

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**PLANOS NUTRICIONAIS SEQUENCIAIS DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA LEITÕES DOS 7 AOS 30KG**

Jéssica Lira da Silva

CAMPO GRANDE, MS

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIENCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

PLANOS NUTRICIONAIS SEQUENCIAIS DE ENERGIA
METABOLIZÁVEL PARA LEITÕES DOS 7 AOS 30KG

Jéssica Lira da Silva

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-Orientadora: Profa. Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS

2018

Certificado de aprovação

JÉSSICA LIRA DA SILVA

Planos nutricionais sequenciais de energia metabolizável para leitões dos 7 aos 30 kg

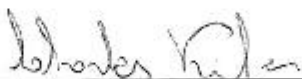
Sequential nutritional plans of metabolizable energy to piglets from 7 to 30 kg

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Mato Grosso
do Sul, como requisito à obtenção do
título de mestra em Ciência Animal.

Área de concentração:
Produção Animal.

Aprovado(a) em: 02-03-2018

BANCA EXAMINADORA:



Dr. Charles Kiefer
(UFMS) – (Presidente)



Dr. Anderson Corassa
UFMT



Dr. Tiago Junior Pasquetti
UFMT

Dedico este trabalho com muito carinho aos meus pais
Júlio Claro da Silva e Socorro da Conceição Lira.

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo pelo dom da vida, pela minha saúde e por cada conquista.

A Universidade Federal de Mato Grosso do Sul pela oportunidade de cursar mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

Agradeço a todos os funcionários da secretaria e fazenda experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul.

A Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de Mestrado.

Ao meu orientador Professor Dr. Charles Kiefer pelo apoio, confiança, ensinamentos e principalmente pela paciência durante todo esse período de curso. E com certeza é uma pessoa na qual me espelho.

A minha co-orientadora, Professora Dra. Karina Marcia Ribeiro de Souza Nascimento, pela disponibilidade em me auxiliar se necessário.

Aos professores Dr. Anderson Corassa e Dr. Tiago Junior Pasquetti, que compuseram a banca de defesa e contribuíram para aprimoramento do trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais Júlio Claro da Silva e Socorro da Conceição Lira, meus irmãos e sobrinhos pelo apoio incontestável de carinho e dedicação, essenciais para conquista de qualquer objetivo.

À Bruna Junqueira Rodrigues pela amizade e pelo apoio em todos momentos.

Aos amigos e colegas de equipe de suinocultura da UFMS, Stephan Alexander da Silva Alencar, Taynah Vieira Aguiar Farias, Gabriela Puhl Rodrigues, Alexandre Pereira dos Santos, Camilla Mendonça Silva, Kelly Cristina Nunes Carvalho, Elenicedos Santos Garbin, Luana Cristiane dos Santos, Bruna Teodoro, Indira Daiane Ledesma Santos, Denise de Santana Lima, Débora Martinez Rodrigues, Luciana Moura Rufino, Mariana Vieira Vital Gonzales, pela colaboração na condução do experimento e por tornar os momentos de trabalho pesado mais prazeroso e alegre.

Muito obrigada!

Resumo

SILVA, J.L. Planos nutricionais sequenciais de energia metabolizável para leitões dos 7 aos 30kg. 34 f. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2018.

Os suínos tendem a ajustar o consumo de ração conforme a densidade energética da dieta. Porém, para leitões desmamados existe a hipótese de que o aumento da concentração energética estimula o consumo e crescimento devido à baixa capacidade estomacal que pode limitar seu consumo energético, enquanto que suínos mais pesados tendem a ingerir alimento até que sua exigência energética seja atendida. Desse modo, é necessário reavaliar as respostas dos leitões após o desmame quanto as exigências nutricionais de energia da dieta. Neste contexto, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos de planos nutricionais de energia metabolizável, mantendo a relação caloria: lisina constante, em dietas formuladas segundo o conceito de proteína ideal, no desempenho de leitões dos 7 aos 30kg. Foram utilizados 48 leitões com peso inicial de $6,88 \pm 1,19$ kg e peso final de $30,52 \pm 3,79$ kg. Foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso em três planos nutricionais com diferentes níveis energéticos, sendo plano nutricional 1: 3.300-3.250-3.200-3.150 Kcal/kg de ração; plano nutricional 2: 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal/kg de ração; e plano nutricional 3: 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal/kg de ração, dos 7 aos 10kg, dos 10 aos 15kg, dos 15 aos 20kg e dos 20 aos 30kg, respectivamente, com oito repetições e dois animais por unidade experimental. O critério de bloqueamento utilizado foi o peso inicial dos animais. As variáveis de desempenho estudadas foram o peso final (PF), consumos de ração diário (CRD), de energia metabolizável diário (CEM), de energia líquida diária (CEL), de lisina digestível diário (CLD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) e. Também foram avaliados os escores fecais e a ocorrência de diarreia. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais no escore fecal e na ocorrência de diarreia durante o período experimental. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais de energia metabolizável no peso final, consumos de ração, de energia metabolizável, de líquida, de lisina, ganho de peso e conversão alimentar dos leitões dos 7 aos 10 kg. Observou-se, dos 7 aos 15 kg, maiores ($P < 0,05$) consumos de energia metabolizável, de energia líquida e ganho de peso nos animais alimentados com os planos nutricionais 2 e 3. E nessa fase o plano nutricional 3 apresentou melhor ($p < 0,05$) conversão alimentar. Os planos nutricionais 2 e 3 resultaram em maior ($P < 0,05$) peso final, consumos de ração, de energia líquida, de energia metabolizável, de lisina digestível, ganho de peso e melhor conversão alimentar nos períodos dos 7 aos 20 kg, dos 7 aos 25 kg e dos 7 aos 30 kg. O melhor plano nutricional a ser recomendado é o contendo a densidade energética intermediária (plano nutricional 2), pois o aumento da densidade energética do plano nutricional de 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal de EM/kg de ração para 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal de EM/kg de ração não promoveu melhora do desempenho dos animais. Logo, o aumento da densidade energética da dieta também resultou no aumento da concentração dos demais nutrientes como os aminoácidos promovendo o aumento do custo da dieta, sem incremento no desempenho.

Palavras-chave: energia líquida, exigência energética, lisina, relação caloria: nutriente

Abstract

SILVA, J.L. Nutritional metabolizable sequential energy plans for piglets from 7 to 30 kg. 34 p. Dissertação. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

It pigs tend to adjust feed intake according to the energy density of the diet. However, for weaned piglets there is a hypothesis that increased energy concentration stimulates consumption and growth because of the low stomach capacity that may limit their energy consumption, while heavier pigs tend to ingest food until their energy requirement is met. Thus, it is necessary to reassess the responses of piglets after weaning to the dietary energy requirements of the diet. In this context, the present work was carried out with the objective of evaluating the effects of nutritional plans of metabolizable energy, maintaining the calorie: constant lysine ratio in diets formulated according to the ideal protein concept for piglets from 7 to 30 kg. A total of 48 piglets were used, with initial weight of 6.88 ± 1.19 kg and final weight of 30.52 ± 3.79 kg. The piglets were distributed in a randomized complete block design in three nutritional plans with different energy levels, being nutritional plan 1: 3,300-3,250-3,200-3,150 Kcal / kg of feed; nutritional plan 2: 3,400-3,350-3,300-3,250 Kcal / kg of feed; and nutritional plan 3: 3,500-3,450-3,400-3,350 Kcal / kg of feed, 7 to 10 kg, 10 to 15 kg, 15 to 20 kg and 20 to 30 kg, respectively, with eight replicates and two animals per experimental unit. The blocking criterion used was the initial weight of the animals. The performance variables studied were the final weight (PF), daily dietary intake (CRD), daily metabolizable energy (CEM), daily net energy (CEL), daily digestible lysine (CLD), daily weight gain (GPD) and feed conversion (CA) e. Fecal scores and the occurrence of diarrhea were also evaluated. There was no effect ($P > 0.05$) of the nutritional plans on the fecal score and on the occurrence of diarrhea during the experimental period. No effect ($P > 0.05$) of nutritional plans of metabolizable energy on final weight, feed intake, metabolizable energy, liquid, lysine, weight gain and feed conversion of piglets from 7 to 10 kg was observed. The highest intake ($P < 0.05$) of metabolizable energy, net energy and weight gain were observed in 7- to 15-kg animals fed with nutritional plans 2 and 3. At that stage the nutritional plan 3 presented better ($p < 0.05$) feed conversion ratio. Nutritional plans 2 and 3 resulted in higher ($P < 0.05$) final weight, feed intake, net energy, metabolizable energy, digestible lysine, weight gain and better feed conversion in the 7 to 20 kg periods, from 7 to 25 kg and from 7 to 30 kg. The best nutritional plan to be recommended is the intermediate energy density (nutritional plan 2), as the increase in energy density of the nutritional plan from 3,400-3,350-3,300-3,250 Kcal ME / kg of feed to 3,500-3,450-3,400 -3,350 Kcal ME / kg of feed did not improve the performance of the animals. Thus, increasing the energy density of the diet also resulted in an increase in the concentration of other nutrients, such as amino acids, increasing the cost of the diet, without any increase in performance.

Keywords: calorie ratio: nutrient, energy requirement, lysine, net energy

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exigência de energia metabolizável (Kcal/kg) para leitões.....	13
Tabela 2 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 7 aos 15kg..	25
Tabela 3 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 15 aos 30kg	26
Tabela 4- Desempenho dos leitões alimentados com planos nutricionais de energia metabolizável (EM) dos 7 aos 30 kg.....	28
Tabela 5 - Escore fecal e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com planos nutricionais com diferentes níveis de energia metabolizável.....	31

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	9
1 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1.1 Energia.....	10
1.2 Exigências energéticas e fatores que afetam a exigência de energia em leitões.....	11
1.3 Densidade energética no desempenho de leitões.....	14
1.4 Relação energia nutriente para leitões.....	15
REFERÊNCIAS.....	17
PLANOS NUTRICIONAIS SEQUENCIAIS DE ENERGIA METABOLIZÁVEL PARA LEITÕES DOS 7 AOS 30KG.....	21
Resumo.....	21
Introdução.....	23
Material e Métodos	24
Resultados e discussão.....	27
Conclusão.....	32
Referências.....	32

INTRODUÇÃO

Na suinocultura o desmame é considerado um período crítico que, além das alterações fisiológicas sofridas pelo leitão, afeta o consumo de alimentos que pode acarretar em piora no desempenho. Por isso, é importante garantir o bom desempenho nessa fase, uma vez que o crescimento do leitão pode ser grande responsável pelo sucesso na produção (Figueiredo et al., 2003; Hauptli et al., 2012).

Por estas razões, devem ser fornecidas dietas prontamente disponíveis ou de fácil absorção, e que atendam às exigências para leitões nas fases iniciais. Principalmente, quanto a exigência energética devido ao fato que são considerados limitantes para consumo de ração em suínos (Hauptli et al., 2012). Caso contrário, devido ao momento de estresse provocado pelo desmame sofrido pelo leitão, podem resultar em perdas de peso que acarretará em mais tempo para atingir o peso de abate, e consequentemente levará a implicações econômicas na produção de suínos (Mores et al., 2010).

Além disso, tem-se constatado que a maior proporção dos custos de produção de suínos é representada pela alimentação, em que a maior participação desse custo está relacionada a fração energética da dieta que juntamente com a proteica representam aproximadamente 87% desse custo (Patience et al., 2013). Por afetar diretamente os custos de alimentação, é fundamental a compreensão do impacto da fração energética no desempenho dos leitões.

Vale ressaltar que nessa fase o sistema digestório dos leitões está em desenvolvimento que pode limitar seu consumo energético. Sendo assim, existe a hipótese de que o aumento da concentração energética estimula o consumo e crescimento dos leitões após a desmama (Orensaya et al., 2008), enquanto que os suínos mais pesados tendem a ingerir alimento até que sua exigência energética seja atendida (Noblet et al., 2001).

Uma vez que não há boa compreensão do efeito do aumento da concentração de energia no desempenho de leitões alguns trabalhos têm sido conduzidos na tentativa de estabelecer exigências nutricionais de energia na fase inicial de suínos. Entretanto, os resultados disponíveis na literatura sobre exigência nutricionais de energia para leitões com idade e peso semelhantes são muito variáveis (Bertechini, 2004). Além disso, é escassa pesquisas que avaliam sequências de níveis de energia metabolizável para leitões até os 30kg.

Pelo fato do consumo de energia ser um dos principais limitantes nutricionais em leitões desmamados, as dietas iniciais são frequentemente mais concentradas em energia, aminoácidos e demais nutrientes quando comparadas as dietas finais para otimizar o desempenho. Todavia, vale ressaltar que existe grande variação entre as recomendações de

energia para leitões nas fases iniciais de crescimento. As recomendações variam de 3.265 Kcal de EM/kg de ração (NRC, 1998), 3.325 Kcal de EM/kg de ração (Rostagno et al., 2005) até 3.400 Kcal de EM/kg de ração (Rostagno et al., 2011; NRC, 2012; Ribeiro et al., 2016 e Rostagno et al., 2017).

Também vale ressaltar que as faixas de peso propostas para o período inicial de crescimento dos leitões apresenta uma ampla variação entre as principais tabelas de recomendações de exigências nutricionais. Como exemplo, o NRC (2012) que apresenta suas recomendações para a fase inicial subdividida dos 7 aos 11 kg, dos 11 aos 25 kg e dos 25 aos 50 kg enquanto que Rostagno et al. (2017) estabelece a fase inicial subdividida dos 5,5 aos 9 kg, dos 9,3 aos 15 kg e dos 15 aos 30 kg.

Devido ao fato de que inexiste na literatura pesquisas referente aos efeitos de planos nutricionais de energia metabolizável para leitões do desmame até o período pré-inicial, para definir a concentração ideal para esta fase os planos nutricionais sequenciais poderá contribuir para o estabelecimento de novas estratégias nutricionais sequenciais de energia metabolizável que melhor atendam às exigências e que possibilitem a otimização das respostas de desempenho e minimizem os custos relacionados a alimentação. Por isso, realizou-se esta pesquisa com objetivo de avaliar planos nutricionais sequenciais de energia metabolizável, mantendo a relação caloria: lisina constante em dietas formuladas segundo o conceito de proteína ideal para leitões dos 7 aos 30 kg.

1 REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Energia

A energia, na física, pode ser definida como a capacidade de realizar trabalho, sendo o trabalho a ação de uma força movendo uma massa através de uma distância. Já na área de ciências biológicas é mais fácil conceituar a energia em unidade de calor ou caloria, no qual uma caloria é igual à quantidade de energia necessária para elevar a temperatura de 1g de água de 14,5 a 15,5°C (Sakomura&Rostagno, 2016).

Uma vez que a energia não é considerada um nutriente, mas sim o resultado da oxidação dos nutrientes presentes nos alimentos durante o metabolismo animal (Kil et al., 2013), tem-se os carboidratos, lipídeos, proteínas e parte da fibra, dentre alguns dos

constituintes dos alimentos, que fornecem energia para os animais. No qual os produtos finais provenientes da digestão desses nutrientes podem ser agrupados em monossacarídeos (principalmente glicose, proveniente da digestão de carboidrato), monoacilgliceróis e ácidos graxos (provenientes da digestão de lipídeos) e peptídeos e aminoácidos (provenientes da digestão de proteína). Posteriormente, na corrente sanguínea essas diferentes fontes energéticas são utilizadas por diferentes células para metabolismo do animal (Sakomura et al., 2014).

Porém, a energia total presente nos alimentos não será totalmente aproveitada pelos animais, pois há perdas de energia durante o processo metabólico do animal. Desse modo, a energia dos alimentos pode ser dividida em energia bruta (energia total presente no alimento), energia digestível (considera a perda energética das fezes), energia metabolizável (considera a energia eliminada na urina) e energia líquida, que desconta o valor do incremento calórico que consiste na energia perdida durante os processos de digestão, absorção e metabolismo (Sakomura & Rostagno, 2016).

Logo, a energia presente na dieta é oriunda da oxidação dos compostos orgânicos que a compõe e pode ser usada em diferentes processos metabólicos na forma de ATP ou depositada na forma de gordura na carcaça (Ewan, 2001; Nelson et al., 2011).

Além de ser melhor método para elevar a concentração energética da dieta para suínos, os lipídeos, melhoram também a palatabilidade, contribui para manutenção de equipamentos, reduzem a poeira e a perda de nutrientes da ração (Bertechini, 2004). As principais fontes utilizadas para elevar a densidade energética da dieta são os óleos e as gorduras, como por exemplo, o óleo de soja, que apresenta 8.300 Kcal de energia metabolizável (Rostagno et al., 2017).

De modo geral, os nutrientes provenientes dos alimentos presentes na dieta são disponibilizados para absorção e utilizados de acordo com a exigência animal. Por isso, um dos principais objetivos dos nutricionais é formular dietas com nutrientes necessários para manutenção e produção visando otimizar o ganho de peso de leitões com menor custo possível (Yen, 2001).

1.2 Exigências energéticas e fatores que afetam a exigência de energia em leitões

A energia presente nos alimentos está envolvida em todos os processos produtivos dos suínos. Sendo necessário o crescimento dos tecidos, ou ainda permitir atividades físicas vitais

e a manutenção da temperatura normal dos animais, podendo ser utilizada para suprir necessidades energéticas para as atividades, ser convertida em calor, ou armazenada como tecido corporal (Ewan, 2001).

Vários fatores podem afetar a exigência de energia dos suínos. Dentre estes fatores, pode-se destacar a idade ou peso, a genética, o sexo e a fase de criação (inicial, crescimento, terminação, gestação, lactação e machos reprodutores) estão ligados ao animal. Por sua vez, os fatores ligados a dieta estão a forma física, o nível de inclusão de alguns alimentos como óleo e fibra e ainda existem os fatores ligados ao ambiente (Sakomura & Rostagno et al., 2016; Rostagno et al., 2017).

As condições ambientais alteram a exigência energética dos animais, por isso, as dietas devem ser ajustadas para tais situações. Considerando, necessário que a temperatura ambiente esteja dentro da faixa de conforto térmico para que ocorra o equilíbrio térmico. Em situações em que os suínos são submetidos a ambientes de termoneutralidade tendem a expressar o seu máximo potencial genético. No entanto, quando submetidos as condições de estresse por calor mecanismo comportamentais, físicos e químicos são utilizados pelo animal e isto acarreta em desvio da energia disponível para produção, alterando a exigência de nutrientes dos animais (Bertechini, 2004). O principal efeito dos suínos submetidos a temperaturas altas, além do aumento da frequência respiratória, é a redução no consumo e consequentemente queda do desempenho (Kiefer et al., 2009).

Porém, o período de desenvolvimento dos suínos, ou o peso do animal, podem influenciar o desempenho em resposta às condições ambientais, uma vez que suínos mais pesados são mais sensíveis ao estresse por calor que os mais leves e que o consumo de suínos até 20 kg podem ser menos influenciados por temperaturas altas em relação a suínos mais velhos (Curtis, 1983). Sendo assim, leitões na fase inicial não são capazes de aumentar o consumo de ração em condições de estresse por frio devido a capacidade limitada do trato gastrointestinal (Saraiva et al., 2003).

Outro fator que pode influenciar a exigência energética, trate-se da categoria sexual que devido as ações dos hormônios sexuais apresentam curvas de crescimento diferentes e consequentemente composição corporal não são iguais, influenciando diretamente as exigências de energia. Além disso, machos castrados consomem mais ração em relação aos machos inteiros e fêmeas e as fêmeas, por sua vez, consomem mais em relação aos machos inteiros (Sakomura et al., 2014).

Os genótipos apresentam características diferentes no consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar e composição de carcaça. Sendo que, essas diferenças podem ser

associadas aos aspectos metabólicos, principalmente proteicos e energéticos (Sakomura et al., 2014).

As condições sanitárias também podem influenciar as exigências energéticas, pois em condições de desafio sanitário o sistema imunológico dos suínos é ativado e acarreta mudanças metabólicas, como maior utilização de glicose pelos tecidos periféricos, redução da oxidação de ácidos graxos no fígado e aumento na taxa de desaminação de aminoácidos para produção de substrato para gliconeogênese (Shurson; Johnston, 1998). Consequentemente, ocorre aumento da temperatura corporal e da taxa metabólica, sugerindo maior necessidade energética para manutenção e menor ingestão de energia, que afetam negativamente o desempenho de suínos. Esse aumento pode ser até 1,3 vezes o valor normal de exigência para manutenção em suínos com doenças crônicas (Black et al., 1999).

Observa-se variação nas recomendações da exigência de energia para leitões (Tabela 1), sendo que possuem exigências energéticas superiores às exigências nas fases seguintes, crescimento e terminação, que tendem a manter-se constante. Uma vez que, que a demanda energética é estabilizada quando o desenvolvimento muscular máximo é atingido, até os 60 kg aproximadamente. Além disso, encontram-se também variações nas faixas de peso recomendadas (Sakomura et al., 2014).

Tabela 1 - Exigência de energia metabolizável (EM), Kcal/kg, para leitões.

Fontes	5,5 aos 9 kg	9,3 aos 15 kg	15 aos 30 kg
ROSTAGNO et al. (2017)	3.400	3.375	3.250
ROSTAGNO et al. (2011)	3.400	3.375	3.230
ROSTAGNO et al. (2005) ¹	3.325	3.325	3.230
NRC (1998) ²	3.265	3.265	3.265
NRC (2012) ³	3.400	3.350	3.300

¹ As faixas de peso são 4 a 7 kg, 7 a 15kg e

² As faixas de peso são 5-10 kg, 10-20 kg e 20-50 kg.

³ As faixas de peso são 7-11 kg, 11-25 kg e 25-50 kg.

Além das tabelas de exigências nutricionais, é possível verificar grande variação entre os níveis nutricionais propostos em alguns estudos. As recomendações variam de 3.200 Kcal de EM/kg para os leitões dos 6 aos 30 kg (Pereira et al., 2011), de 3.264 Kcal de EM/kg de ração dos 15 aos 30 kg (Oliveira et al., 2005) e de 3.400 Kcal de EM/kg de ração dos 6 aos 18 kg (Ribeiro et al., 2016).

1.3 Densidade energética no desempenho de leitões

Os suínos tendem a consumir ração até atender sua exigência energética, ou seja, a ingestão de energia é feita para atender as necessidades de manutenção, crescimento e formação de produtos. Portanto, torna-se importante a realização de mais estudos sobre os efeitos dos níveis de energia metabolizável no desempenho de suínos em diversas fases (Ferreira et al., 1999; Rezende et al., 2006).

Visto que esse ajuste é observado em suínos na fase de crescimento e terminação alimentados com dieta com maior nível de energia seja metabolizável, digestível ou líquida, onde apresentam redução no consumo de ração e melhoria na conversão alimentar dos animais (Ferreira et al., 1999; Rezende et al., 2006; Gonçalves et al., 2015).

Contudo, os suínos com peso corporal até os 30 kg, aproximadamente, quando o trato digestório atinge a maturidade não conseguem realizar a redução eficazmente da ingestão de ração com o aumento da concentração energética da dieta. E com isso, dietas com densidade energética maior resultam em melhora no ganho de peso, principalmente, no período inicial dos leitões (Bertechini et al., 2004).

A presença de lipídeos em grandes quantidades, contidos nos óleos e gorduras, na mucosa intestinal promove a liberação de colecistocinina, que causa a inibição do esvaziamento gástrico (Donzele et al., 1998). Dessa forma, dietas com nível energético maior podem apresentar melhoras na eficiência de utilização dos nutrientes.

Uma vez que não há boa compreensão do efeito do aumento da concentração de energia no desempenho de leitões, alguns trabalhos têm sido conduzidos na tentativa de estabelecer exigências nutricionais de energia na fase inicial de suínos (Ribeiro et al., 2016; Vieira et al., 2017). Entretanto, os resultados disponíveis na literatura sobre exigência nutricionais de energia para leitões com idade e peso semelhantes são muito variáveis (Bertechini et al., 2004). Além disso, são escassas pesquisas que avaliam sequências de níveis de energia metabolizável para leitões do desmame até os 30 kg.

Dessa forma, tem-se como exemplo, o estudo de Ribeiro et al. (2016) que recomendam nível único de 3.400 Kcal de EM/kg de ração para leitões dos 6 aos 18 kg, aproximadamente, que avaliaram níveis únicos do início ao fim do período de estudo. Do mesmo, outros pesquisadores, também recomendam níveis únicos para as fases iniciais de crescimento dos leitões 3.264 Kcal de EM/kg de ração (Oliveira et al., 2005), dos 15 aos 30 kg e 3.250 Kcal/kg de ração (Arnaiz et al., 2009), para leitões dos 5 aos 17 kg.

Além da variação nas recomendações de exigência de energia existem controversas nos efeitos do aumento da densidade energética para leitões na fase inicial. No qual, em alguns estudos o aumento de energia da dieta promoveu melhoras no desempenho devido à redução de consumo e conversão alimentar (Beaulieu et al., 2009; Pereira et al., 2011). Ao contrário dos efeitos da densidade energética das dietas para leitões com idade aproximada de 21 dias em que não encontraram melhora com aumento dos níveis de energia metabolizável de 3.400 a 3.800 Kcal/kg de ração (Vieira et al., 2015) e de 3.250 a 3.700 Kcal/kg de ração (Ribeiro et al., 2016).

Desse modo, precisa compreender melhor o efeito da densidade energética em relação ao desempenho de leitões. Visto que alguns estudos os leitões não realizaram ajuste no consumo quando se aumentou o nível energético da dieta (Beaulieu et al., 2009; Schneider et al., 2010). Por isso, é importante a elaboração de planos nutricionais que envolvam níveis de energia metabolizável e a utilização de aminoácidos para as devidas faixas de peso dos leitões na fase de creche.

1.4 Relação energia nutriente para leitões

Em sistemas com alimentação à vontade o aumentado conteúdo energético da dieta, o consumo voluntário diminui para atender à exigência de energia diária (Gonçalves et al., 2015; Pereira et al., 2016). Por isso, sugere-se que as exigências nutricionais de suínos devem ser expressas em relação ao seu conteúdo energético, ou seja, os nutrientes da dieta devem ser relacionados ao conteúdo energético. Para garantir o consumo necessário para atender à exigência dos nutrientes (Bertechini, 2004).

Dessa forma, considerando-se que o consumo de lisina digestível diário pode estar relacionado a densidade energética o desempenho dos suínos será otimizado quando utilizado o balanceamento da dieta pelo conceito da proteína ideal, mantendo constante a relação caloria: lisina (Rezende et al., 2006). A relação caloria: nutriente é considerado um mecanismo para garantir o adequado consumo de nutrientes e consiste na quantidade dos nutrientes das dietas (g) para cada Kcal de energia (Murarolli, 2007; Araújo & Sobreira, 2008).

As dietas formuladas a base do conceito de proteína ideal têm a lisina como aminoácido referência por ser considerada o primeiro aminoácido limitante, sendo extremamente essencial, uma vez que o suíno não é capaz de sintetizar (Rostagno et al., 2017). Além disso, tem participação intensa no desenvolvimento do tecido muscular e não

sofre transaminação, ou seja, evita qualquer modificação metabólica que possa interferir nas determinações das suas exigências (Araújo & Sobreira, 2008).

Porém, quando a lisina se encontra disponível em quantidades insuficientes ou excessivas, há comprometimento da utilização dos outros aminoácidos devido à competição pelos sítios de absorção ou de síntese proteica (De laLlata et al., 2002). Com isso é recomendável que a relação entre os nutrientes e a energia seja ajustada conforme for alterado o nível energético das dietas para manter o consumo de nutrientes equilibrado (NRC, 2012; Rostagno et al., 2017).

Quando a energia não for o primeiro limitante de consumo o animal regula o consumo de ração para atender o primeiro recurso limitante. A relação entre energia e aminoácido, por exemplo, poderá influenciar o consumo de ração e ganho de peso (Trindade Neto et al., 2010; Schneider et al., 2010; Permentier et al., 2013).

Em estudo com suínos em terminação em que se manteve constante a relação de caloria: lisina de 2,41 g de lisina digestível/Mcal de energia, e isso levou a melhora na conversão alimentar (Rezende et al., 2006). Apesar da relação constante de 2,82 g de lisina digestível/Mcal de energia o incremento energético não acarretou em piora no desempenho de leitões dos 15 aos 30 kg (Oliveira et al., 2005), e está próximo da relação 3,2 g de lisina/Mcal de EM (Rostagno et al., 2011; 2017), estimada para leitões no mesmo período do estudo anterior citando que o mesmo atendeu as exigências nutricionais.

Dessa forma, faz-se necessário mais estudo para avaliar os efeitos da densidade energética mantendo-se a relação lisina: caloria em leitões desmamados visando uma melhor compreensão desses efeitos no desempenho dessa fase inicial dos suínos.

Neste contexto, realizou-se o presente estudo com o objetivo de avaliar o efeito dos diferentes planos nutricionais de energia metabolizável no desempenho de leitões recém-desmamados. Com os resultados obtidos foi elaborado o artigo intitulado “Planos nutricionais de energia para leitões dos 7 aos 30 kg”, redigidos conforme as normas da Revista Brasileira de Zootecnia e com adaptações às normas para elaboração de dissertações/teses do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul.

REFERÊNCIAS

- ARNAIZ, V.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSIER, A.M.; REBER, M.; KUANA, S. Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso em lechones recién destetados. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 4, n. 4, p. 472-478, 2009.
- ARAÚJO, W.A.G.; SOBREIRA, G.F. Proteína ideal como estratégia nutricional na alimentação de suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.5, n.2, p.537-545, 2008.
- BLACK, J.L.; BRAY, H.J.; GILES, L.R. **The termal and infectious environment**. In: KYRIAZAKIS, I. (Ed). A quantitative biology of the pig. Wallingford: CAB International, p. 71-97, 1999.
- BEAILIEU, A.D.; WILLIAMS, N.H.; PATIENCE, J.F. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p. 965-976, 2009.
- BEAULIEU, A. D.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n.1, p. 965-976, Jan. 2009.
- BERTECHINI, A.G. Nutrição de monogástricos. Editora: Universidade Federal de Lavras/FAEPE. p. 450, 2004.
- CURTIS, S.E. Environmental management in animal agriculture. Ames: State University Press, p. 409, 1983.
- DE la LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. Effects of increasing L-lysine HCL in corn – or sorghum – soybean meal-based diets on growth performance and carcass characteristics of growing – finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2420-2432, 2002.
- DONZELE, J.L.; SILVA, F.C.O.; FERREIRA, A.S. Digestibilidade e metabolizabilidade da energia de rações com diferentes níveis de óleo de soja para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.922-927, 1998.
- EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: **Swine Nutrition**. LEWIS, A, J.; Southern, L. L. ed.2, CRC Press, Boca Raton, FL. 2001.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; TADEU FIALHO, E.; HANNAS, M.I.; NETO, A.R.O.; FERREIRA, A.S. Níveis de energia digestível para leitões dos 30 aos 60kg mantidas em ambiente frio (15°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p. 758-765, 1999.
- FIGUEIREDO, A.N.; MIYADA, V.S.; UTIYAMA, C.E; UTIYAMA, C.E.; LONGO, F.A. Ovo em pó na 353 alimentação de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.32, (supl.2), n.6, p.1901-1911, 2003.

HAUPTLI, L. **Maltodextrina e óleos como fontes de energia para leitões**. 2009. 57p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2009.

KIEFER, C.; MEIGNEN, B.C.G.; SANCHES, J.F; CARRIJO, A.S. Resposta de suínos em crescimento mantidos em diferentes temperaturas. **Archivos de Zootecnia**, v. 58 (221), p. 55-64, 2009.

KIL, D.Y.; KIM, B. G.; STEIN, H.H. Feed energy evaluation for growing pigs. Asian Australas. **Journal of Animal Science**, Vol. 26, n. 9: 1205-1217, 2013.

MORES, T.J.; GONÇALVES, M.A. D.; SOUZA, R.F.; SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.E.S.N. Influência das 412 doenças no ganho de peso dos leitões na fase de aleitamento. **Acta 413 Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v.38, (Supl 1), p.159-169, 2010.

MURAROLLI, R.A. Efeito de diferentes relações dietéticas de energia metabolizável: proteína bruta e o peso inicial de pintos sobre o desempenho e o rendimento de carcaça em frangos de corte: I Machos; II Fêmeas. 2007. Dissertação. Universidade de São Paulo. Pirassununga, SP. 2007.

NELSON, D. L.; LEHNINGER, A. L.; COX, M. M. Princípios de bioquímica de Lehninger. ed. 5, Porto Alegre; Artmed, 2011.

NOBLET, J.; BELLEGO, L.L.; MILGEN, J.V.; DUBOIS, S. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Research**, v.50, p.227-238, 2001.

NRC - National Research Council. 1998. Nutrient requirements of Swine: 10th ed. National Academy Press, Washington, DC.

NRC - National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. ed. 11th ed. National Academy Press, Washington.

OLIVEIRA, G.C.; MOREIRA, I.; FRAGA, A.L.; KUTCHENKO, M.; SARTORI, I.M. Metabolizable energy requirement for starting barrow pigs (15 to 30 kg) fed on ideal protein concept based diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology and International Journal**, v.48, n.5, pp.729-737, 2005.

ORENSAYA, T.F.; BEAULIEU, A.D.; PATIENCE, J.F. Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake. **Journal of animal science**, v.86, p. 348-363, 2008.

PATIENCE, J.F. Managing energy intake and costs of grow-finish pigs. **Advances in Pork Production**, v. 24, p. 29-36, 2013.

PEREIRA, L.M.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, T.E.; CANTARELLI, V.S.; SILVEIRA, H.; CERQUEIRA, L.G.S.; KURIBAYASHI, T.H. Metabolizable energy for piglets in the nursery phase submitted at activation of immune system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.8, p. 1732-1737, 2011.

PERMENTIER, L.; MAENHOUT, D.; BROEKMAN, K.; DELEY, W.; VERBEKE, G.; GEERS, R. Effect of different dietary total Lys:energy ratios and dietary energy concentrations in phase feeding from weaning to slaughter on performance and carcass measures of crossbred pigs selected for leanness. **Livestock Science**, v. 155, p. 332-342, 2013.

REZENDE, W.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; ABREU, M.L.T.; FERREIRA, A.F.; SILVA, F.C.O.; APOLÔNIO, L.R. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível: caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n.3, p. 1101-1106, 2006 (supl.).

RIBEIRO, A.M.L.; FARINA, G.; VIEIRA, M.S.; PERALES, V.A.; KESSLER A.M. Energy utilization of light and heavy weaned piglets subjected to different dietary energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45 (9), p. 532-539, 2016.

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. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Viços-MG, 2ª edição, 2005.

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. Viços-MG, 3ª edição, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; ABREU, M.L.T.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Viçosa-MG, 4ª edição, 2017.

SARAIVA E.P.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FERREIRA, A.S.; FERREIRA, R.A.; REZENDE, W.O.; ORLANDO, U.A.D.; VAZ, R.G.M. Níveis de proteína bruta em rações para suínos machos castrados em fase inicial de crescimento, mantidos em ambiente de baixa temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n6, p. 1690-1696, 2003 (Supl.1).

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos. Jaboticabal**: FUNEP, ed 2. 262p, 2016.

SAKOMURA, N.K.; SILVA, J.H.V.; COSTA, F.G.P.; FERNANDES, J.B.K.; HAUSCHILD, L. Nutrição de não ruminantes. Funep, 2014.

SCHNEIDER, J.D.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S.; NELSEN, J.M.; DEROUCHÉY, J.M.; GOODBAND, R.D. Determining the effect of lysine: calorie ratio on growth performance of ten-to twenty-kilogram of body weight nursery pigs of two different genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 137-146, 2010.

SHURON, J.; JOHNSON, L. Swine nutrition and health connection. In: ALLEN LEMAN SWINE CONFERENCE, 25, 1998, Saint Paul. **Proceedings...** Saint Paul: University of Minnesota, p. 77-95, 1998.

TRINDADE NETO, M.A.; BERTO, D.A.; NYACHOTI, C.M.; SCHAMMAS, E.A. Energy and amino acid content in phase 1 nursery diet: piglet performance and body chemical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n. 6, p.1286-1294, 2010.

VIEIRA, M.S.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M.; CHIBA, L.I.; BOCKOR, L. Performance and body composition of light and heavy early-weaning piglets subject to different dietary energy levels. **Livestock Science**, v. 178, p. 272-278, 2015

YEN, J. T. Anatomy of the digestive system and nutritional physiology. In: **Swine Nutrition**. LEWIS, A. J.; Southern, L. L. ed. 2, CRC Press, Boca Raton, Pages 45-77, FL. 2001.

Planos nutricionais sequenciais de energia metabolizável para leitões dos 7 aos 30kg

RESUMO

Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar os efeitos de planos nutricionais de energia metabolizável (EM), mantendo a relação caloria: lisina, no desempenho de leitões dos 7 ao 30kg. Foram utilizados 48 leitões, fêmeas, com peso inicial de $6,88 \pm 1,19$ kg e peso final de $30,52 \pm 3,79$ kg. Os leitões foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso em três planos nutricionais com diferentes níveis energéticos, sendo plano nutricional 1: 3.300-3.250-3.200-3.150 Kcal/kg de ração; plano nutricional 2: 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal/kg de ração; e plano nutricional 3: 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal/kg de ração, dos 7 aos 10kg, dos 10 aos 15kg, dos 15 aos 20kg e dos 20 aos 30kg, respectivamente, com oito repetições e dois animais por unidade experimental. O critério de bloqueamento utilizado foi o peso inicial dos animais. Também foram avaliados os escores fecais e a ocorrência de diarreia. Não houve efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais no escore fecal e na ocorrência de diarreia durante o período experimental. Dos 7 aos 10 kg, não houve efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais de energia metabolizável no peso final, consumos de ração, de energia metabolizável, de líquida, de lisina, ganho de peso e conversão alimentar. Observou-se, dos 7 aos 15 kg, maiores ($P < 0,05$) consumos de energia metabolizável, de energia líquida e ganho de peso nos animais alimentados com os planos nutricionais 2 e 3. E nessa fase o plano nutricional 3 apresentou melhor ($p < 0,05$) conversão alimentar. Os planos nutricionais 2 e 3 resultaram em maior ($P < 0,05$) peso final, consumos de ração, de energia líquida, de energia metabolizável, de lisina digestível, ganho de peso e melhor conversão alimentar nos períodos dos 7 aos 20 kg, dos 7 aos 25 kg e dos 7 aos 30 kg. Recomenda-se o plano nutricional contendo 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal de EM/kg de ração dos 7 aos 10 kg, dos 10 aos 15kg, 15 aos 20kg e dos 20 aos 30kg, respectivamente, equivalentes aos níveis de 2.546-2.513-2.501-2.475 Kcal de EL/kg de ração.

Palavras-chave: energia líquida, exigência energética, lisina, relação caloria: nutriente

Nutritional plans sequential metabolizable energy for piglets from 7 to 30kg

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of nutritional plans of metabolizable energy (ME), maintaining the calorie: lysine ratio in the performance of piglets 7 to 30 kg. Were used 48 piglets, with initial weight at 6.88 ± 1.19 kg and final weight at 30.52 ± 3.79 kg. It piglets were distributed in a randomized complete block design in three nutritional plans with different energy levels, being nutritional plan 1: 3,300- 3,250-3,200-3,150 Kcal ME/kg of feed; nutritional plan 2: 3,400-3,350-3,300-3,250 Kcal ME/kg of feed; and nutritional plan 3: 3,500-3,450-3,400-3,350 Kcal ME/kg of feed, 7 to 10 kg, 10 to 15 kg, 15 to 20 kg and 20 to 30 kg, respectively, with eight replicates and two animals per experimental unit. The blocking criterion used was the initial weight of the animals. Fecal scores and the occurrence of diarrhea were also evaluated. There was no effect ($P > 0.05$) of the nutritional plans on the fecal score and on the occurrence of diarrhea during the experimental period. At 7 to 10 kg, there was no effect ($P > 0.05$) of nutritional plans of metabolizable energy in the final weight, feed intake, metabolizable energy, liquid, lysine, weight gain and feed conversion. It was observed, 7 to 15 kg, higher ($P < 0.05$) consumptions of metabolizable energy, net energy and weight gain in animals fed with nutritional plans 2 and 3. At this stage, the nutritional plan presented better ($p < 0.05$) feed conversion. Nutritional plans 2 and 3 resulted in higher ($P < 0.05$) final weight, feed intake, net energy, metabolizable energy, digestible lysine, weight gain and better feed conversion in the 7 to 20 kg periods, 7 to 25 kg and from 7 to 30 kg. The nutritional plan containing 3,400-3,350-3,300 3,250 Kcal ME / kg of feed, 7 to 10 kg, 10 to 15 kg, 15 to 20 kg and from 20 to 30 kg, respectively, equivalent to the levels of 2,546 -2.513-2.501-2.475 Kcal NE / kg of feed.

Keywords: calorie ratio: nutrient, energy requirement, lysine, net energy

INTRODUÇÃO

Tem-se constatado que a maior proporção dos custos de produção de suínos é representada pela alimentação, em que a maior participação do custo está relacionada a fração energética da dieta que juntamente com a proteica representam aproximadamente 87% (Patience et al., 2013). Por afetar diretamente os custos de alimentação, é fundamental a compreensão do impacto da fração energética da dieta no desempenho dos leitões.

Além disso, a capacidade estomacal do leitão desmamado pode limitar seu consumo energético. Existe a hipótese de que o aumento da concentração energética estimula o consumo e crescimento dos leitões após a desmama (Orensaya et al., 2008), enquanto que suínos mais pesados tendem a ingerir alimento até que sua exigência energética seja atendida (Noblet et al., 2001).

Pelo fato do consumo de energia ser um dos principais limitantes nutricionais em leitões desmamados, as dietas iniciais são frequentemente mais concentradas em energia, aminoácidos e demais nutrientes quando comparadas as dietas finais para otimizar o desempenho. Todavia, vale ressaltar que existe grande variação entre as recomendações de energia para leitões nas fases iniciais de crescimento. As recomendações das principais tabelas de exigências nutricionais variam de 3.265 Kcal de EM/kg de ração (NRC, 1998), 3.325 Kcal de EM/kg de ração (Rostagno et al., 2005) até 3.400 Kcal de EM/kg de ração (Rostagno et al., 2011; NRC, 2012 e Rostagno et al., 2017).

Também vale ressaltar que as faixas de peso propostas para o período inicial de crescimento dos leitões apresentam uma ampla variação entre as principais tabelas de recomendações de exigências nutricionais. Como por exemplo, o NRC (2012) apresenta suas recomendações para as fases iniciais subdivididas dos 7 aos 11 kg, dos 11 aos 25 kg e dos 25 aos 50 kg, enquanto que Rostagno et al. (2017) estabelecem as fases iniciais subdivididas dos 5,5 aos 9 kg, dos 9,3 aos 15 kg e dos 15 aos 30 kg.

Desse modo, definir a concentração ideal para as fases iniciais de crescimento dos leitões imediatamente após a desmama, no aspecto de planos nutricionais sequenciais, poderá contribuir para o estabelecimento de novas estratégias nutricionais que melhor atendam às exigências e que possibilitem a otimização das respostas de desempenho e minimizem os custos relacionados a alimentação. Portanto, realizou-se este trabalho com o objetivo de avaliar planos nutricionais sequenciais de energia metabolizável, mantendo a relação caloria: lisina constante em dietas formuladas segundo o conceito de proteína ideal para leitões dos 7 aos 30 kg.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no setor de suinocultura, localizado na fazenda escola da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, situado em Terenos-MS. Foram utilizados 48 leitões, fêmeas, com 21 dias de idade, com peso inicial de $6,88 \pm 1,19$ kg e peso final de $30,52 \pm 3,79$ kg.

Os leitões foram alojados em sala de creche, equipadas com gaiolas ($0,81 \text{ m}^2$), contendo comedouros semiautomáticos, bebedouros do tipo chupeta e com aquecimento suplementar. As condições ambientais no interior da sala foram monitoradas, às 8:00 h e às 16:00 h, por meio dos termômetros de máxima e mínima, de globo e de bulbo seco e úmido. Posteriormente, calculou-se o índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU).

Os leitões foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso em três planos nutricionais com diferentes níveis energéticos, sendo plano nutricional 1: 3.300-3.250-3.200-3.150 Kcal de EM/kg de ração; plano nutricional 2: 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal de EM/kg de ração; e plano nutricional 3: 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal de EM/kg de ração, dos 7 aos 10 kg, dos 10 aos 15 kg, dos 15 aos 20 kg e dos 20 aos 30 kg, respectivamente, com oito repetições e dois animais por unidade experimental. O critério de bloqueamento foi o peso inicial dos animais.

As dietas experimentais (Tabela 2 e 3) foram formuladas com base no conceito de proteína ideal, a base de milho e farelo de soja para atender as exigências nutricionais de leitões de alto potencial genético, com desempenho médio de acordo com as recomendações de Rostagno et al. (2011). O aumento da concentração de energia metabolizável entre as dietas dos planos nutricionais foi realizado por meio da inclusão de óleo de soja em substituição ao caulim. A relação lisina: caloria foi mantida constante entre as dietas por meio da inclusão de aminoácidos em substituição ao caulim. As rações e a água foram fornecidas a vontade aos animais durante todo o período experimental que teve duração de 44 dias.

As variáveis de desempenho estudadas foram o ganho de peso diário (GPD), consumos de ração diário (CRD), de energia metabolizável diário (CEMD), de energia líquida diária (CELD), de lisina digestível diário (CLDD), conversão alimentar (CA) e peso final (PF). Também foram avaliados os escores fecais e a ocorrência de diarreia.

As pesagens dos animais foram realizadas no início e final de cada fase do período experimental. Foram quantificados diariamente as sobras e desperdícios de ração para avaliação da quantidade consumida. O GPD foi obtido pela subtração entre PF de cada período e o PI dos leitões por ocasião do início do experimento, dividido pelo número de dias.

Tabela 2 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 7 aos 15kg.

Ingredientes (%)	Fases	
	7 aos 10kg	10 aos 15kg
Milho (7,88%)	49,573	53,097
Farelo de soja (46,5%)	18,342	24,754
Soro de leite em pó integral	12,000	10,000
Plasma sanguíneo	6,000	4,000
Açúcar	5,000	0,000
Óleo de soja	2,30-3,51-4,71	2,28-3,48-4,69
Fosfato bicálcico	1,798	1,510
Calcáricalcítico	0,661	0,788
Sal comum	0,000	0,027
Premix mineral ¹	0,050	0,050
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
L-Lisina HCL	0,468-0,533-0,598	0,268-0,320-0,371
DL-Metionina	0,566-0,590-0,615	0,122-0,145-0,168
L-Treonina	0,156-0,184-0,213	0,054-0,081-0,108
L-Triptofano	0,035-0,043-0,051	0,001-0,009-0,017
Probiótico	0,200	0,200
Halquinol	0,050	0,050
Caulim	2,701-1,366-0,039	2,699-1,389-0,070
<i>Composição nutricional ²</i>		
Relação Lisina: caloria, g/Mcal	2,3	2,5
Proteína bruta, %	19,02-19,12-19,22	20,03-20,12-20,20
Energia metabolizável, Kcal/kg	3.300-3.400-3.500	3.250-3.350-3.450
Energia líquida, Kcal/kg	2.454-2.546-2.639	2.421-2.513-2.605
Lisina digestível, %	1,407-1,457-1,508	1,281-1,321-1,361
Met+Cist digestível, %	1,134-1,158-1,182	0,717-0,740-0,762
Treonina digestível, %	0,887-0,914-0,914	0,807-0,833-0,858
Triptofano digestível, %	0,251-0,258-0,266	0,230-0,238-0,245
Cálcio, %	0,850	0,825
Fósforo digestível, %	0,450	0,410
Sódio, %	0,296	0,230

¹Conteúdo por quilograma de produto: vit. A- 1.250.000UI; vit. D₃ – 250.000UI; vit. E – 6.250UI; vit. K₃ – 750mg; vit. B₁ – 375mg; vit. B₂ – 1.000mg; vit. B₆ – 375mg; vit. B₁₂ – 4.500MG; acidopantotênico – 2.300mg ácido fólico – 125mg; **iron – 25mg; copper – 3.750mg**; manganês – 12,5g; zinc – 31,25g; iodo- 250mg; selênio – 75mg e veículoq.s.p. – 1.000g.

²Valores calculados com base na composição nutricional das matérias-primas, conforme ROSTAGNO et al. (2011).

Os consumos de energia metabolizável, de energia líquida, de lisina digestível e de proteína bruta foram obtidos por meio da multiplicação do consumo de ração no período pelos respectivos conteúdos em cada plano nutricional e dividido pela quantidade de dias do

período. A conversão alimentar foi obtida por meio da divisão do consumo de ração total do período pelo ganho de peso total do período.

Tabela 3 - Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 15 aos 30 kg.

Ingredientes (%)	Fases	
	15 aos 20kg	20 aos 30kg
Milho (7,88%)	62,119	67,096
Farelo de Soja (46,5%)	23,465	25,373
Soro de leite em pó integral	5,000	0,000
Plasma Sanguíneo	2,000	0,000
Óleo de soja	1,523-2,728-3,933	0,993-2,198-3,403
Fosfato bicálcico	1,453	1,656
Calcáricalcítico	0,798	0,759
Sal comum	0,204	0,457
Premix mineral ¹	0,050	0,050
Premix vitamínico ¹	0,100	0,100
L-Lisina HCL	0,238-0,282-0,326	0,360-0,404-0,448
DL-Metionina	0,070-0,089-0,108	0,100-0,119-0,138
L-Treonina	0,031-0,053-0,075	0,093-0,115-0,138
L-Triptofano	0,000-0,006-0,012	0,012-0,018-0,024
Probiótico	0,200	0,200
Antibiótico	0,050	0,050
Caulim	2,699-1,403-0,107	2,701-1,405-0,108
<i>Composição nutricional ²</i>		
Relação Lisina: caloria, g/Mcal	2,99	2,99
Proteína bruta, %	18,03-18,10-18,17	17,44-17,51-17,59
Energia metabolizável, Kcal/kg	3.200-3.300-3.400	3.150-3.250-3.350
Energia líquida, Kcal/kg	2.410-2.501-2.593	2.384-2.475-2.567
Lisina digestível, %	1,071-1,105-1,139	1,054-1,088-1,122
Met+Cist digestível, %	0,600-0,619-0,637	0,590-0,609-0,627
Treonina digestível, %	0,675-0,696-0,717	0,664-0,685-0,706
Triptofano digestível, %	0,196-0,201-0,207	0,189-0,195-0,201
Cálcio, %	0,773	0,773
Fósforo digestível, %	0,370	0,370
Sódio, %	0,200	0,200

¹Conteúdo por quilograma de produto: vit. A- 1.250.000UI; vit. D₃ – 250.000UI; vit. E – 6.250UI; vit. K₃ – 750mg; vit. B₁ – 375mg; vit. B₂ – 1.000mg; vit. B₆ – 375mg; vit. B₁₂ – 4.500MG; acidopantotênico – 2.300mg; ácido fólico – 125mg; Ferro – 25mg; cobre – 3.750mg; manganês – 12,5g; zinco – 31,25g; iodo- 250mg; selênio – 75mg e veículo q.s.p. – 1.000g.

²Valores calculados com base na composição nutricional das matérias-primas, conforme ROSTAGNO et al. (2011).

Para obtenção do escore de consistência de fezes, foi realizada uma avaliação visual diária, manhã e tarde, com escores variando de 0 a 3 para cada animal: 0=fezes sólidas; 1= fezes pastosas; 2= fezes líquidas/pastosas; 3= fezes líquidas, conforme proposto por ALMEIDA et al. (2012). Apenas as pontuações 2 e 3 indicam a ocorrência de diarreia. Ao longo do período experimental, todos os leitões diagnosticados com diarreia foram tratados com antibiótico injetável.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA) utilizando o procedimento geral de modelo linear, programa estatístico Statistical Analysis System, versão 9.0. O peso inicial foi utilizado como co-variável no modelo estatístico para análise das variáveis de desempenho. O teste não paramétrico Kruskal Wallis foi utilizado para comparar o escore fecal e a ocorrência de diarreia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores registrados para as temperaturas do ar e o ITGU foram de $25,9 \pm 1,76^\circ\text{C}$ e $78,6 \pm 2,26$, respectivamente. Esses resultados observados no presente estudo indicam que as temperaturas se mantiveram dentro da faixa de temperaturas (22 a 26°C) considerada ideal (Kummer et al., 2009) e próxima a faixa de temperaturas (22 a 25°C) compreendida como de conforto térmico para essa categoria de leitões (Le Dividich, 1991). Portanto, pode-se inferir que os leitões, da presente pesquisa, estavam sob condições térmicas adequadas, considerando-se que não apresentaram respostas comportamentais comumente observadas em ambientes de estresse por calor ou frio.

Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais de energia metabolizável no peso final, consumos de ração, de energia metabolizável e líquida, de lisina, ganho de peso e conversão alimentar dos leitões dos 7 aos 10 kg (Tabela 4).

Dos 7 aos 15 kg, não houve efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais no peso final e consumos de ração e de lisina. Por outro lado, os consumos de energia metabolizável e líquida foram influenciados ($P < 0,05$) pelos planos nutricionais em que o aumento da concentração de energia resultou no aumento do consumo diário de ambos, mesmo sem ter ocorrido variação significativa no consumo de ração. Os planos nutricionais também influenciaram ($P < 0,05$) o ganho de peso diário em que os leitões alimentados com os planos nutricionais 2 (3.400-3.350 Kcal de EM) e 3 (3.500-3.450 Kcal de EM) apresentaram ganho superior em relação ao plano nutricional basal (3.300-3.250 Kcal de EM). Considerando o aumento do ganho de peso diário sem alteração do consumo de ração, verificou-se que os planos nutricionais 2 e 3 resultaram em melhor ($P < 0,05$) conversão alimentar em relação ao plano nutricional basal.

Tabela 4 – Desempenho de leitões alimentados com planos nutricionais de energia metabolizável dos 7 aos 30 kg.

Variáveis	Planos nutricionais de EM			CV, %	Valor P
	1	2	3		
7 aos 10 kg					
PI, kg	7,10	6,90	6,94	-	-
PF, kg	10,47	10,79	10,83	9,38	0,652
CRD, kg	0,318	0,439	0,425	24,17	0,400
CEM , Kcal	1.261	1.486	1.486	25,07	0,254
CEL, Kcal	937	1.112	1.120	25,26	0,222
CLD, g/d	5,375	6,390	6,403	24,71	0,211
GPD, kg	0,281	0,324	0,325	26,77	0,387
CA, kg/kg	1,361	1,366	1,339	13,68	0,919
7 aos 15 kg					
PF, kg	14,19	14,87	15,10	7,42	0,144
CRD, kg	0,495	0,538	0,532	11,92	0,222
CEM , Kcal	1.618 ^b	1.817 ^a	1.846 ^a	12,02	0,036
CEL, Kcal	1.205 ^c	1.362 ^b	1.393 ^a	12,05	0,021
CLD, g/d	6,611	7,457	7,592	15,31	0,329
GPD, kg	0,338 ^b	0,380 ^a	0,389 ^a	14,03	0,044
CA, kg/kg	1,458 ^b	1,432 ^b	1,366 ^a	6,67	0,050
7 aos 20kg					
PF, kg	20,14 ^b	22,12 ^a	21,84 ^a	5,45	<0,001
CRD, kg	0,627 ^b	0,699 ^a	0,690 ^a	6,42	<0,001
CEM , Kcal	2.029 ^b	2.333 ^a	2.372 ^a	6,48	<0,001
CEL, Kcal	1.518 ^b	1.758 ^a	1.817 ^a	7,01	<0,001
CLD, g	7,574 ^b	8,712 ^a	8,868 ^a	8,88	0,036
GPD, kg	0,408 ^b	0,476 ^a	0,466 ^a	8,06	<0,001
CA, kg/kg	1,536 ^b	1,473 ^a	1,482 ^a	4,44	0,048
7 aos 25 kg					
PF, kg	24,32 ^b	27,28 ^a	27,00 ^a	4,90	<0,001
CRD, kg	0,695 ^b	0,799 ^a	0,782 ^a	5,77	<0,001
CEM , Kcal	1.893 ^b	2.260 ^a	2.265 ^a	8,20	<0,001
CEL, Kcal	1.421 ^c	1.708 ^b	2.044 ^a	7,02	<0,001
CLD, g	8,117 ^b	9,606 ^a	9,697 ^a	7,66	0,008
GPD, kg	0,441 ^b	0,522 ^a	0,514 ^a	6,67	<0,001
CA, kg/kg	1,579 ^b	1,532 ^a	1,521 ^a	3,98	0,046
7 aos 30 kg					
PF, kg	28,37 ^b	31,71 ^a	31,13 ^a	4,61	<0,001
CRD, kg	0,774 ^b	0,867 ^a	0,855 ^a	4,69	<0,001
CEM , Kcal	2.478 ^b	2.862 ^a	2.908 ^a	4,62	<0,001
CEL, Kcal	1.637 ^c	1.906 ^b	2.228 ^a	5,75	<0,001
CLD, g	8,863 ^b	10,238 ^a	10,413 ^a	5,98	0,004
GPD, kg	0,483 ^b	0,564 ^a	0,550 ^a	5,93	<0,001
CA, kg/kg	1.603 ^b	1.542 ^a	1.555 ^a	3,62	0,042

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste de SNK (P<0,05).

PI = peso inicial, PF = peso final, CRD = consumo de ração diário, CEM = consumo de energia metabolizável diário, CEL= consumo de energia líquida diária, CLD= consumo de lisina digestível diário, GPD = ganho de peso diário e CA = conversão alimentar.

Plano nutricional 1: 3.300-3.250-3.200-3.150 Kcal/kg (7-10 kg; 10-15kg; 15-20kg; 20-30kg); Plano nutricional 2: 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal/kg (7-10 kg; 10-15kg; 15-20kg; 20-25kg) e 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal/kg (7-10 kg; 10-15kg; 15-20kg; 20-30kg).

Os planos nutricionais influenciaram ($P<0,05$) o peso final, consumos de ração, de energia metabolizável e líquida, de lisina digestível, o ganho de peso e a conversão alimentar, dos 7 aos 20kg, dos 7 aos 25 kg e dos 7 aos 30kg. Considerando-se os resultados estatísticos obtidos, pode-se observar as mesmas respostas das variáveis em função dos planos nutricionais nos três períodos analisados. O peso final, ganho de peso, consumos de ração, de energia metabolizável e de lisina digestível foram maiores ($P<0,05$) e a conversão alimentar foi melhor ($P<0,05$) para os leitões alimentados com os planos nutricionais 2 e 3 em relação ao plano nutricional 1. Por sua vez, observou-se que o consumo de energia líquida diário do plano nutricional 3 foi superior ($P<0,05$) em relação ao consumo observado para plano nutricional 2, que por sua vez foi superior aquele observado no plano nutricional basal.

Tem-se observado na literatura que os animais tendem a ajustar o consumo de ração frente as variações energéticas da dieta. Esse ajuste no consumo em relação ao aumento do nível energético da dieta acontece quando o consumo de ração diminui e o consumo de energia se mantém constante (Oliveira et al., 2005, Beaulieu et al., 2009; Pereira et al., 2011). Essa resposta pode ser observada na literatura em dietas formuladas tanto para energia digestível (Beaulieu et al., 2009), quanto para energia metabolizável (Hastad et al., 2001a; Pereira, 2011) ou energia líquida (Gonçalves et al., 2015). Contudo, esse ajuste de consumo diário em função da densidade energética da dieta não foi observado no presente estudo dos 7 aos 10 kg e dos 7 aos 15 kg.

Dos 7 aos 20 kg, dos 7 aos 25kg e dos 7 aos 30 kg, constatou-se influência da densidade energética dos planos nutricionais no consumo de ração diário. Todavia, ao contrário do que tem sido observado na literatura (Almeida et al., 2008; Schneider et al., 2010, Pereira et al., 2011) em que o aumento da concentração de energia na dieta promove redução da ingestão de ração, verificou-se que os planos nutricionais com maiores concentrações energéticas proporcionaram maiores consumos de ração. Esse fato pode ser o indicativo de que os leitões nas fases iniciais de crescimento ainda não possuem a habilidade em realizar tal ajuste energético possivelmente devido a sua imaturidade fisiológica. Existe ainda a hipótese de que para leitões desmamados, por apresentarem limitada capacidade estomacal, o aumento da concentração da dieta estimule o consumo energético e aumente o ganho de peso (Orensaya et al., 2008).

Por sua vez, as melhoras das respostas de ganho de peso e de peso final, obtidos no presente estudo para os planos nutricionais 2 e 3 em relação ao basal, por ocasião dos 20, 25 e 30 kg, podem ser explicados pelo aumento na ingestão de ração e, portanto, de nutrientes como os aminoácidos bem como de energia.

Todavia, o efeito da densidade energética no desempenho de leitões desmamados ainda é conflitante. Em alguns estudos como os de Hastad et al. (2001a) e Beaulieu et al. (2009) ao aumentar a concentração energética da dieta os pesquisadores obtiveram melhora no ganho. Por sua vez, outros pesquisadores como Tokach et al. (1995), Hastad et al. (2001b) e Beaulieu et al. (2006) não verificaram melhora no desempenho em função do aumento da densidade energética das dietas.

Com relação à conversão alimentar, pode-se inferir que os planos nutricionais não alteraram a eficiência de utilização de nutrientes dos 7 aos 10 kg, ou seja, no curto espaço de tempo. Todavia, com o avanço do período experimental, pode-se constatar que o aumento da concentração energética dos planos nutricionais resultou em melhora da eficiência de utilização dos nutrientes das dietas, sendo que dos 7 aos 15 kg apenas o plano nutricional 3 apresentou melhor conversão alimentar. Posteriormente, os planos nutricionais 2 e 3 apresentaram melhor eficiência de utilização dos nutrientes quando comparados à dieta basal. A melhora na utilização de nutrientes da dieta pode ser comprovada, considerando-se que mesmo com o aumento do consumo de ração os planos nutricionais contendo elevada concentração energética proporcionaram o maior ganho de peso e peso final, dos 7 aos 20 kg, dos 7 aos 25 e dos 7 aos 30 kg.

Portanto, pode-se deduzir que as respostas na eficiência de utilização de nutrientes da dieta com a variação da densidade energética só foram evidenciadas quando se avaliou períodos mais longos demonstrando o efeito residual existentes das fases anteriores. A melhora na conversão alimentar com aumento da concentração energética da dieta para leitões também foi evidenciada em estudos conduzidos por Schneider et al. (2010) e Pereira et al. (2011). No entanto, esses pesquisadores justificaram a melhora da conversão alimentar devido à redução no consumo de ração, uma vez que o ganho de peso foi semelhante entre os níveis energéticos.

Com base nos resultados observados no presente trabalho, pode-se inferir que o melhor plano nutricional a ser recomendado é o contendo a densidade energética intermediária (plano nutricional 2), pois o aumento da densidade energética do plano nutricional de 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal de EM/kg de ração para 3.500-3.450-3.400-3.350 Kcal de EM/kg de ração não promoveu melhora do desempenho dos animais. Logo, o

aumento da densidade energética da dieta também resultou no aumento da concentração dos demais nutrientes como os aminoácidos promovendo o aumento do custo da dieta, sem incremento no desempenho.

Na literatura, a maioria dos estudos realizados avaliaram a densidade energética das dietas sem utilizar planos nutricionais sequencias, ou seja, avaliaram níveis únicos do início ao final do período experimental. Como, por exemplo, o estudo de Ribeiro et al. (2016) que recomendam nível único de 3.400 Kcal de EM/kg de ração para leitões dos 6 aos 18 kg. Da mesma forma, outros estudos também estabeleceram níveis únicos de EM/kg de ração para as fases iniciais de crescimento, como o nível de 3.264 Kcal de EM/kg proposto por Oliveira et al. (2005) para leitões dos 15 aos 30 kg e o nível de 3.250 Kcal de EM/kg de ração recomendado por Arnaiz et al. (2009) para leitões dos 5 aos 17 kg.

Com relação às tabelas de exigências nutricionais, pode-se inferir que as recomendações de 3.265 Kcal de EM/kg para leitões dos 5 aos 50 kg (NRC, 1998) e de 3.325 e 3.230 Kcal de EM/kg, respectivamente, para leitões dos 7 aos 15 kg e dos 15 aos 30 kg (Rostagno et al., 2005) estão abaixo dos níveis que compõe o plano nutricional 2, considerado como ideal, para leitões dos 7 aos 30 kg, do presente trabalho. Por outro lado, o plano nutricional 2 está próximo aos níveis de EM recomendados por Rostagno et al. (2011), NRC (2012) e Rostagno et al. (2017).

Não houve efeito ($P>0,05$) dos planos nutricionais no escore fecal e na ocorrência de diarreia durante o período experimental (Tabela 5). De acordo com os resultados obtidos tanto para ocorrência quanto para escore fecal é possível inferir que mesmo os planos nutricionais contendo concentrações mais elevadas de energia na dieta e, portanto, de óleo de soja não acarretaram em distúrbios digestivos a ponto de causar diarreias. Além disso, de acordo com os resultados observados, pode-se concluir que os leitões apresentaram escores que podem ser considerados como não diarreicos, de acordo com metodologia de avaliação fecal proposta por Almeida et al. (2012).

Tabela 5- Escore fecal e ocorrência de diarreia em leitões alimentados com planos nutricionais com diferentes níveis de energia metabolizável.

Planos Nutricionais	Escore fecal	Ocorrência de diarreia (%)	
		Escore 2	Escore 3
3.300-3.250-3.200-3.150	0,72	5,60	3,78
3.400-3.350-3.300-3.250	0,82	6,66	4,72
3.500-3.450-3.400-3.350	0,68	4,96	2,24
Média	0,74	5,74	3,58
Valor P	0,865	0,754	0,731

CONCLUSÃO

Recomenda-se o plano nutricional contendo 3.400-3.350-3.300-3.250 Kcal de EM/kg de ração dos 7 aos 10 kg, dos 10 aos 15kg, 15 aos 20kg e dos 20 aos 30kg, respectivamente, equivalentes aos níveis de 2.546-2.513-2.501-2.475 Kcal de EL/kg de ração.

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

Projeto aprovado pela comissão de ética no uso de animais protocolo nº 874/2017 – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS)

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M.J.M.; FIALHO TADEU, E.; ZANGERONIMO, M.G.; LIMA, J.A.F.; RODRIGUES, P.B.; SILVA, H.O. Níveis de energia metabolizável em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal e suplementadas com fitase para leitões dos 15 aos 35kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.834-842, 2008.

ALMEIDA, E.; MARTINS, S.M.M.K.; ABRAHÃO, A.F.A.; ANDRADE, A.F.C.; MORENO, A.M.; PARAZZI, L.J.; Del SANTO, T.A.; MORETTI, A.S. Effect of probiotic on the development of piglets challenged with *Escherichia coli*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.9, p.57 -66, 2012.

ARNAIZ, V.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSIER, A.M.; REBER, M.; KUANA, S. Efecto del peso al destete, temperatura ambiental y energía metabolizable del pienso en lechones recién destetados. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 4, n. 4, p. 472-478, 2009.

BEAULIEU, A. D.; LEVESQUE, C.L.; PATIENCE, J.F. The effects of dietary energy concentration and site of weaning on weanling pig performance. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 84, n. 5, p. 1159-1168, May 2006.

BEAULIEU, A. D.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Response to dietary digestible energy concentration in growing pigs fed cereal grain-based diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n.1, p. 965-976, Jan. 2009.

CERQUEIRA, L.G.S. Plasma suínos *spray-dried* em dietas para leitões no calor. Dissertação – Mestrado – Área: Produção e nutrição de monogástricos – Programa de Pós-Graduação e, Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, 2011.

COLSON, V.; ORGEUR, P.; FOURY, A.; MORMEDE, P. Consequences of weaning piglets at 21 and 28 days on growth, behavior and hormonal responses. **Applied Animal Behaviour Science**, v.98, p.70-88, 2006.

DONZELE, J.L. et al. Digestibilidade e metabolizabilidade da energia de rações com diferentes níveis de óleo de soja para suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.27, p.922-927, 1998.

GONÇALVES, L.M.P.; KIEFER, C.; SOUZA, K.M.R.; MARÇAL, D.A.; ABREU, R.C.; SILVA, A.M.P.S.; ALENCAR, S.A.S. Níveis de energia líquida para suínos machos castrados em terminação. **Ciência Rural**, v.45, n.3, p.464-469, 2015.

HAUPTLI, L.; LOVATTO, P.A.; SILVA, J.H. et al. Níveis de soro de leite integral na dieta de leitões na creche. **Ciência Rural**, v.35, n.5, p.1161-1165, 2005.

HASTAD, C.W.; TOKACH, M.D.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D. Comparison of yellow dent and dent corn hybrids for nursery pig diets. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v.0, Issue 10, 2001a.

HASTAD, C.W.; TOKACH, M.D.; NELSEN, J.L.; GOODBAND, R.D.; DRITZ, S.S. Evaluation of ground corn germ as an energy source in nursery diets. **Kansas Agricultural Experiment Station Research Reports**, v.0, Issue 10 Swine Day (1968-2014), 2001b.

KERR, B.J.; YEN, B.J.; NIENABER, J.A. et al. Influences of dietary protein level, amino acid supplementation and environmental temperature on performance, body composition, organ weights and total heat production of growing pigs. **Journal of animal Science**, v. 81, n.8, p. 1998-2007, 2003.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T.; PASSOS, B.M.F.; MARQUES, P.; MORES, T.J. Factors associated with nurse pig performance. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.26, n.2, p.157-66, 2009.

LE DIVIDICH, J. L. Effect of environmental temperature on the performance of intensively reared growing pigs. **Selezione Veterinaria**, Brescia, v. 32, p. 191-207, 1991.

NEVES, M. F.; JÚNIOR LIMA, J.C.; SÁ, N.C. et al. **Mapeamento da Suinocultura Brasileira**. Brasília: Associação Brasileira dos Criadores de Suínos- ABCS, 1º edição, p. 21-183. Brasília, 2016.

NOBLET, J.; BELLEGO, L.L.; MILGEN, J.V. et al. Effects of reduced dietary protein level and fat addition on heat production and nitrogen and energy balance in growing pigs. **Animal Research**, v.50, p.227-238, 2001.

NRC - National Research Council. 1998. Nutrient requirements of Swine: 10th ed. National Academy Press, Washington, DC.

NRC - National Research Council. 2012. Nutrient requirements of swine. ed. 11th ed. National Academy Press, Washington.

OLIVEIRA, G.C.; MOREIRA, I.; FRAGA, A.L.; KUTCHENKO, M.; SARTORI, I.M. Metabolizable energy requirement for starting barrow pigs (15 to 30 kg) fed on ideal protein concept based diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology and International Journal**, v.48, n.5, pp.729-737, 2005.

ORENSAYA, T.F.; BEAULIEU, A.D.; PATIENCE, J.F. Investigations of energy metabolism in weanling barrows: The interaction of dietary energy concentration and daily feed (energy) intake, v. 86, p. 348-363, 2008.

PATIENCE, J.F. Managing energy intake and costs of grow-finish pigs. **Advances in Pork Production**, v. 24, p. 29-36, 2013.

PEREIRA, L.M.; ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, T.E.; CANTARELLI, V.S.; SILVEIRA, H.; CERQUEIRA, L.G.S.; KURIBAYASHI, T.H. Metabolizable energy for piglets in the nursery phase submitted at activation of immune system. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n.8, p. 1732-1737, 2011.

PERMENTIER, L.; MAENHOUT, D.; BROEKMAN, K. et al. Effect of different dietary total Lys: energy ratios and dietary energy concentration in phase feeding from weaning to slaughter on performance and carcass measures of crossbred pigs selected for leanness. **Livestock Science**, v. 155, n. 2-3, p. 332-342, 2013.

RIBEIRO, A.M.L.; FARINA, G.; VIEIRA, M.S.; PERALES, V.A.; KESSLER A.M. Energy utilization of light and heavy weaned piglets subjected to different dietary energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.45 (9), p. 532-539, 2016.

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. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Viços-MG, 2ª edição, 2005.

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. Viços-MG, 3ª edição, 2011.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G.; SARAIVA, A.; ABREU, M.L.T.; RODRIGUES, P.B.; OLIVEIRA, R.F.; BARRETO, S.L.T.; BRITO, C.O. Tabelas Brasileiras para aves e suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais. Viçosa-MG, 4ª edição, 2017.

SCHNEIDER, J.D.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S.; NELSEN, J.M.; DEROUCHÉY, J.M.; GOODBAND, R.D. Determining the effect of lysine: calorie ratio on growth performance of ten-to twenty-kilogram of body weight nursery pigs of two different genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 137-146, 2010.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE – SAS Institute. SAS/STAT: user's guide Version 9.2. Cary: SAS Institute, 2009. 7869p.

TOKACH, M.D.; PETTIGREW, J.E.; JOHNSTON, L.J.; OVERLAND, M. RUST, J.W. CORNELIEUS, S.G. Effect of adding fat and(or) milk products to the weanling pig diet on performance in the nursery and subsequent grow-finish stages. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 11, p. 3358-3368, 1995.

TRINDADE NETO, M.A.; BERTO, D.A.; NYACHOTI, C.M. et al. Energy and amino acid content in phase 1 nursery diet: piglet performance and body chemical composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n. 6, p.1286-1294,2010.

VAZ, R.G.M.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos mantidos em ambiente termoneutro dos 15 aos 30kg. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.3, p.345-352, 2005.

VIEIRA, M.S.; RIBEIRO, A.M.L.; KESSLER, A.M. et al. Performance and body composition of light and heavy early-weaning piglets subject to different dietary energy levels. **Livestock Science**, v. 178, p. 272-278, 2015.