidos em ambiente termoneutro.

Desempenho e ureia no soro

Não foram observadas interações (P=0,943) entre os níveis de proteína bruta (PB) e lactose das rações para o CRD e para o GPD. Entretanto, os animais que receberam dietas com menor nível de PB (20,0%) apresentaram maior CRD (P=0,008), maior GPD (P=0,020) e maior peso médio aos 35 dias (P=0,027), em relação aos animais alimentados com a ração contendo 24,0% de PB (Tabela 3).

Em relação à concentração de ureia sérica, não foram observadas interações (P=0,072) entre os níveis de PB e lactose da ração. No entanto, os animais que consumiram rações com 20,0% de PB, apresentaram menor concentração de ureia sérica (P<0,001) em relação aos animais que receberam a ração com 24,0% de PB.

Morfometria intestinal

Foi observada interação (P=0,006) entre os níveis de PB e lactose das rações na altura de vilosidades do duodeno (AVD) (Tabela 4). Analisando os níveis de lactose dentro do nível de 20,0% de PB, os animais alimentados com a ração com 12,0% de lactose apresentaram maior AVD que os alimentados com 8,0%, sendo que a ração com 16,0% de lactose resultou em valor de AVD intermediário.

Quanto ao nível de 24,0% de PB, o menor valor de AVD foi obtido com a ração com 8,0% de lactose, sendo a melhor resposta para esta variável obtida com 16,0% de lactose.

Não foi observada interação (P=0,095) entre os níveis de PB e lactose das rações na profundidade de cripta do duodeno (PCD). Em relação ao nível proteico, os animais

que consumiram a ração com 20,0% de PB apresentaram maior PCD ($P=0,027$) em relação aos alimentados com 24,0% de PB. Quanto ao nível de lactose, foi possível observar menor PCD ($P=0,015$) com suplementação de 12,0 e 16,0% de lactose em relação aos animais que receberam 8,0%, sendo o resultado obtido com 12,0% semelhante ao de 16,0% de lactose.

Não houve interação entre os níveis de PB e lactose ($P=0,844$) das rações na relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do duodeno (RVCD). Somente os níveis de lactose influenciaram ($P<0,001$) a RVCD, sendo os maiores resultados para esta variável, obtidos com 12,0 e 16,0% de inclusão de lactose na ração, sendo que não diferiram entre si.

Foi observada interação ($P=0,001$) entre os níveis de PB e lactose das rações na altura de vilosidade do jejuno (AVJ). Analisando os níveis de lactose dentro do nível de 20% de PB, foi observado AVJ semelhante entre os níveis de lactose utilizados. Com relação às rações com 24,0% de PB, foi verificado que os níveis de 12,0 e 16,0% de lactose resultaram nos maiores valores de AVJ, que não diferiram entre si.

A profundidade de cripta do jejuno (PCJ) não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de PB e lactose das rações.

Não houve interação ($P=0,181$) entre os níveis de PB e lactose das rações na relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do jejuno (RV CJ). Desta forma, avaliando os fatores isolados, verificou-se que os animais alimentados com a ração com 20,0% de PB apresentaram maior RV CJ ($P= 0,029$), que os animais alimentados com rações com 24,0% de PB. Quanto aos níveis de lactose, o fornecimento de 12,0 e 16,0% de lactose proporcionaram maior RV CJ ($P<0,0001$), e não diferiram entre si.

Para a altura de vilosidade do íleo (AVI), foi observada interação ($P=0,007$) entre os níveis de PB e lactose das rações. Avaliando os níveis de lactose dentro do nível de 20,0% de PB, foi constatada maior AVI com o fornecimento de 16,0% de lactose na ração. Para os animais alimentados com a ração com 24,0% de PB, os níveis de lactose de 12,0 e 16,0% resultaram nos maiores valores de AVI, que não diferiram entre si.

Também foi observada interação ($P=0,038$) entre os níveis de PB e lactose das rações na profundidade de cripta do íleo (PCI). Avaliando os níveis de lactose dentro do nível de 20,0% de PB, foi verificado maior PCI para os animais que consumiram 16,0% de lactose. Contudo, não houve variação na PCI dos leitões alimentados com a ração contendo 24,0% de PB, independente do nível de suplementação de lactose.

Para a relação altura de vilosidade e profundidade de cripta do íleo (RVCI) também foi verificado efeito interativo ($P < 0,001$) entre os níveis de PB e lactose das rações. Os animais que receberam a ração com 8,0% de lactose e 20,0% de PB apresentaram maior valor de RVCI, sendo que os resultados para esta variável em relação às rações com 12,0 e 16,0% de lactose não diferiram entre si. As rações com 24,0% de PB, suplementadas com 12,0 ou 16,0% de lactose proporcionaram os maiores valores de RVCI, que não diferiram entre si.

Discussão

Desempenho e ureia no soro

O presente estudo foi delineado para investigar os efeitos de níveis dietéticos de proteína bruta e lactose no desempenho, ureia no soro e na morfologia intestinal de leitões nos primeiros 14 dias após o desmame. A hipótese é de que dietas com maiores níveis de lactose permitem aumentar a concentração de proteína bruta da ração pós-desmame, sem afetar o desempenho dos leitões.

As alterações fisiológicas provocadas pelo estresse do desmame nos leitões como redução da AV, da RVC e o aumento da permeabilidade intestinal (Hu et al., 2013), juntamente com o tempo necessário de aproximadamente 10 dias para que a comunidade bacteriana intestinal se restabeleça e se adapte aos novos substratos fermentativos (Knudsen et al., 2012), faz dos primeiros 14 dias pós-desmame o período mais crítico dentro do período total de creche.

Vários estudos tem demonstrado associação entre o nível de PB da ração com a incidência de diarreia e queda no desempenho de leitões desmamados (Nyachoti et al., 2006, Wu et al., 2015). Além disso, dietas com alta concentração de PB geram maior fluxo de proteína residual para o intestino grosso, onde pode ser fermentada por uma gama de bactérias potencialmente patogênicas. A fermentação da proteína não digerida no intestino pode resultar na produção de metabólitos deletérios, como amônia, nitrosaminas, aminas, compostos fenólicos, e indol (Bikker et al., 2006; Kröger et al., 2013; Wen et al., 2018).

O uso de prebióticos como a lactose, pode ser uma alternativa para minimizar os efeitos negativos de dietas com alta concentração proteica. A lactose pode exercer benefícios à saúde, através da estimulação seletiva do crescimento de bactérias

acidófilas e pelo aumento da produção de ácido láctico, que modula a composição microbiana pela diminuição do pH intestinal (Pierce et al., 2007; Fukuda et al., 2011; Venema, 2012). Além disso, a síntese dos ácidos graxos voláteis (AGV's) a partir da lactose, pode proporcionar benefícios à saúde intestinal por ser fonte de energia para a mucosa (Bindels et al., 2015) e por estimularem a secreção de glucagon like-peptide (GLP-2), hormônio envolvido com a diferenciação e proliferação de enterócitos, que possibilitam aumento da superfície absorptiva das vilosidades (Cani et al., 2009; Naimi et al., 2013), refletindo em maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar.

Entretanto, no presente estudo não foram observados efeitos interativos dos níveis de PB e lactose da ração no desempenho dos leitões. Segundo Liu et al. (2018), os aditivos prebióticos usados na alimentação de suínos, podem ter suas ações influenciadas por diversos fatores, como o padrão de saúde dos animais, o uso de antibióticos como promotores de crescimento e a digestibilidade dos ingredientes da ração, sendo a intensidade da resposta ao prebiótico dependente de todos estes fatores.

No presente estudo, o incremento do nível proteico da ração de 20,0 para 24,0% de PB foi obtido com aumento da inclusão de soja micronizada, ingrediente mais processado que o farelo de soja e, portanto, de melhor digestibilidade e com menor presença de fatores antinutricionais e alergênicos. Segundo Pierce et al. (2004), a suplementação de lactose para leitões melhora o GPD e a CA por melhorar o aproveitamento da proteína, principalmente quando a fonte proteica é de menor digestibilidade, como o farelo de soja.

Vários trabalhos disponíveis na literatura que verificaram efeito da suplementação de lactose sobre as variáveis de desempenho de leitões desmamados utilizaram rações sem inclusão de antibiótico como promotor de crescimento (O'Connell et al., 2005; Pierce et al., 2007; O'Doherty et al., 2010). No presente estudo, todas as rações utilizadas continham antibiótico na sua composição. Segundo Liu et al. (2018), diversos aditivos podem ser efetivos na regulação do ambiente intestinal e melhorar o desempenho de suínos se forem utilizados em rações sem antibióticos promotores de crescimento. Os antibióticos causam redução da população microbiana e o efeito da lactose, que é mediado pela microbiota, torna-se menos intenso. Além disso, todas as rações também continham óxido de zinco na concentração de 2400 mg/kg. De acordo com Zhu et al. (2017) a utilização de 3000 mg/kg de óxido de zinco em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade resulta em efeitos similares ao uso de

antibióticos, sendo efetivo na prevenção de diarreia e na melhora do GPD e da CA dos animais.

Além dos fatores citados anteriormente, o CRD (0,354 g/dia) e o GPD (0,297 g/dia) dos leitões foram superiores aos valores observados por Ferreira et al. (2017) para leitões na mesma fase (21 a 35 dias pós-desmame), de mesma genética, mantidos em ambiente de termoneutralidade e criados nas mesmas instalações, permitindo inferir que os animais no presente estudo foram expostos a uma menor condição de desafio sanitário.

A piora observada no CRD e no GPD dos leitões, quando se elevou o nível de PB da ração de 20,0 para 24,0%, pode estar relacionada ao possível gasto energético para metabolizar e excretar o excesso de aminoácidos, resultando em menos energia disponível para crescimento. Esta inferência está consistente com a maior concentração de ureia verificada no soro dos leitões alimentados com as rações contendo 24,0% de PB. A concentração de ureia sérica pode ser utilizada para quantificar a taxa de utilização e de excreção do nitrogênio (Bush et al., 2002; Kohn et al., 2005). Elevada concentração de ureia no soro é indicativo de baixa eficiência de utilização do nitrogênio dietético para síntese proteica e aumentado catabolismo de aminoácidos (Whang e Easter, 2000; Waguespack et al., 2011).

Morfometria intestinal

O estresse associado ao desmame é frequentemente acompanhado pelo aumento da susceptibilidade a doenças, desordens metabólicas, estrutura e função prejudicadas de diversos órgãos, incluindo o intestino delgado (Campbell et al., 2013; Wen et al., 2018).

A eficiência de produção e secreção enzimática dos enterócitos é determinada pela sua maturação e pela AV (Miller et al., 1986). Sendo a AV um bom indicador de capacidade digestiva e absorptiva do animal.

O aumento na concentração de lactose em rações com 20,0% de PB proporcionou aumento na AVI, entretanto, o efeito dos níveis de lactose em rações com 24,0% de PB foi mais evidente, aumentando a AV nos três seguimentos avaliados (duodeno, jejuno e íleo). Reforçando os relatos de O'Doherty et al. (2004) e Pierce et al., (2007) de que o efeito da lactose se torna ainda mais evidente com a utilização de altos níveis proteicos.

A profundidade da cripta é um indicativo do nível da hiperplasia das células epiteliais, que está relacionado, entre outros fatores, com a magnitude da degradação das vilosidades, em decorrência do atrito com o bolo alimentar, presença de toxinas e microrganismos patogênicos (Hancock et al., 1990; Maiorka et al., 2002). A relação desejável entre vilosidades e criptas ocorre quando as vilosidades se apresentam altas e as criptas rasas, pois quanto maior a RVC, melhor será a absorção de nutrientes e menores serão as perdas energéticas com a renovação celular (Li, 1991).

Desta forma, a RVC é descrita como bom indicador de saúde intestinal (Pluske et al., 1997; Pierce et al., 2006a).

A RVC dos animais alimentados com 20,0% de PB foi semelhante, independente do nível de lactose utilizado. No entanto, os animais que consumiram ração com 24,0% de PB apresentaram maior RVC no íleo com a utilização de 12,0% de lactose.

No presente estudo, o fornecimento de maiores concentrações dietéticas de lactose favoreceram principalmente os animais alimentados com maior concentração de PB na ração, conforme observado pelo aumento da AV e da RVC. Este resultado estaria ligado principalmente a dois fatores.

Primeiramente, a lactose no intestino é proposta como inibidor da fermentação proteica e seus metabólitos ou das populações bacterianas responsáveis por produzi-los (Pierce et al., 2006a, 2006b). Em ambientes com pH mais baixo, as bactérias que fermentam carboidratos incorporam aminoácidos como proteína microbiana, o que reduz a disponibilidade de substrato para bactérias que realizam a fermentação proteica (Pierce et al., 2006b), ocasionando diminuição na concentração de amônia no lúmen intestinal. Metabólitos como a amônia podem interferir diretamente no metabolismo energético dos enterócitos e colonócitos, diminuindo a oxidação do butirato, induzindo a deficiência energética celular (Visek, 1978; Blachier et al., 2007; Jha e Berrocso, 2016). Desta forma, com o fornecimento de 12,0% lactose nas rações podemos inferir que houve uma redução na fermentação proteica e na formação de amônia, melhorando a disponibilidade energética para o epitélio intestinal, aumentando assim seu ciclo de vida, refletindo em aumento da AV.

Outro mecanismo proposto é em relação a maior produção de AGV's pelas bactérias que utilizam a lactose como substrato fermentativo. Diversos autores relatam aumento da produção total de AGV's quando leitões são suplementados com lactose (Pierce et al., 2006a; Pierce et al., 2007; Pieper et al., 2016). Podemos inferir sobre o

presente estudo que o fornecimento de níveis mais elevados de lactose, como 12,0%, pode ter contribuído para maior produção de AGV's no intestino, sendo os AGV's relacionados à maior secreção de GLP-2, que está envolvido na diferenciação, proliferação e redução da apoptose de enterócitos (Burrin et al., 2007; Naimi et al., 2013; Sigalet et al., 2015; Jiang et al., 2016). Isso pode estar relacionado com o aumento da AV e da RVC dos segmentos intestinais observados no presente estudo.

Conclusão

A inclusão de 12,0% de lactose na ração de leitões, dos 21 aos 35 dias de idade, promove melhorias na morfologia intestinal, sendo estas melhorias mais evidentes quando os animais consomem rações com 24,0% de proteína bruta em relação ao consumo de 20,0% de proteína bruta.

Referências

- Alexopoulos, C.; Georgoulakis, I. E.; Tzivara, A.; Kritas S. K.; Siochu, A.; Kyriakis, S. C. Field evaluation of the efficacy of a probiotic containing *Bacillus licheniformis* and *Bacillus subtilis* spores, on the health status and performance of sows and their litters. **Journal of Animal Physiology & Animal Nutrition**, V. 88, P. 381-392, 2004.
- Aumaitre, A.; J. Peiniau, and F. Madec. Digestive adaptation after weaning and nutritional consequences in the piglet. **Pig News and Information**. V.16, n. 3. 73N. 1995.
- Bikker, P.; Dirkzwager, A.; Fledderus, J.; Trevis, P.; le Hue`rou-Luron I, Lalle`s J. P. and Awati, A. The effect of dietary protein and fermentable carbohydrates levels on growth performance and intestinal characteristics in newly weaned piglets. **Journal of Animal Science**. v.84, p.3337–3345, 2006.
- Bindels, L. B.; Delzenne, N. M.; Cani, P. D. and Walter, J. Towards a more comprehensive concept for prebiotics. **Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology**. V. 12, p 303–310, 2015.
- Blachier, F.; Mariotti, F.; Huneau, J.F.; Tome, D. Effects of amino acid-derived luminal metabolites on the colonic epithelium and physiopathological consequences. **Amino Acids**. V. 33, p547–562, 2007.
- Burrin D. G.; Stoll B; Guan X; Cui L; Chang X; Hadsell D. GLP-2 rapidly activates divergent intracellular signaling pathways involved in intestinal cell survival and proliferation in neonatal piglets. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**. V. 292, n. 1, p. E281-E291, 2007.
- Bush, J. A.; Wu, G.; Suryawan, A.; Nguyen, H. V.; & Davis, T. A. Somatotropin-induced amino acid conservation in pigs involves differential regulation of liver and gut urea cycle enzyme activity. **The Journal of nutrition**. v.132 n.1, p.59-67, 2002.
- Campbell, J. M.; Crenshaw, J. D., and Polo, J. The biological stress of early weaned piglets. **Journal of animal science and biotechnology**. v. 4, n.1, p. 19, 2013.
- Cani, P. D.; Possemiers, S.; Van de Wiele, T.; Guiot, Y.; Everard, A.; O Rottier, Geurts, L.; Naslain, D.; Neyrinck, A.; Lambert, D. M.; Muccioli, G. G.; Delzenne1, N. M. Changes in gut microbiota control inflammation in obese mice through a

- mechanism involving GLP-2-driven improvement of gut permeability. **Gut**. V. 58, p.1091–1103, 2009.
- De Vos, M. V.; Huygelen, S.; Willemsen, E.; Franssen, C.; Casteleyn, S.; Van Cruchten, J. Michiels, and C. Van Ginneken. Artificial rearing of piglets: Effect on small intestinal morphology and digestion capacity. **Livestock Science**. V. 159, p.165–173, 2014.
- Estrada, A.; Drew, M. D.; Van Kessel, A. Effect of the dietary supplementation of fructooligosaccharides and *Bifidobacterium longum* to early-weaned pigs on performance and fecal bacterial populations. **Canadian Journal of Animal Science**. v. 81, n. 1, p. 141-148, 2001.
- Ferreira, S. V.; Barbosa, L. M. R.; Soares, M. H.; Marcolla, C. S.; Holanda, D. M.; Saraiva, A. Alternatives to antibiotics in diets of weaned piglets. **Ciência Rural**. v.47, n. 12, e20170074, 2017.
- Fukuda, S.; Toh, H.; Hase, K.; Oshima, K.; Nakanishi, Y.; Yoshimura, K.; Tobe, T.; Clarke, J.M.; Topping, D.L.; Suzuki, T.; Taylor, T.D., *Bifidobacteria* can protect from enteropathogenic infection through production of acetate. **Nature**. v. 469, n.7331, p.543. 2011.
- Graña, L. G; Ferreira, A. S.; Silva, F. C. O.; Graña, L. A.; Araújo, W. A. G.; Pereira, C. M. C. Plasma sanguíneo em dietas sem antibióticos para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.11, n.3, p. 815-826, 2010.
- Hancock, J.D.; Peo, E. R. Jr.; Lewis, A. J.; Moxley, R. A. Effects of ethanol extraction and heat treatment of soybean flakes on morphology of pig intestine. **Journal of Animal Science**, v.68, p. 3244-3251, 1990.
- Htoo, J. K.; Araiza, B. A.; Saue, W. C.; Rademacher, M.; Zhang, Y.; Cervantes, M.; Zijlstra, R. T. Effect of dietary protein content on ileal amino acid digestibility, growth performance, and formation of microbial metabolites in ileal and cecal digesta of early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**. V. 85, n. 12, p. 3303-3312, 2007.
- Hu, C. H.; Xiao, K.; Luan, Z. S.; Song, J. Early weaning increases intestinal permeability, alters expression of cytokine and tight junction proteins, and activates mitogen-activated protein kinases in pigs. **Journal of Animal Science**.V. 9, p.1094–1101, 2013.

- Jha, R., & Berrocoso, J. F. Dietary fiber and protein fermentation in the intestine of swine and their interactive effects on gut health and on the environment: A review. **Animal Feed Science and Technology**. V. 212, p.18-26. 2016.
- Jiang, P.; Vegge, A.; Thymann, T.; Wan, J. M.; Sangild, P. T. Glucagon-Like Peptide 2 Stimulates Postresection Intestinal Adaptation in Preterm Pigs by Affecting Proteins Related to Protein, Carbohydrate, and Sulphur Metabolism. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. V. 41, n. 8, p. 1293-1300, First Published, 2016.
- Jiao, L.F.; Song, Z.H.; Ke, Y.L.; Xiao, K.; Hu, C.H.; Shi, B.; Cello-oligosaccharide influences intestinal microflora, mucosal architecture and nutrient transport in weaned pigs. **Animal Feed Science and Technology**. V. 195, p. 85-91, 2014.
- Junqueira, L. C. U.; Junqueira, L. M. M. S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Santos Editora, 1983.
- Karnik, V.; Heuvel, E.; Hartmann, B.; Holst, J. A Safety and Dosing Study of Glucagon-Like Peptide 2 in Children With Intestinal Failure. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. 2015.
- Knudsen, K. E. B.; Hedemann, M. S.; Lærke, H. N. The role of carbohydrates in intestinal health of pigs. **Animal Feed Science and Technology**. V. 173, p. 41–53, 2012.
- Kohn, R. A.; Dinneen, M. M.; Russek-Cohen, E. Using blood urea nitrogen to predict nitrogen excretion and efficiency of nitrogen utilization in cattle, sheep, goats, horses, pigs, and rats. **Journal of Animal Science**. V. 83 n.4, p. 879-889, 2005.
- Kröger, S.; Pieper, R.; Schwelberger, H.G.; Wang, J.; Villodre Tudela, C.; Aschenbach, J.R.; Van Kessel, A.G.; Zentek, J. Diets high in heat treated soybean meal reduce the histamine induced epithelial response in the colon of weaned piglets and increase epithelial catabolism of histamine. **PLOS One**. v. 8, e80612, 2013.
- Li, D.F. Interrelationship between hypersensitivity to soybean proteins and growth performance in early-weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 4062–4069, 1991.
- Liu, Y.; Espinosa, C. D.; Abelilla, J. J.; Casas, G. A.; Lagos, V. L.; Lee, S. A.; Kwon, W. B.; Mathai, J. K.; Navarro, D. M. D. L.; Jaworski, N. W.; Stein, H. H. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review. **Animal Nutrition**. xxx p.1-13, 2018.

- Maiorka, A. Qualidade intestinal em frangos. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**. V. 2, p. 141–148, 2000.
- McConnell, J. C.; Eargle, J. C.; Waldorf, R. C. Effects of weaning weight, co-mingling, group size and room temperature on pig performance. **Journal of Animal Science**. V. 65, n.5, p. 1201-1206, 1987.
- McLamb, B. L.; Gibson, A. J.; Overman, E. L.; Stahl, C.; Moeser, A. J. Early Weaning Stress in Pigs Impairs Innate Mucosal Immune Responses to Enterotoxigenic *E. coli* Challenge and Exacerbates Intestinal Injury and Clinical Disease. **PLoS ONE**. V. 8, n.4, e59838. 2013.
- Miller, B. G.; James, P. S.; Smith, M. W.; Bourne, F. J. Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to digest and absorb nutrients. **The Journal of Agricultural Science**. v. 107 n. 3, p. 579-590, 1986.
- Naimi, R. M.; Madsen, K. B.; Askov-Hansen, C.; Brandt, C. F.; Hartmann, B.; Holst, J. J.; P. B. Jeppesen. A dose-equivalent comparison of the effects of continuous subcutaneous glucagon-like peptide 2 (GLP-2) infusions versus meal related GLP-2 injections in the treatment of short bowel syndrome (SBS) patients. **Regulatory Peptides**. V. 10, n.184 p. 47-53, 2013.
- Nyachoti, C. M.; Omogbenigun, F. O.; Rademacher, M.; Blank, G. Performance responses and indicators of gastrointestinal health in early-weaned pigs fed low protein amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**. V.84, p.125–134. 2006.
- O’Connell, J. M., Callan J. J. and O’Doherty, J. V. The interaction between cereal type and lactose level on piglet performance and diet digestibility post weaning. **Animal Science**. v.81, p. 265-269, 2005.
- O’Doherty, J. V.; Dillon, S.; Figat, S.; Callan, J. J.; Sweeney, T. The effects of lactose inclusion and seaweed extract derived from *Laminaria* spp. on performance, digestibility of diet components and microbial populations in newly weaned pigs. **Animal feed science and technology**. V.157, n.3-4, p.173-180, 2010.
- O’Doherty, J. V.; Nolan, C. S.; Callan, J. J.; McCarthy, P. The interaction between lactofeed level and soya-bean meal on growth performance of weanling pigs. **Animal Science**. V.78, p.419–427, 2004.
- Pieper, R. W.; Vahjen, W.; Zentek, J. Intestinal lactose and mineral concentration affect the microbial ecophysiology along the gastrointestinal tract of formula-fed neonatal piglets. **Journal of Animal Science**. V.94, p.3786–3795, 2016.

- Pierce, K. M.; Callan, J. J.; Brophy, P. O.; McCarthy, P.; Sweeney, T.; Fitzpatrick, E.; Byrne, C.; Ni Cheallaigh, S.; O'Doherty, J. V. The effect of lactose and inulin on intestinal morphology, microbiology and volatile fatty acids of the weanling pig. **Journal of Animal Science**. V.82 p.138–139, 2004.
- Pierce, K.M.; Callan, J.J.; McCarthy, P.; O'Doherty, J.V. The interaction between lactose level and crude protein concentration on piglet post-weaning performance, nitrogen metabolism, selected faecal microbial populations and faecal volatile fatty acid concentrations. **Animal Feed Science and Technology**. V.132, p. 267–282, 2007.
- Pierce, K.M.; Sweeney, T.; Brophy, P.O.; Callan, J.J.; Fitzpatrick, E.; McCarthy, P.; O'Doherty, J.V., The effect of lactose and inulin on intestinal morphology, selected microbial populations and volatile fatty acid concentrations in the gastro-intestinal tract of the weanling pig. **Animal Science**. V.82 n.3, p.311-318. 2006a.
- Piercea, K. M.; Sweeneyb, T.; Callana J. J.; Byrneb, C.; McCarthy P.; O'Doherty, J.V. The effect of inclusion of a high lactose supplement in finishing diets on nutrient digestibility, nitrogen excretion, volatile fatty acid concentrations and ammonia emission from boars. **Animal Feed Science and Technology**. V. 125, n.1–2, P. 45-60, 2006b.
- Pluske, J. R.; Hampson, D. J.; Williams, I. H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Science**. v. 51, n. 1, p. 215-236, 1997.
- 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**. 3. ed. Editora UFV, Viçosa, MG, Brasil, p. 252, 2011.
- Sigalet, D. L.; Brindle, M.; Boctor, D.; Casey, L.; Dicken, B.; Butterworth, S.; Lam, V. A Safety and Dosing Study of Glucagon-Like Peptide 2 in Children With Intestinal Failure. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**. 2015.
- Venema, K. Intestinal fermentation of lactose and prebiotic lactose derivatives, including human milk oligosaccharides. **International Dairy Journal**. V.22 n.2, p.123-140. 2012.
- Visek, W. J. Diet and cell growth modulation by ammonia. **The American journal of clinical nutrition**. V. 31 n. 10, p. S216-S220, 1978.

- Waguespack, A. M.; Powell, S.; Roux, M. L.; Fruge, E. D.; Bidner, T. D.; Payne, R. L.; Southern, L. L. Effect of determining baseline plasma urea nitrogen concentrations on subsequent posttreatment plasma urea nitrogen concentrations in 20-to 50-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**. V. 89, n.12, p. 4116-4119, 2011.
- Wen, X.; Wang, L.; Zheng, C.; Yang, X.; Ma, X.; Wu, Y.; Chen, Z.; Jiang, Z., Fecal scores and microbial metabolites in weaned piglets fed different protein sources and levels, **Animal Nutrition**. V. 4, n.1, P. 31-36, 2018.
- Whang, K. Y., & Easter, R. A. Blood urea nitrogen as an index of feed efficiency and lean growth potential in growing-finishing swine. **ASIAN AUSTRALASIAN JOURNAL OF ANIMAL SCIENCES**. V. 13, n.6, p. 811-816, 2000.
- Wu, Y.; Jiang Z.; Zheng, C.; Wang, L.; Zhu, C.; Yang, X.; Wen, X.; Ma, X. Effects of protein sources and levels in antibiotic-free diets on diarrhea, intestinal morphology, and expression of tight junctions in weaned piglets. **Animal Nutrition**. V. 1, p.170–176, 2015.
- Zhu, C.; Lv, H.; Chen, Z.; Wang, L.; Wu, X.; Chen, Z.; Zhang, W.; Liang, R.; Jiang, Z. Dietary Zinc Oxide Modulates Antioxidant Capacity, Small Intestine Development, and Jejunal Gene Expression in Weaned Piglets. **Biological Trace Element Research**. V.175, p.331–338, 2017.

Tabela 1 – Composição de ingredientes das rações experimentais

| Ingrediente | Níveis de Proteína Bruta, % | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 20,0 | | | 24,0 | | |
| | Níveis de Lactose, % | | | | | |
| | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 8,0 | 12,0 | 16,0 |
| Milho | 42,19 | 42,19 | 42,19 | 28,567 | 28,567 | 28,567 |
| Farelo de soja | 22,00 | 22,00 | 22,00 | 22,00 | 22,00 | 22,00 |
| Amido | 9,000 | 4,920 | 0,845 | 9,000 | 4,920 | 0,845 |
| Lactose | 8,165 | 12,245 | 16,320 | 8,165 | 12,245 | 16,320 |
| Soja micronizada | 7,900 | 7,900 | 7,900 | 23,100 | 23,100 | 23,100 |
| Plasma AP 920 | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 | 4,000 |
| Óleo de soja | 2,000 | 2,000 | 2,000 | 1,300 | 1,300 | 1,300 |
| Fosfato bicálcico | 1,680 | 1,680 | 1,680 | 1,560 | 1,560 | 1,560 |
| Calcário | 0,920 | 0,920 | 0,920 | 0,930 | 0,930 | 0,930 |
| Sal | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,448 | 0,448 | 0,448 |
| L-lisina | 0,400 | 0,400 | 0,400 | - | - | - |
| Mistura vitamínica ¹ | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| Óxido de zinco | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 | 0,300 |
| DL-metionina | 0,205 | 0,205 | 0,205 | 0,090 | 0,090 | 0,090 |
| Mistura mineral ² | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 | 0,200 |
| L-treonina | 0,165 | 0,165 | 0,165 | - | - | - |
| L-valina | 0,065 | 0,065 | 0,065 | - | - | - |
| Promotor de crescimento ³ | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 0,030 |
| L-triptofano | 0,020 | 0,020 | 0,020 | - | - | - |
| Antioxidante ⁴ | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 0,010 |

¹Conteúdo por quilo do produto: Ácido Fólico (125,00 mg); Pantotenato de Cálcio (4.000,00 mg); Biotina (12,50 mg); Niacina (825,00 mg); Vitamina B6 (250,00 mg); Vitamina B2 (1.350,00 mg); Selênio (75,00 mg); Vitamina B1 (250,00 mg); Vitamina A (2.100.000 U.I.); Vitamina B 12 (6.000,00 mcg); Vitamina D3 (350.000 U.I.); Vitamina E (5.000 U.I.); Vitamina K3 (850,00 mg).

²Conteúdo por quilo do produto: Fe como sulfato de ferro (20,0g); Cu como sulfato de cobre (56,0g); I como iodato de cálcio (400,0 mg); Zn como óxido de zinco (32,0 g); Mn como sulfato de manganês (14,0 g).

³250 g tilosina/kg (Tylan G250, Elanco, São Paulo, SP, Brasil).

⁴ β -hidroxitolueno.

Tabela 2 – Composição nutricional calculada das rações experimentais¹

| Item | Níveis de Proteína Bruta, % | | | | | |
|--------------------------------|-----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 20,0 | | | 24,0 | | |
| | Níveis de Lactose, % | | | | | |
| | 8,0 | 12,0 | 16,0 | 8,0 | 12,0 | 16,0 |
| Cálcio, % | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,850 |
| Energia metabolizável, kcal/kg | 3404 | 3403 | 3,401 | 3406 | 3404 | 3403 |
| Fósforo disponível, % | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 | 0,450 |
| Isoleucina digestível, % | 0,742 | 0,742 | 0,742 | 0,905 | 0,905 | 0,905 |
| Lactose, % | 8,00 | 12,00 | 16,00 | 8,00 | 12,00 | 16,00 |
| Lisina digestível, % | 1,350 | 1,350 | 1,350 | 1,350 | 1,350 | 1,350 |
| Met+Cis digestível, % | 0,756 | 0,756 | 0,756 | 0,757 | 0,757 | 0,757 |
| Proteína bruta, % | 20,00 | 20,00 | 20,00 | 24,00 | 24,00 | 24,00 |
| Sódio, % | 0,280 | 0,280 | 0,280 | 0,280 | 0,280 | 0,280 |
| Treonina digestível, % | 0,850 | 0,850 | 0,850 | 0,851 | 0,851 | 0,851 |
| Triptofano digestível, % | 0,245 | 0,245 | 0,245 | 0,283 | 0,283 | 0,283 |
| Valina digestível, % | 0,937 | 0,937 | 0,937 | 1,092 | 1,092 | 1,092 |

¹Valores estimados com base nos coeficientes de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, de acordo com Rostagno et al. (2011).



UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO
CEUAP/UFV

Campus Universitário - Viçosa, MG - 36570-900 - Telefone: (31) 3899.3275 - e-mail: comissao@ufv.br - site: www.ceuap.ufv.br

Viçosa, 08 de Junho de 2017

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Níveis de lactose e de proteína bruta em rações para leitões desmamados", protocolo nº 014/2017, sob a responsabilidade de Alysson Saraiva - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo chordata, subfilo vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo conselho nacional de controle da experimentação animal (concea), e foi aprovado pela comissão de ética no uso de animais de produção da universidade federal de viçosa (ceuap-ufv) em reunião de 05 de Mai. de 2017.

Finalidade: (X)Pesquisa ()Ensino

Vigência do Projeto: de 08 de Jun. de 2017 a 30 de Jun. de 2017

Espécie/linhagem: Suínos (*Sus scrofa domesticus*) Nº de animais: 180

Peso: 6 Kg Idade: 21 dias Sexo: "—" Origem: Setor de Suinocultura/DZO/UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96

CERTIFICATE

We certify that the project entitled "Lactose and crude protein levels in diets for weaned piglets", protocol nº 014/2017, under the responsibility of Alysson Saraiva - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum chordata, subphylum vertebrata (except man), for scientific research purposes (or education) - is in accordance with the law nº. 11.794, of October 8, 2008, Decree nº. 6899 of July 15, 2009, and the rules issued by the Brazilian National Council for Animal Experimentation Control (CONCEA), and was approved by the Ethics Commission on the use of farm animals of Universidade Federal de Viçosa (CEUAP-UFV) in its meeting on May, 05th, 2017.

Finality: (X)Research ()Education

Duration of the Project: from Jun, 08th, 2017 to Jun, 30th, 2017.

Species / strain: Swine (*Sus scrofa domesticus*) Nº of animals: 180

Weight: 6 Kg Age: 21 days Sex: "—" Source: Setor de Suinocultura/DZO/UFV - CNPJ/CPF: 25.944.455/0001-96

Mário Luiz Chizzotti
Coordenador da CEUAP/UFV