

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

**Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos  
castrados em recria**

**DENISE DE SANTANA LIMA**

CAMPO GRANDE, MS

2023

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

**Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos  
castrados em recria**

Net energy levels with and without nutritional adjustment for growing barrows

**Denise de Santana Lima**

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Coorientadoras: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gabriela Puhl Rodrigues

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  
2023

# NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA COM E SEM AJUSTE NUTRICIONAL PARASUÍNOS MACHOS CASTRADOS NA RECRIA

DENISE DE SANTANA LIMA

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

Co-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Karina Márcia Ribeiro de Souza

NascimentoCo-orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Gabriela Puhl Rodrigues

Dissertação apresentada à Universidade Federal  
de Mato Grosso do Sul, como parte das  
exigências para a obtenção do título de Mestre  
em Ciência Animal. Área de concentração:  
Produção Animal

APROVADA: 28/02/2023.

Documento assinado digitalmente  
 CHARLES KIEFER  
Data: 31/03/2023 08:58:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Charles Kiefer  
Orientador – UFMS

Documento assinado digitalmente  
 ANDERSON CORASSA  
Data: 31/03/2023 09:22:56-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Anderson Corassa  
UFMT

Documento assinado digitalmente  
 GABRIEL CIPRIANO ROCHA  
Data: 31/03/2023 13:53:53-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Prof. Dr. Gabriel Cipriano  
RochaUFV

CAMPO GRANDE –  
MS2023

Aos meus pais Irapuan e Solange por sempre acreditar, apoiar e incentivar em toda caminhada até a realização deste sonho, e à minha avó Maria do Socorro que é minha luz e direção por toda a jornada, estando presente em tudo, sempre acreditando em mim.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

Á Deus, por minha vida e por sempre me tornar forte diante dos momentos de dificuldade e obstáculos encontrados.

Á minha avó Maria do Socorro Lima “in memorian” que sempre foi um exemplo de alegria de viver, de luta e de superação, uma mulher que me ensinou a ser pessoa de caráter e personalidade e que me inspirou a ser um ser humano melhor e buscar por meus objetivos de vida. Obrigada pelos ensinamentos, pela simplicidade, por me tornar quem eu sou, e por ter sido de longe a melhor pessoa que eu conheci. Te amarei sempre, saudade.

Ao meu pai Irapuan Lucas de Lima que é a pessoa mais inteligente que conheço. Ele sempre me mostrou o meu valor, e acima de tudo sempre incentivou a buscar a melhor versão de mim. Você é meu orgulho e meu herói.

A minha mãe Solange de Santana Lima, obrigada pelas palavras, pelos conselhos, pela sabedoria, pelo colo, pela honestidade, pelo afeto, pela amizade e amor incondicional.

Aos meus irmãos Daniela, Dayse, Daiane, Douglas, Davi Daniel Danilo e Dennys, que sempre estiveram ao meu lado, me permitindo conhecer a singularidade do amor entre irmãos e por me apresentarem o amor de tia.

Aos meus sobrinhos Ana Vitória, Izabelly, Yasmin, Isabella, Rayssa, Matheus, Kauan, Mhellyssa, Heloísa, Jaddy, Marjorie, Jamily e Maitê por resgatarem minha criança interior e manter minha esperança.

Ao meu noivo Rodrigo Lorenzetti, meu amor, meu parceiro, que representa minha calma em momentos de aflição. Obrigada pela compreensão, paciência, pela espera e principalmente por seu amor.

Em especial ao Prof. Dr. Charles Kiefer, pela grande orientação, paciência, dedicação no ensino, pelo grande apoio e principalmente pela confiança em mim.

À minha co-orientadora, Dra. Karina Márcia Ribeiro de Souza Nascimento e a minha co-orientadora, Dra. Gabriela Puhl Rodrigues, pela disponibilidade em me auxiliar sempre que necessário.

À banca de qualificação e defesa, pelos apontamentos e correções, os quais foram essenciais para a construção deste trabalho.

Aos amigos que fiz durante o trajeto e aos que mantive, por ser um alívio no momento de sufoco e um apoio nos momentos de desespero.

Ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, pela oportunidade da realização do curso.

À FUNDECT, pelo apoio financeiro ao projeto de pesquisa.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

À UFMS, que me acolheu desde a graduação, proporcionando crescimento profissional.

“Busque oportunidade e não segurança. Um barco no porto está seguro, mas com o tempo o fundo vai apodrecer.”

**S. Brown**

## RESUMO

LIMA, D. S. Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados em recría 2023. 52 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

O uso do sistema de energia líquida para formular dietas para os suínos atende a exigência energética com maior precisão, pois equaliza as necessidades energéticas dos animais e o conteúdo energético dos alimentos. Contudo, na literatura científica, os trabalhos que avaliaram níveis de energia líquida não investigaram os efeitos dos níveis energéticos comparando seus ajustes nutricionais. Neste contexto, este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de energia líquida (EL) com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados, em recría. Sessenta suínos machos castrados, de 30 a 50 kg e 50 a 70 kg, foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em cinco dietas com 2,35, 2,45, 2,55, 2,65 Mcal de EL mantendo relação caloria: nutriente e 2,65 Mcal de EL alterando a relação caloria: nutriente, com dois animais por baía e seis repetições por tratamento. Os níveis de EL foram obtidos por meio da inclusão de óleo de soja em substituição ao caulim. Foram avaliados variáveis de desempenho como peso final, ganho de peso, consumos de ração, de energia líquida, de lisina digestível e de proteína bruta, e variáveis de carcaça como área de olho de lombo, profundidade de músculo, espessura de toucinho e carne magra. O aumento nos níveis de EL das dietas reduziu ( $P < 0,05$ ) o consumo de ração e de lisina digestível, e melhorou ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar nas duas fases avaliadas. Na primeira fase o consumo de EL teve um aumento sobre a concentração energética, e na segunda fase, o consumo de energia líquida apresentou redução linear ( $P < 0,05$ ). Não houve efeito sobre as características de carcaça com o aumento nos níveis de EL nas dietas. O nível de 2,65 Mcal/kg sem ajuste proporciona o melhor desempenho para suínos machos castrados dos 30 aos 70 kg, sem alterar nas características de carcaças.

**Palavras-chave:** carcaça, desempenho, relação caloria: nutriente.

## ABSTRACT

LIMA, D. S. Net energy levels with and without nutritional adjustment for growing castrated male pigs. 2023. 52 p. Thesis (Master's degree) – Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2023.

The use of the liquid energy system to formulate diets for pigs meets the energy requirement more accurately, as it equalizes the energy needs of the animals and the energy content of the feeds. However, in the scientific literature, studies that evaluated net energy levels did not investigate the effects of energy levels comparing their nutritional adjustments. In this context, this study was carried out with the objective of evaluating levels of net energy (NE) with and without nutritional adjustment for castrated male pigs, in rearing. Sixty male castrated pigs, from 30 to 50 kg and from 50 to 70 kg, were distributed in a randomized block design, in five diets with 2.35, 2.45, 2.55, 2.65 Mcal of EL maintaining calorie ratio: nutrient and 2.65 Mcal of EL changing the calorie: nutrient ratio, with two animals per pen and six repetitions per treatment. EL levels were obtained through the inclusion of soybean oil in place of kaolin. Performance variables such as final weight, weight gain, feed intake, net energy, digestible lysine and crude protein were evaluated, and carcass variables such as loin eye area, muscle depth, backfat thickness and lean meat. The increase in EL levels in the diets reduced ( $P<0.05$ ) feed intake and digestible lysine, and improved ( $P<0.05$ ) feed conversion in the two evaluated phases. In the first phase, NE consumption had an increase over energy concentration, and in the second phase, net energy consumption showed a linear reduction ( $P<0.05$ ). There was no effect on carcass traits with increasing levels of EL in the diets. The level of 2.65 Mcal/kg without adjustment provides the best performance for barrows from 30 to 70 kg, without changing the carcass characteristics.

**Key words:** carcass, calorie: nutrient ratio, performance.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema da utilização de energia pelos monogástricos e exemplo aproximado das perdas de energia da dieta .....	<b>16</b>
---	-----------

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição centesimal e nutricional das dietas dos 30-50 kg.....	37
Tabela 2- Composição centesimal e nutricional das dietas dos 50-70 kg.....	38
Tabela 3- Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30-50 kg.....	41
Tabela 4- Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 50-70 kg.....	42
Tabela 5- Desempenho de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30-70 kg.....	43
Tabela 6- Características de carcaça de suínos machos castrados em terminação alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30-70 kg.....	45

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1.1 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1 PARTIÇÃO DE ENERGIA .....</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 ENERGIA LÍQUIDA .....</b>	<b>15</b>
<b>1.1.3 A ENERGIA NA NUTRIÇÃO DOS SUÍNOS .....</b>	<b>17</b>
<b>1.1.4 AMINOÁCIDOS NA NUTRIÇÃO DOS SUÍNOS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.1.5 UTILIZAÇÃO DA ENERGIA PELOS SUÍNOS .....</b>	<b>19</b>
<b>1.1.6 CAPACIDADE FÍSICA E REGULAÇÃO DO CONSUMO DE ALIMENTO .....</b>	<b>21</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>23</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>31</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>35</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>40</b>
<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>48</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>49</b>

## INTRODUÇÃO

O cenário atual do setor suinícola apresenta altos custos de produção tanto fora, quanto dentro do país, principalmente pelos custos com a nutrição dos animais. Segundo dados da EMBRAPA (2022), os custos com nutrição chegaram a aproximadamente 80%, tendo um crescimento de 13,2% em relação a 2021. Esta alta no índice de custo de produção suíno influenciada pelas despesas operacionais com a alimentação dos animais representa 82% do custo de produção de suínos. A alimentação é o fator de maior custo na produção suinícola e a energia é o componente nutricional responsável pela maior parte deste custo (NOBLET, 1996).

Considerando que o custo com a alimentação é o mais importante no sistema de produção de suínos e o componente energético da ração representa a maior proporção desse custo (ELLIS & AUGSPURGUER, 2001), são necessárias pesquisas que busquem um adequado nível de energia no atendimento das exigências dos suínos e que possibilitem a maximização do desempenho.

Embora existam diferentes sistemas disponíveis para a caracterização da energia dietética, os mais comuns são as energias digestível e metabolizável (ROSTAGNO et al., 2017), porém, demonstram o aproveitamento parcial da energia da dieta dos suínos. Vários estudos foram desenvolvidos para estabelecer o nível adequado de energia da dieta para suínos conforme necessidade (NITIKANCHANA et al., 2015; SMITH et al., 2017; MARÇAL et al., 2018), considerando as importantes relações que a energia da dieta tem com custos, desempenho de crescimento e características de carcaça (QUINIOU & NOBLET, 2012). Uma das estratégias adotadas pelos nutricionistas é a formulação de dietas baseadas na energia líquida dos alimentos.

A energia líquida tem sido proposta como um sistema mais completo e que descreve melhor o conteúdo energético real da dieta, quando comparado aos sistemas de energia digestível e metabolizável (NOBLET & VAN MILGEN, 2004). A energia líquida permite uma estimativa mais acurada dos efeitos da dieta no desempenho dos suínos (MOEHN et al., 2005), pois considera as diferenças de metabolização dos nutrientes (NOBLET, 1996). O uso do sistema de energia líquida permite maior precisão na formulação da dieta, ajustando as diferenças no metabolismo dos nutrientes (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2016).

Os benefícios em utilizar planos nutricionais de energia líquida na fase de recria estão relacionados à influência metabólica que o nível de energia associado ao ajuste nutricional pode exercer em sua exigência na fase posterior (MAIN et al., 2008). Nas fases de crescimento e terminação, estudos indicam que o aumento do nível de energia da dieta diminui o consumo médio diário de ração e melhora a conversão alimentar dos suínos (CÁMARA et al., 2014; GONÇALVES et al., 2015; GONÇALVES et al., 2016; MARÇAL et al., 2018a,b). No entanto, aumentar a densidade energética da dieta sem manter uma relação energia: nutriente constante pode não melhorar o ganho médio diário e aumentar a deposição de gordura na carcaça, uma vez que a disponibilidade de aminoácidos essenciais não será suficiente para a síntese de proteínas, o que limitaria o ganho médio diário e à medida que o excesso de energia consumida pode se depositar como gordura na carcaça (MARÇAL et al., 2019). Diante do exposto, propôs-se realizar este estudo com o objetivo de avaliar níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados, na fase de recria.

## **1.1 REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1.1 Partição de energia**

A energia liberada da queima total dos alimentos é denominada energia bruta, pois não existe nenhuma indicação se o animal pode aproveitá-la, e o quanto pode ser aproveitada (FARIA, 2010). Por sua vez a energia digestível aparente representa a energia do alimento que é absorvida após o processo de digestão dos animais. É determinada pela diferença entre a energia bruta do alimento consumido e a energia bruta das fezes (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007).

Essa energia é considerada “aparente” por não representar a que foi realmente absorvida, porque há perda de energia nas fezes oriunda de substâncias endógenas, descamações do epitélio do trato digestivo, muco intestinal, enzimas não utilizadas, bactérias, etc. (NOBLET et al., 1993). Portanto, determina-se a energia digestível verdadeira considerando as perdas energéticas de produção endógena. Entretanto, a energia metabolizável é a medida mais utilizada para mensuração da energia disponível para produção. Representa uma porcentagem variável da energia digestível, pois considera a energia perdida na urina, uma vez que esta depende grandemente da excreção de nitrogênio (NOBLET et al., 1993), e o organismo desprende considerável energia para produzir ureia que é o principal constituinte nitrogenado da urina dos mamíferos (DUKES, 1998).

Na maioria das situações, a relação entre a energia metabolizável e a energia digestível das dietas completas para suínos é de aproximadamente 96% (NOBLET et al., 1993). Observa-se que, a energia retida não é utilizada com 100% de eficiência para crescimento, produção e reprodução, pois há gasto energético durante os processos digestivos e metabolismo dos nutrientes (FIALHO et al., 2001), sendo que, toda perda de energia na forma

de calor inerente a metabolização dos alimentos é denominada incremento calórico (IC) (SAKOMURA & ROSTAGNO, 2007). O incremento calórico é caracterizado pelo calor liberado como resultado dos processos de digestão e metabolismo dos nutrientes pelos animais (EWAN, 2001) e a energia gasta como atividade física (NOBLET et al., 2010).

### **1.1.2 Energia líquida**

A energia é um componente fundamental da ração obtida por meio da interação de todos os nutrientes dos alimentos (FARIA & SANTOS, 2005). A liberação da energia dos alimentos, para que seja utilizada pelos animais, ocorre através da queima dos nutrientes por processo de combustão.

Todavia, nem toda energia consumida no alimento é utilizada na produção animal, parte dela é perdida, pois seu aproveitamento só ocorre com as frações orgânicas digestíveis (Figura 1). Assim, a eficiência de utilização da energia para produção consiste em como a energia contida nos alimentos é retida na forma de produto animal (RESENDE et al., 2006).

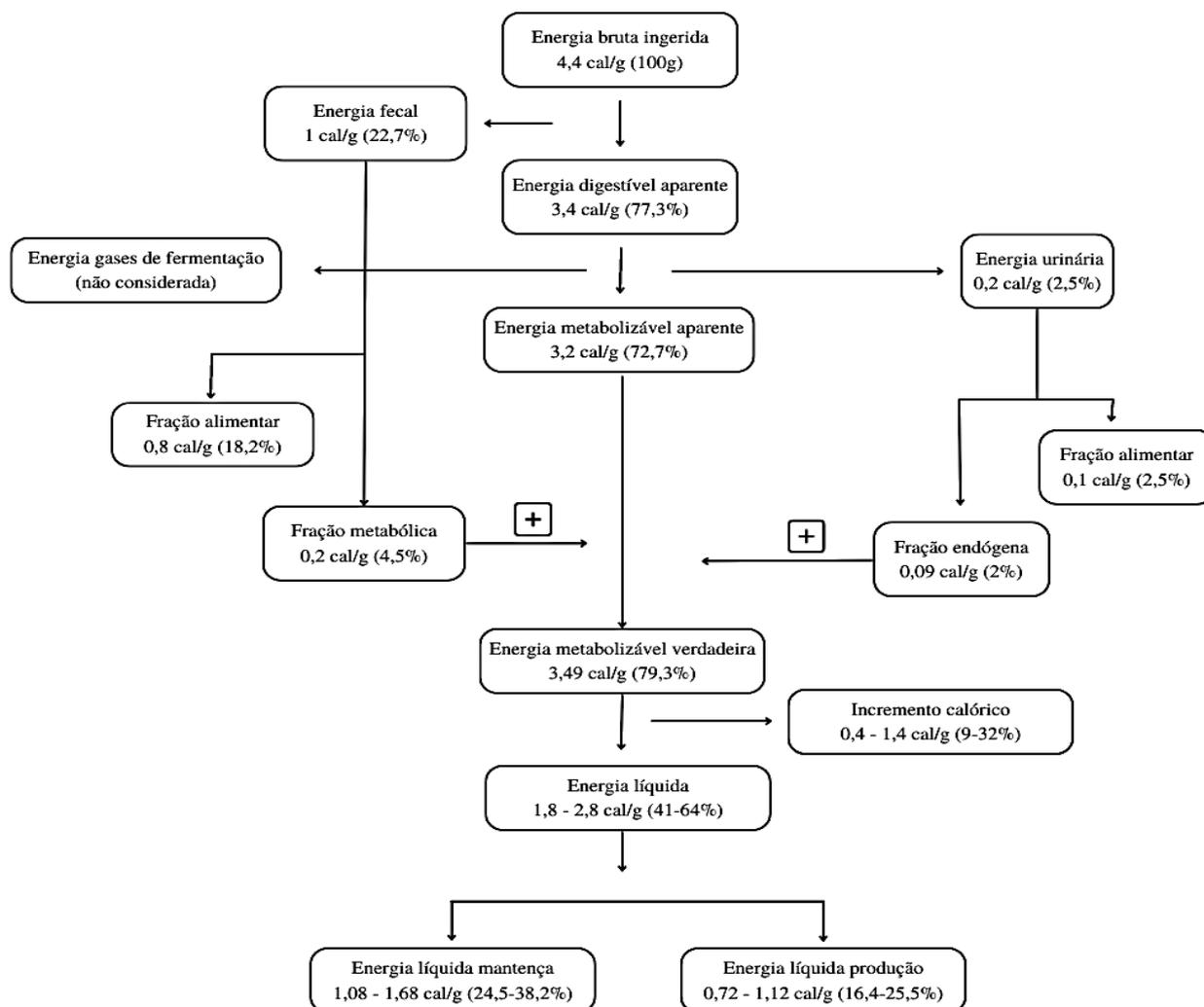


Figura 1: Esquema da utilização de energia pelos monogástricos e exemplo aproximado das perdas de energia da dieta. Fonte: SAKOMURA & ROSTAGNO (2016).

A energia líquida resulta da subtração da energia metabolizável menos o incremento calórico (EWAN, 2001). A energia líquida é a forma mais correta para expressar a energia útil dos alimentos, pois, esta é efetivamente disponível para produção do animal (GUIMARÃES et al., 2012). Esta energia segue duas vias no organismo, onde parte é empregada para manutenção (ELm) e a outra parte é dirigida para produção (ELp). A energia só é armazenada no organismo ou dele se elimina na forma de energia química, sendo assim chamada de

energia retida (ER) na forma de produto animal (músculo, gordura) (RESENDE et al., 2006) ou fixada pelo organismo.

A principal diferença entre os sistemas de energia digestível ou energia metabolizável com a energia líquida é que os dois primeiros expressam o potencial energético, enquanto o último expressa a energia útil e inclui a eficiência com a qual cada nutriente pode ser utilizado (VASCONCELOS, 2009).

### **1.1.3 A energia na nutrição dos suínos**

Com o surgimento de um sistema de energia ocorreu um grande avanço na nutrição de suínos. Pouco se sabia da necessidade energética de cada categoria, a princípio o valor energético era determinado a partir da composição química dos alimentos (fibra bruta, proteína bruta, extrato etéreo e extrato isento de N), valores expressos em nutrientes digestíveis totais (NDT) por meio da técnica de digestibilidade realizada em ruminantes (JÚNIOR, 2018). A partir do desenvolvimento da bomba calorimétrica, obteve-se uma melhor precisão do conteúdo energético dos alimentos e das fezes para determinação da energia digestível (ED) que anteriormente era calculado pelo NDT para ruminantes (CROMWELL, 2009). Sendo assim, a energia disponível das dietas dos suínos é indiretamente determinada por subtração de perdas em um sistema sequencial: energia perdida nas fezes, urina, gases e a produção de calor resultante do metabolismo dos nutrientes a partir da energia dietética total (KIL et al., 2013).

A variação da produção de calor pode estar relacionada ao processamento da dieta pelo animal, como o trabalho realizado para mastigação do alimento, movimento do aparelho digestivo, calor de fermentação e transformação dos nutrientes (LAWRENCE & FOWLER, 1997). Esses fatores afetam a digestibilidade, pois menores taxas metabólicas para digestão

geram menor produção de calor, o que determina necessidade de energia mais baixa para manutenção. Assim, quanto menores as exigências energéticas para manutenção, melhor será o ganho de peso do animal em razão de maiores quantidades de energia disponíveis para o ganho (SKINNER-NOBLE & TEETER, 2003).

O conteúdo de energia líquida como uma porcentagem do conteúdo de energia metabolizável, corresponde à eficiência de utilização da energia metabolizável para energia líquida (relação EL: EM) (NOBLET et al., 1994). A eficiência de utilização da energia metabolizável em suínos é de aproximadamente 82% para o amido, 90% para a gordura, 58% para a proteína e 58% para a fibra dietética (NOBLET, 2001).

Com o aumento de peso corporal e avanço da idade dos suínos, a retenção de energia na carcaça na forma de proteína diminui e na forma de lipídeos aumenta (APPLE et al., 2009). Assim, a quantidade de energia fornecida pela dieta deve estar o mais próximo possível do atendimento exato das necessidades nutricionais para manutenção e produção, pois o excesso de energia não utilizado na síntese proteica ou na manutenção das atividades metabólicas resultará em aumento de energia na forma de gordura no tecido adiposo, prejudicando a qualidade das carcaças (NOBLET, 1996).

A utilização do sistema de energia líquida permite atender com maior precisão as necessidades energéticas dos animais. A quantidade de energia fornecida é uma característica da dieta enquanto a exigência nutricional de energia é uma característica do animal. Um sistema como o da energia líquida, trata as exigências nutricionais e o conteúdo energético sobre uma mesma base de cálculo para formulação (NOBLET, 2007).

#### **1.1.4 Aminoácidos na nutrição dos suínos**

Os aminoácidos são importantes reguladores das principais vias metabólicas que são necessárias para manutenção, crescimento, reprodução e imunidade em organismos, maximizando a eficiência de utilização de alimentos, aumentando a deposição de proteínas, reduzindo a deposição de gordura e melhorando a saúde do animal (WU et al., 2007; SUENAGA et al., 2008). A lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante para os suínos em dietas convencionais devido principalmente a sua constância na proteína corporal e sua destinação metabólica preferencial para deposição de tecido muscular (NRC, 1998).

As exigências para aminoácidos na proteína ideal são expressos em relação à lisina, pelo fato de ser usada basicamente para síntese proteica, sendo o componente principal do tecido magro dos suínos (ABREU et al., 2014). Os diferentes valores encontrados nas pesquisas mostram que a exigência deste aminoácido é influenciada pelo estado fisiológico, sexo, composição da dieta e nível de consumo dos animais. Embora o conceito da proteína ideal esteja difundido, alguns aspectos conceituais podem ser aperfeiçoados com base na abordagem fatorial. Um destes aspectos é a diferenciação do perfil de aminoácidos exigidos para crescimento e para manutenção (HURWITZ, 1985).

### **1.1.5 Utilização da energia pelos suínos**

Pesquisas na área de nutrição animal vêm sendo estudadas buscando integrar três aspectos: potencial nutritivo dos ingredientes, exigências nutricionais e resposta do animal sobre a retenção e excreção de nutrientes (WHITTEMORE et al., 2001). Recentemente as variações das exigências nutricionais para os animais foram investigadas em diferentes pesquisas (POMAR et al., 2003; BERTOLO et al., 2005; HEGER et al., 2009; KAMPMAN-VAN DE HOEK et al., 2013; ANDRETTA et al., 2017; ISOLA et al., 2018; REMUS et al., 2019), principalmente pelo fato de que as exigências de nutrientes pelos animais envolvem

processos biológicos que são influenciados por fatores intrínsecos como genótipo, idade, sexo, peso corporal e fatores extrínsecos, como temperatura do ambiente e densidade animal. Esses fatores influenciam diretamente a variação das exigências dos animais dentro de um mesmo grupo.

Atualmente, existem tabelas de composição de alimentos (ROSTAGNO et al., 2011; NRC, 2012; CRUZ & RUFINO, 2017; ROSTAGNO et al., 2017) que tem como referência grandes bases de dados de instituições de pesquisa, oriundas de estudos de digestibilidade e metabolismo. Isso permitiu que as exigências nutricionais fossem expressas em base líquida (energia) e digestível (aminoácidos e fósforo). Adicionalmente, o desenvolvimento de metodologias para determinação rápida e precisa da composição nutricional, como o Near Infra Red Spectrometry (NIRS) tem contribuído para formulações de alta precisão (REDDY & KRISHNA, 2009).

Nas últimas décadas, houve uma evolução rápida na genética dos suínos. No passado, a seleção genética foi baseada apenas em características produtivas (maior número de leitões nascidos, por exemplo). São considerados também outros critérios relacionados à qualidade da carcaça, quantidade de carne e qualidade de gordura produzida (LANGE, 2012). Assim, a suinocultura trabalha com animais de linhagens especializadas para produção de maior rendimento de carne na carcaça impulsionada principalmente pela preferência dos consumidores, mas também devido ao fato que suínos com melhor desempenho genético possuem melhores resultados de desempenho como, por exemplo, para eficiência alimentar.

Uma adequada suplementação de energia e nutrientes tem papel fundamental na produção, uma vez que o conteúdo energético da ração pode influenciar o consumo e o desempenho (KIL et al., 2013), enquanto o suprimento inadequado de nutrientes pode limitar a eficiência produtiva desses animais (ALEBRANTE et al., 2015). Neste sentido, os estudos para determinar as exigências nutricionais para as diferentes categorias de suínos (machos

castrados, fêmeas e machos imunocastrados), adotam o método dose-resposta, que visa utilizar diferentes níveis de concentração de nutrientes por fases independentes (ROSTAGNO et al., 2011).

Energia, aminoácidos, minerais e vitaminas são essenciais para suínos. As exigências nutricionais são definidas como a quantidade de nutrientes necessários para manutenção de funções fisiológicas e para produção. O nível nutricional dependerá da forma de exploração do animal, seja para deposição de proteína, reprodução, produção de leite, ovos ou lã (FULLER, 2004). Em condições de manutenção os nutrientes são utilizados nos processos fisiológicos, metabólicos e termorregulação corporal. O excedente é depositado em forma de proteína ou lipídio nos tecidos. Em animais de produção, as exigências nutricionais são influenciadas por fatores relacionados ao animal, à dieta e ao ambiente (LOVATO, 2013).

Os padrões nutricionais para suínos no Brasil são estabelecidos para otimizar diferentes objetivos de produção. Um dos principais objetivos tem sido a redução dos custos de formulação, em função de sua importância sobre os custos de produção em sistemas suínícolas industriais. Adicionalmente, a categoria de animais em crescimento e terminação demanda cerca de 70% do total de ração consumida em uma unidade de produção de suínos. Portanto, a redução nos custos de formulação de dietas nessa categoria representa um impacto econômico considerável na cadeia suinícola (LOVATO, 2013).

### **1.1.6 Capacidade física e regulação do consumo de alimento**

Alimentar-se é um comportamento natural e está profundamente ligado à sobrevivência das espécies. O consumo do alimento pode sofrer influência de fatores como temperatura ambiente, dieta, interações sociais, densidade de alojamento e estado sanitário (BROWN-BRANDL et al., 2013). O estudo do consumo do alimento pode fornecer

informações para melhorar a produtividade dos suínos à medida que ajuda a compreender os fatores que influenciam a quantidade de ração ingerida (FRACAROLI, 2017).

Para compreender as medidas de consumo do alimento é necessário saber de que forma o organismo regula o consumo voluntário de alimento. A regulação do consumo é controlada pelo sistema nervoso central por intermédio de estímulos físicos e químicos liberados pelo trato gastrointestinal (FORBES, 1995). Trata-se de um sofisticado mecanismo envolvendo interações neuroendócrinas. O consumo voluntário é controlado por dois principais processos: (1) capacidade do trato gastrointestinal, que está relacionado com a taxa de passagem da digesta e (2) controle da saciedade e fome, que resulta da absorção dos produtos da digestão e metabólitos gerados pelos processos bioquímicos (BLACK et al., 2009).

A presença de alimento no estômago ou no intestino faz com que haja contrações gástricas, as quais atuam sobre o sistema nervoso central, por meio do estímulo ao nervo vago, induzindo uma resposta de saciedade (FORBES, 1995). Este, por sua vez, desencadeia a distensão das paredes estomacais em um dado volume de enchimento gástrico. Dietas com mais constituintes fibrosos geralmente acarretam rápido enchimento gástrico e acelerada taxa de passagem (NOBLET & LE GOFF, 2001). Em função disso, a sensação de saciedade é rapidamente substituída pela de fome.

O hormônio colecistoquinina (CCK) é secretado pelas células do intestino quando há presença de glicose e lipídeos. A CCK atua sobre o sistema nervoso central por meio de um feedback negativo que resulta em sensação de saciedade e diminuição no consumo (RYAN et al., 2012). Quando alimentados com dietas energeticamente densas, os suínos tendem a consumir menos ração (KYRIAZAKIS & WHITTEMORE, 2006).

Quando uma dieta restrita em energia é ofertada a um animal com alta demanda de energia, o consumo de ração tende a aumentar até atingir sua exigência, salvo em condições

em que a capacidade do trato digestivo não suporta esse aumento (KYRIAZAKIS & WHITTEMORE, 2006). Em função disso, o aporte de aminoácidos, vitaminas e minerais deve ser feito em função do consumo de energia do animal de modo a não limitar a ingestão dos mesmos.

Nesse sentido, os indicadores de comportamento alimentar podem auxiliar a evidenciar possíveis falhas nutricionais e evitar prejuízos ao desempenho dos animais. O conteúdo energético de uma dieta pode ser melhor determinado conhecendo-se o consumo médio de ração diário dos animais. Além disso, outro aspecto importante é o conhecimento do efeito do nível de energia sobre o comportamento alimentar dos animais. Esta é uma condição dificilmente encontrada a campo, onde os produtores não gerenciam este tipo de informação (FRACAROLI, 2017).

Nesse contexto, considerando a importância da energia na nutrição dos suínos, realizou-se este estudo que foi elaborado no formato de artigo, sendo intitulado “Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados em recria” redigido conforme as normas da revista *Ciência Rural* e adaptações às normas de elaboração de dissertações e teses do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal/FAMEZ/ UFMS.

## REFERÊNCIAS

ABREU, M. L. T. Et al. Exigências de aminoácidos para suínos. In: SAKOMURA, NilvaKazue et al. (ed.). **Nutrição de não ruminantes**. FUNEP, 2014.

ALEBRANTE, L. et al. Lysine requirement for growing-finishing immunocastrated male pigs. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, p. 1531-1537, 2015.

ANDRETTA, I. et al. Environmental impacts of precision feeding programs applied in pig production. **Animal**, v. 12, p. 1990–1998, 2017.

APPLE, J. K. et al. Interactive effects of dietary fat source and slaughter weight in growing-finishing swine: III. Carcass and fatty acid compositions. **Journal of Animal Science**, v.87, p.1441-1454, 2009.

BERTOLO, R. F. et al. Estimate of the variability of the lysine requirement of growing pigs using the indicator amino acid oxidation technique. **Journal of Animal Science**, 2005.

BLACK, J. L. et al. Metabolic regulation of feed intake in monogastric mammals. In: TORRALLARDONA, D.; ROURA, G. Voluntary feed intake in pigs. Wageningen: **Wageningen Academic Publishers**, p. 187-211, 2009.

BROWN-BRANDL, T. M et al. Analysis of feeding behaviour of group housed growing-finishing pigs. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 96, p. 246-252, 2013.

CÁMARA, L. et al. Influence of net energy content of the diets on productive performance and carcass merit of gilts, boars and immunocastrated males slaughtered at 120 kg BW. **Meat Science**, v.98, p.773-780, 2014.

CROMWELL, G.L. Landmark discoveries in swine nutrition during the past century. In: **XIV Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos (ABRAVES)**. Anais... Uberlândia, MG, p.53-68, 2009.

CRUZ, F. G. G.; RUFINO, J. P. F. **Formulação e fabricação de rações** (aves, suínos e peixes). 1ª edição. Manaus, AM. Editora da Universidade Federal do Amazonas. 92 p. 2017

DUKES, H.H, **Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koongan S.A., p.521- 548, 1998.

ELLIS, M. AND AUGSPURGER, N. Feed intake in growing-finishing pigs.. In: **Swine nutrition**. Lewis, A. J. and Southern, L. L., eds. CRC Press, Boca Raton, p.447-467, 2001.

EMBRAPA. Central de inteligência Aves e Suínos. Custos ICP Suíno. Disponível em: [www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/icpsuino](http://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/icpsuino) Acesso: 10 Jan. 2023.

EWAN, R. C. Energy utilization in swine nutrition. In: **Swine Nutrition**. LEWIS, A. J.; Southern, L. L. ed. CRC Press, Boca Raton, p. 85-124, 2001.

FARIA, H.G. Considerações sobre dietas experimentais para animais de laboratório: formulações, aplicações, fornecimento e efeitos experimentais. In: **I Simpósio de Bioterismo da Fiocruz**, 2010, Anais... Recife [s.n.] p.1-16, 2010.

FARIA, D.E.; SANTOS, A.L. Exigências nutricionais de galinhas poedeiras. In: **Simpósio Internacional Sobre Exigências Nutricionais de Aves e Suínos**, Anais... Viçosa [s.n.] 2005. p.315–329, 2005.

FIALHO, E.T.; et al. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: **Conferência Internacional Virtual Sobre Qualidade de Carne Suína**, Anais... Concórdia [s.n.] p.351-359, 2001.

FORBES, J. M. Feeding Behaviour. in (Ed.). **Voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, p. 11-37, 1995.

FRACAROLI, C. Níveis de energia em dietas com proteína bruta reduzida para suínos pesados, 62 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista (UNESP), Jaboticabal, SP,2017.

FULLER, M. F. The encyclopedia of farm animal nutrition. Wallingford: CABI Publications, 606 p, 2004.

GUIMARÃES, T.P.; MOREIRA, K.K.G.; ARAÚJO, E.P. et al. Conceitos e exigências de energia para bovinos de corte. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.18, n.1-4, p.54-67, 2012.

GONÇALVES, L. M. G. et al. Net energy and ractopamine levels for barrows weighing 70 to 100kg. **Ciência Rural**, v.46, n.7, p.1268-1273, 2016.

GONÇALVES, L. M. G. et al. Net energy levels for finishing barrows. **Ciência Rural**, v.45, n.3, p.464-469, 2015.

HEGER, J. L. et al. Assessment of statistical models describing individual and group response of pigs to threonine intake. **Journal Animal Feed Science**, 2009.

HURWITZ, S. Calculation of the amino acid requirements of growing birds under variable environmental conditions. In: LÁSZTITY, R. **Amino acid composition and biological value of cereal proteins**. Budapest: Springer, 1985. p. 577–593.

ISOLA, R. D. G. L. et al. Individual responses of growing pigs to threonine intake. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 2018.

JÚNIOR, M. B. C. Níveis e fontes lipídicas no valor energético de dietas para suínos. 88 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

KAMPMAN-VAN DE HOEK, E., W. J. J. et al. A simple amino acid dose–response method to quantify amino acid requirements of individual meal-fed pigs. **Journal Animal Science**, 2013.

KIL, D.Y.; et al. Feed energy evaluation for growing pigs. (Invited Review). Asian-Australia. **Journal of Animal Science**, v. 26. p.1205-1217, 2013

KYRIAZAKIS, I.; WHITTEMORE, C. T. Appetite and voluntary feed intake. In: (Eds.). *Whittemore's science and practice of pig production*. 3th ed. Oxford: **Blackwell Publishing Ltd**, 2006. p. 417-436.

LANGE, C. F. M.; et al. Amino acid nutrition and feed efficiency. In: PATIENCE, John F. (ed.). **Feed efficiency in swine**. Wageningen: Wageningen Academic, p. 1–275, 2012.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Growth of farm animals. CAB International, 321p 1997.

LOVATO, G. D. Ajustes nutricionais para suínos em crescimento e terminação através da ferramenta de nutrição de precisão. 86 p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria RS, 2013.

MAIN, R.G.; et al. Determining an optimum lysine:calorie ratio for barrows and gilts in a commercial finishing facility. **Journal of Animal Science**, v.86, p.2190-2207, 2008.

MARÇAL, D. A et al. Dietary net energy plans for barrows from 25 to 100 kg body weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.47, p.2018-0038. 2018 a. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/ycn5Tymf9sMXTF8fhDTpF3P/?format=html&lang=en>

Acesso 18 dez 2022.

MARÇAL, DA et al. Dietary net energy for gilts from 25 to 100 kg body weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.47, p.e20170341, 2018b. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/hjfnrLQVXZGNTbsJ98DC8Gq/?format=html> . Acesso 05 jan

2023.

MARÇAL, D. A et al. O método de formulação da dieta influencia a resposta ao aumento da energia líquida em suínos em terminação. **Translational Animal Science**, v.3, p.1349–1358, 2019.

MOEHN, S. et al. Using net energy for diet formulation: Potential for the canadian pig industry. **Advances in Pork Production**, v.16, 119p, 2005.

NITIKANCHANA, S. et al. Regression analysis to predict growth performance from dietary energy in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.93, p.2826-2839, 2015. Disponível em:

[Regression analysis to predict growth performance from dietary net energy in growing-finishing pigs1 | Journal of Animal Science | Oxford Academic \(oup.com\)](#) . Acesso em: 15 nov 2022.

NOBLET, J. Desenvolvimentos recentes na pesquisa de energia líquida para suínos. In: **Avanços na Produção de Carne Suína**, v.18, p.149-156, 2007.

NOBLET, J. Digestibilidade comparativa da energia e nutrientes da dieta em suínos em crescimento e porcas adultas. In: Instituto Nacional Frances de Agricultura, Alimentação e Meio Ambiente, **Journal of Animal Science**, v.9, p. 79, 2001. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/11766920\\_Comparative\\_digestibility\\_of\\_dietary\\_energy\\_and\\_nutrients\\_in\\_growing\\_pigs\\_and\\_adult\\_sows](https://www.researchgate.net/publication/11766920_Comparative_digestibility_of_dietary_energy_and_nutrients_in_growing_pigs_and_adult_sows). Acesso 10 jan, 2023.

NOBLET, J. Net energy for growth in pigs: application to low protein, amino acid supplemented diets. In: **Pork Industry Conference**, 1996, Urbana. Proceedings.. Urbana: University of Illinois, p.15-25, 1996.

NOBLET, J.; et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal Animal Science**, v.72, n.2, p.344-354, 1994.

NOBLET, J.; LE GOFF, G. Effect of dietary fibre on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Sciene Technology**, v. 90, p. 35-52, 2001.

NOBLET, J.; et al. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: basis for net energy system. **Britânnic. Journal. Nutrition** ,v.70, n.2, p.407-419, 1993.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82, p.229-238, 2004. Disponível em: [http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/content/82/13\\_suppl/E229.full.pdf+html](http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/content/82/13_suppl/E229.full.pdf+html) . Acesso em: 08 nov. 2022.

NOBLET, J. Recent Developments in Net Energy Research for Swine. **Advances in Pork Production**, v.18, p.149-156, 2007.

NOBLET, J.; et al. Utilisation of metabolisable energy of feeds in pig and poultry: Interest of net energy systems? In: 21<sup>st</sup> **Annual Australian Poultry Science Symposium**, Sydney, New South Wales, p.26-35, 2010.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10th rev ed. Washington, DC: The National Academies Press, 1998.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11th rev. ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

POMAR, C., et al. Modeling stochasticity: Dealing with populations rather than individual pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, 2003.

QUINIQU, N.; NOBLET, J. Efeito da concentração de energia líquida da dieta sobre o consumo de ração e desempenho de suínos em crescimento e terminação alojados individualmente. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4362-4372, 2012.

REDDY, D.V.; KRISHNA, N. Precision animal nutrition: A tool for economic and ecofriendly animal production in ruminants. **Livestock Research for Rural Development**, Cali, v.21, n.3, Mar. 2009.

REMUS, A., L. et al. Pigs receiving daily tailored diets using precision-feeding techniques have different threonine requirements than pigs fed in conventional phase-feeding systems. **Journal of Animal Science Biotechnol**y, 2019.

RESENDE, K.T.; et al. Metabolismo de energia. In: **Nutrição de Ruminantes** (ed) Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandere Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, p.311-332, 2006.

RYAN, K. K.; et al. Central Nervous System Mechanisms Linking the Consumption of Palatable High-Fat Diets to the Defense of Greater Adiposity. **Cell Metabolism**, v. 15, p. 137-149, 2012.

ROSTAGNO, H. S.; et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3º edição. Viçosa, MG: Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. 252p. 2011.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4º edição. Viçosa, MG:Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. 488p. 2017.

SAKOMURA, NK; ROSTAGNO, HS **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 2º edição. Funep, Jaboticabal. 262p. 2016.

SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. 1º edição. Jaboticabal: Funep, Jaboticabal. 283p. 2007.

SKINNER-NOBLE, D.O.; TEETER, R.G. Components of feed efficiency in broiler breeding stock: energetics, performance, carcass composition, metabolism and body temperature. **Poultry Science**, v.82, p.1080-1090, 2003.

SMITH, M. N. et al. Feeding diets with reduced net energy levels to growing-finishing barrows and gilts. **Canadian Journal of Animal Science**, v.97, p.30-41, 2017.

SUENAGA, R. et al. Intracerebro ventricular injection of L-arginine induces sedative and hypnotic effects under an acute stress in neonatal chicks. **Amino Acids**, Wien, v. 35, n. 1, p. 139–146, 2008.

VASCONCELOS, C. H. F. Redução do teor de proteína bruta em dietas suplementadas ou não com l-glicina para frangos de corte. 2009. 134 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

WHITTEMORE, C. T. Et al., Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 2, p. 363–373, 2001.

WU, G. et al. Important roles for the arginine family of amino acids in swine nutrition and production. **Livestock Science**, v. 112, n. 1/2, p. 8–22, 2007.

## **Níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados em recria**

### **RESUMO**

Este estudo foi conduzido com o objetivo de avaliar níveis de energia líquida (EL) com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados, em recria. Sessenta suínos machos castrados, de 30 a 50 kg e 50 a 70 kg, foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados, em cinco dietas com 2,35, 2,45, 2,55, 2,65 Mcal de EL mantendo relação caloria: nutriente e 2,65 Mcal de EL alterando a relação caloria: nutriente, com dois animais por baia e seis repetições por tratamento. Os níveis de EL foram obtidos por meio da inclusão de óleo de soja em substituição ao caulim. Foram avaliados variáveis de desempenho como peso final, ganho de peso, consumos de ração, de energia líquida, de lisina digestível e de proteína bruta, e variáveis de carcaça como área de olho de lombo, profundidade de musculo, espessura de toucinho e carne magra. O aumento nos níveis de EL das dietas reduziu ( $P<0,05$ ) o consumo de ração e de lisina digestível, e melhorou ( $P<0,05$ ) a conversão alimentar nas duas fases avaliadas. Na primeira fase o consumo de EL teve um aumento sobre a concentração energética, e na segunda fase, o consumo de energia líquida apresentou redução linear ( $P<0,05$ ). Não houve efeitos sobre as características de carcaça com o aumento nos níveis de EL nas dietas. O nível de 2,65 Mcal/kg sem ajuste proporciona o melhor desempenho para suínos machos castrados dos 30 aos 70 kg, sem alterar nas características de carcaças.

**Palavras-chave:** carcaça; desempenho; relação caloria: nutriente.

## **Net energy levels with and without nutritional adjustment for growing castrated male pigs**

### **ABSTRACT**

This study was carried out with the objective of evaluating levels of net energy (NE) with and without nutritional adjustment for castrated male pigs, in rearing. Sixty male castrated pigs, from 30 to 50 kg and from 50 to 70 kg, were distributed in a randomized block design, in five diets with 2.35, 2.45, 2.55, 2.65 Mcal of EL maintaining calorie ratio: nutrient and 2.65 Mcal of EL changing the calorie: nutrient ratio, with two animals per pen and six repetitions per treatment. EL levels were obtained through the inclusion of soybean oil in place of kaolin. Performance variables such as final weight, weight gain, feed intake, net energy, digestible lysine and crude protein were evaluated, and carcass variables such as loin eye area, muscle depth, backfat thickness and lean meat. The increase in EL levels in the diets reduced ( $P<0.05$ ) feed intake and digestible lysine, and improved ( $P<0.05$ ) feed conversion in the two evaluated phases. In the first phase, NE consumption had an increase over energy concentration, and in the second phase, net energy consumption showed a linear reduction ( $P<0.05$ ). There was no effect on carcass traits with increasing levels of EL in the diets. The level of 2.65 Mcal/kg without adjustment provides the best performance for barrows from 30 to 70 kg, without changing the carcass characteristics.

**Key words:** carcass, calorie: nutrient ratio, performance.

## INTRODUÇÃO

Nas fases de recria e terminação, pesquisas (GONÇALVES et al., 2015; MARÇAL et al., 2018; RODRIGUES et al., 2022), relatam que o aumento do nível de energia na dieta pode diminuir o consumo de ração e melhorar a eficiência alimentar dos suínos. Entretanto, se a dieta for formulada com níveis de energia diferentes do estabelecido como exigência nutricional, devem-se realizar os ajustes correspondentes para manter constante a relação nutriente: caloria (ROSTAGNO et al., 2017).

O sistema de EL considera a energia utilizada na metabolização da EM, além de padronizar as exigências nutricionais e o conteúdo energético dos ingredientes utilizados na alimentação dos animais (NOBLET & VAN MILGEN, 2013). Assim, a formulação das dietas torna-se mais precisa quando os valores de EL são utilizados. Elevar a EL nas dietas dos suínos pode acelerar o ganho de peso e melhorar a conversão alimentar. Os suínos em crescimento e terminação são capazes de ajustar o consumo voluntário de alimentos dentro de uma ampla variedade de níveis energéticos para atender as exigências de energia (DE LA LLATA et al., 2001; QUINIOU & NOBLET, 2012).

A proteína é o nutriente mais frequentemente ajustado à medida que a densidade de energia é alterada. Dietas com desequilíbrio de aminoácidos podem levar a reduções acentuadas no consumo de ração e na taxa de crescimento dos animais, e dietas com excesso de aminoácidos apesar do gasto energético para sua metabolização, pode haver um aumento na deposição de gordura, implicando em aumento do custo de produção aliado ao aumento na excreção de nitrogênio (GASPAROTTO et al., 2001).

As exigências de proteínas são baseadas no conceito de proteína ideal, que promove o balanço ideal de aminoácidos na dieta, provendo sem deficiências nem excessos as exigências de todos os aminoácidos necessários à manutenção e crescimento dos suínos. Aliado a essa proposta, utiliza-se a lisina como aminoácido referência na formulação da dieta,

o que possibilita estimar a exigência de todos os aminoácidos quando sua exigência estiver estabelecida, mantendo a proporcionalidade entre todos os aminoácidos da dieta (BRUMANO & GATTÁS, 2009).

Aumentar a densidade energética sem manter a relação energia: lisina constante aumenta a deposição de gordura na carcaça, visto que os animais depositam o excesso de energia ingerida na carcaça e não há disponibilidade de aminoácidos suficiente para síntese proteica muscular, que pode limitar o ganho de carne magra, aumentar o ganho de peso com acúmulo de gordura (MARÇAL et al., 2018). Todavia, ao contrário do que ocorreu do ano de 2005 para 2011, em que os níveis de aminoácidos recomendados na dieta de suínos em recria diminuíram, em 2017 houve um expressivo aumento da percentagem de aminoácidos recomendados nas tabelas brasileiras de exigências nutricionais para suínos, enquanto o valor preconizado para energia metabolizável aumentou apenas 30 Kcal (ROSTAGNO et al., 2005; ROSTAGNO et al., 2011; ROSTAGNO et al., 2017).

Devido aos avanços em estudos com melhoramento genético buscando a eficiência produtiva, o recente aumento do nível de aminoácidos recomendados em comparação a tendência de queda das recomendações anteriores e em virtude da escassez de pesquisas comparando planos nutricionais de energia líquida com e sem ajustes nutricionais na dieta de suínos em recria, evidencia-se a necessidade de estudos que definam o nível adequado de energia líquida e de aminoácidos que proporcionem melhor lucratividade em suínos na fase de recria. Neste contexto, propôs-se realizar este estudo com o objetivo de avaliar níveis de energia líquida com e sem ajuste nutricional para suínos machos castrados, dos 30 aos 70 kg.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Animais e instalações**

A presente pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (protocolo UFMS 552/2013). O experimento foi desenvolvido no setor de suinocultura da Fazenda Experimental, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, localizada no município de Terenos/MS. Foram utilizados sessenta suínos machos castrados, híbridos comerciais (Large White/Landrace x Duroc/Pietrain), com peso médio inicial de 30 kg e peso médio final de 70 kg. Os animais foram alojados em baias de alvenaria, medindo 1,25 × 2,35 m, com piso de concreto e lâmina d'água, equipadas com comedouros semi-automáticos e bebedouros automáticos tipo chupeta.

### **Dietas e desenho experimental**

Os suínos foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados (peso inicial), com cinco tratamentos e seis repetições com dois animais por repetição. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de energia líquida (2,35; 2,45; 2,55; 2,65 Mcal de EL kg<sup>-1</sup> de dieta) com ajuste na relação caloria: nutriente e um nível de energia (2,65 Mcal de EL kg<sup>-1</sup> de dieta) sem ajuste na relação caloria: nutriente. Para elevar o nível de EL, foram adicionados óleo de soja, em substituição ao inerte (caulim). A relação caloria: nutriente foi mantida constante conforme as tabelas brasileiras (ROSTAGNO et al., 2017) entre as quatro dietas com ajuste por meio da inclusão de aminoácidos industriais, calcário calcítico e fosfato bicálcico em substituição ao caulim

As dietas experimentais (Tabelas 1 e 2) foram fornecidas em forma farelada e formuladas com base no conceito de proteína ideal para atender as exigências nutricionais em duas fases (dos 30 aos 50 kg, dos 50 aos 70 kg) de acordo com as Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos machos castrados de alto potencial genético com desempenho superior (ROSTAGNO et al., 2017). Para cada fase foi formulada uma dieta basal com 2,35 Mcal/kg de dieta e, para elevar o nível de EL das dietas foram adicionados níveis de óleo de soja em substituição ao inerte (caulim). A relação caloria: nutriente foi mantida constante entre as quatro dietas com ajuste por meio da inclusão de aminoácidos industriais, calcário calcítico e fosfato bicálcico em substituição ao caulim.

As condições ambientais no interior do galpão foram monitoradas por meio de termômetro de máxima e mínima e termômetro digital portátil (modelo ITWTG 2000), a partir do qual foram registradas as temperaturas de bulbo seco, bulbo úmido, globo negro e a umidade relativa do ar diariamente às 08 e às 16 h, em três pontos à altura do dorso dos animais. O índice de temperatura de globo negro e umidade (ITGU) foram calculados por meio de equação proposta por BUFFINGTON et al. (1981).

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante os 43 dias de estudo. O desperdício de ração foi coletado e somado às sobras dos comedouros ao final de cada fase experimental, para determinar os consumos diários de ração, de EL e de lisina digestível.

### **Desempenho e composição de carcaça**

As variáveis analisadas foram consumo de ração diário (CRD), consumo de EL (CELD) e lisina digestível (CLD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), peso corporal final (PF).

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 30 aos 50 kg

Ingredientes, %	Mcal de EL kg <sup>-1</sup> de dieta				
	2,35*	2,45*	2,55*	2,65 *	2,65 **
Milho, 7,88%	70,205	70,205	70,205	70,205	70,205
Farelo de soja 46,5%	21,752	21,752	21,752	21,752	21,752
Caulim	4,624	3,082	1,543	0,000	0,550
Óleo de soja	0,067	1,378	2,690	4,000	4,141
Fosfato bicálcico	1,360	1,461	1,561	1,663	1,360
Calcário calcítico	0,659	0,671	0,680	0,690	0,659
L-Lisina HCl	0,407	0,462	0,516	0,572	0,407
L-Treonina	0,151	0,180	0,210	0,239	0,151
DL- Metionina	0,135	0,160	0,186	0,212	0,135
L-Triptofano	0,038	0,047	0,055	0,064	0,038
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Halquinol	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Sal comum	0,432	0,432	0,432	0,432	0,432
Composição Nutricional <sup>3</sup>					
Energia metabolizável, Mcal kg <sup>-1</sup>	3,103	3,218	3,332	3,446	3,441
Energia líquida, Mcal kg <sup>-1</sup>	2,350	2,450	2,550	2,650	2,650
Cálcio, %	0,679	0,708	0,736	0,765	0,679
Fósforo digestível, %	0,325	0,339	0,353	0,367	0,325
Proteína bruta, %	16,21	16,30	16,40	16,49	16,21
Lisina digestível, %	1,005	1,048	1,090	1,133	1,005
Met+cist digestível, %	0,539	0,618	0,643	0,669	0,593
Treonina digestível, %	0,653	0,681	0,709	0,737	0,653
Triptofano digestível, %	0,201	0,210	0,218	0,227	0,210
Sódio, %	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190

<sup>1</sup>Conteúdo por kg de ração: ácido pantotênico = 9,20 mg; niacina = 18,00 mg; ácido fólico = 0,50 mg; cobre = 15,00 mg; ferro = 0,10 mg; zinco = 0,13 mg; iodo = 1,00 mg; selênio = 0,30 mg; manganês = 0,50 mg; vitamina A = 5.000 UI; vitamina D3 = 1.000 UI; vitamina E = 25,00 UI; vitamina K3 = 3,00 mg; vitamina B1 = 1,50 mg; vitamina B2 = 4,00 mg; vitamina B6 = 1,50 mg; vitamina B12 = 18,00 mg; BHT = 1,00 g e veículo qsp = 1,00 g.<sup>3</sup>Valores calculados com base na composição nutricional das matérias-primas, conforme Rostagno et al. (2017). \* com ajuste nutricional \*\* sem ajuste nutricional.

Tabela 2. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais dos 50 aos 70 kg

Ingredientes, %	Mcal de EL kg <sup>-1</sup> de dieta				
	2,35*	2,45*	2,55*	2,65*	2,65**
Milho, 7,88%	72,695	72,695	72,695	72,695	72,695
Farelo de soja 46,5%	19,142	19,142	19,142	19,142	19,142
Caulim	5,623	4,116	2,611	1,103	1,549
Óleo de soja	0,000	1,318	2,635	3,954	4,074
Fosfato bicálcico	0,909	0,988	1,067	1,147	0,909
Calcário calcítico	0,585	0,594	0,602	0,611	0,585
L-Lisina HCl	0,299	0,345	0,393	0,439	0,299
L-Treonina	0,088	0,113	0,137	0,162	0,088
DL- Metionina	0,070	0,093	0,114	0,136	0,070
L-Triptofano	0,022	0,029	0,037	0,044	0,022
Premix vitamínico e mineral <sup>1</sup>	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Halquinol	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Sal comum	0,397	0,397	0,397	0,397	0,397
Composição Nutricional <sup>3</sup>					
Energia metabolizável, Mcal kg <sup>-1</sup>	3,085	3,199	3,313	3,427	3,443
Energia líquida, Mcal kg <sup>-1</sup>	2,350	2,450	2,550	2,650	2,650
Cálcio, %	0,532	0,555	0,577	0,600	0,532
Fósforo digestível, %	0,258	0,269	0,280	0,291	0,258
Proteína bruta, %	15,00	1,508	15,16	15,23	15,00
Lisina digestível, %	0,858	0,894	0,931	0,967	0,858
Met+cist digestível, %	0,506	0,528	0,549	0,571	0,506
Treonina digestível, %	0,558	0,582	0,605	0,629	0,558
Triptofano digestível, %	0,171	0,178	0,186	0,190	0,171
Sódio, %	0,176	0,176	0,176	0,176	0,176

<sup>1</sup>Conteúdo por kg de ração: ácido pantotênico = 9,20 mg; niacina = 18,00 mg; ácido fólico = 0,50 mg; cobre = 15,00 mg; ferro = 0,10 mg; zinco = 0,13 mg; iodo = 1,00 mg; selênio = 0,30 mg; manganês = 0,50 mg; vitamina A = 5.000 UI; vitamina D3 = 1.000 UI; vitamina E = 25,00 UI; vitamina K3 = 3,00 mg; vitamina B1 = 1,50 mg; vitamina B2 = 4,00 mg; vitamina B6 = 1,50 mg; vitamina B12 = 18,00 mg; BHT = 1,00 g e veículo qsp = 1,00 g.<sup>3</sup>Valores calculados com base na composição nutricional das matérias-primas, conforme Rostagno et al. (2017). \* com ajuste nutricional, \*\* sem ajuste nutricional.

Os animais foram pesados, individualmente, em balança eletrônica, no início e no final de cada fase, para determinação do GPD e PF. O consumo de ração foi determinado a partir da subtração da ração fornecida e dos desperdícios coletados. Os CEL e CLD foram obtidos por meio da multiplicação do consumo de ração no período pelos respectivos conteúdos em cada dieta.

No final de cada fase foram analisadas área de olho de lombo (AOL), profundidade de músculo (PM), espessura de toucinho I (ETI), espessura de toucinho II (ETII), espessura de toucinho total (ETT) e carne magra (CM). Foram realizadas as medições da AOL, ET e PM, por meio de ultrassonografia *in vivo*. Foi utilizado o aparelho de ultrassom ALOKA SSD 500 V, com sonda acústica de 12 cm e frequência de 3,5Mhz. A sonda foi posicionada entre a última vértebra torácica e a 1ª lombar (P2). Todas as imagens foram analisadas utilizando o programa LINCE® (M&S Consultoria Agropecuária Ltda.).

O percentual de CM da carcaça foi determinado por meio da equação: rendimento de carne (%) =  $60 - (ET \times 0,58) + PM \times 0,10$ , descrita por BRIDI & SILVA (2007). A quantidade de CM da carcaça foi determinada por meio da multiplicação do percentual de CM pelo peso de carcaça.

### **Análise Estatística**

Os dados de desempenho e das características quantitativas de carcaça coletados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o procedimento do modelo linear geral (PROC GLM, SAS Institute, Inc, Cary, NC, USA) e a análises de regressão lineares e quadrática. Foram realizados testes de contraste para comparar os resultados das dietas contendo 2,65 Kcal de EL com e sem ajustes nutricionais e entre as dietas contendo 2,35 e 2,65 Kcal de EL sem ajuste nutricional. As análises estatísticas foram efetuadas por meio do

sistema de análises estatísticas (SAS, version 9.4), ao nível de 5% de significância.

## RESULTADOS

Durante o período experimental, observou-se que as temperaturas registradas no interior do galpão foram de  $26,9 \pm 1,96^{\circ}\text{C}$ ,  $27,2 \pm 1,98$ ,  $32,5 \pm 2,1^{\circ}\text{C}$  e  $22,8 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ , respectivamente para temperatura do ar, temperatura de globo negro, média da máxima e média da mínima. A umidade relativa do ar foi de  $87,1 \pm 11,6\%$  e o ITGU foi de  $77,0 \pm 6,3$ .

Observou-se que 30 e 50 kg a concentração energética não afetou ( $P > 0,05$ ) o CRD, mas houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) do GPD, do PF e melhora ( $P < 0,05$ ) na CA, com o aumento dos níveis de EL das dietas. O CPB não foi influenciado ( $P < 0,05$ ), mas CLD e o CEL aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função do aumento de EL das dietas (Tabela 3).

Com relação à análise de contrastes, observou-se que a dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional não prejudicou ( $P > 0,05$ ) o GPD dos suínos e apresentou menores ( $P < 0,05$ ) CRD, CLD, CEL e CPB e melhor CA em relação à dieta contendo 2,65 Mcal de EL e com ajuste nutricional.

Quando se realizou a comparação da dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional com a dieta com 2,35 Mcal de EL, observou-se que o aumento da concentração de EL da dieta resultou em redução ( $P < 0,05$ ) dos CRD, CLD e CPB, aumento ( $P < 0,05$ ) do CEL, GPD e PF e melhora da CA.

Tabela 3. Desempenho de suínos machos castrados em recria alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30 aos 50 kg

EL, Mcal/kg	Ajuste Nutricional	Variáveis							
		PI	PF	CRD	GPD	CA	CLD	CEL	CPB
2,35	Com	30,37	47,67	2,05	0,87	2,36	20,57	4,81	331,7
2,45	Com	30,35	49,40	2,04	0,95	2,14	21,39	5,00	332,7
2,55	Com	30,37	48,86	1,98	0,92	2,14	21,59	5,05	324,8
2,65	Com	30,37	49,97	2,04	0,98	2,08	23,17	5,42	337,2
2,65	Sem	30,36	49,83	1,94	0,97	2,00	19,52	5,15	314,9
Regressão									
Linear		0,993	0,006	0,666	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,735
Quadrática		0,974	0,536	0,308	0,263	0,124	0,316	0,315	0,307
Contrastes									
2,65c x 2,65s		0,983	0,769	0,010	0,653	0,030	<0,001	0,008	<0,001
2,65s x 2,35c		0,983	<0,001	0,009	<0,001	<0,001	0,018	0,001	0,009
CV, %		3,54	3,47	5,77	5,24	5,82	5,97	5,97	5,79

PI: peso inicial; PF: peso final; CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar; CLD: consumo de lisina diária; CEL: consumo de energia líquida; CPB: consumo de proteína bruta.  
 PF:  $\hat{Y}=32,996+0,6392x$ ; CRD:  $\hat{Y}= 2,1924+ 0,0066x$ ; GPD:  $\hat{Y}=0,1331+0,0319x$ ; CA:  $\hat{Y} =4,331+ 00853x$ ; CLD:  $\hat{Y}= 1,68 + 0,8x$ ; CEL:  $\hat{Y} = 0,37 + 0,1888x$ ; CPB:  $\hat{Y} = 310,1 + 0,86$ .

Na segunda fase, entre 50 e 70 kg, o GPD não ocorreu diferença ( $P>0,05$ ) em relação ao aumento da concentração energética. Houve redução linear ( $P<0,05$ ) no CRD, CLD, CEL e CPB pelo aumento nos níveis energéticos das dietas. Foi observado melhora linear ( $P<0,05$ ) na CA, de acordo com o aumento da concentração energética das dietas (Tabela 4).

Com relação à análise de contrastes, observou-se que a dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional não afetou ( $P>0,05$ ) o GPD dos suínos e apresentou menores ( $P<0,05$ ) CLD e CPB e melhor CA em relação a dieta contendo 2,65 Mcal de EL e com ajuste

nutricional.

Quando se realizou a comparação da dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional com a dieta com 2,35 Mcal de EL, observou-se que o aumento da concentração de EL da dieta resultou em redução ( $P<0,05$ ) dos CEL, aumento ( $P<0,05$ ) do PF, CRD, GLD e CPB e melhora da CA.

Tabela 4. Desempenho de suínos machos castrados em recria alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 50 aos 70 kg

EL, Mcal/kg	Ajuste	Variáveis						
	Nutricional	PF	CRD	GPD	CA	CLD	CEL	CPB
2,35	Com	71,98	2,85	1,06	2,71	24,45	6,70	427,4
2,45	Com	74,34	2,70	1,08	2,49	24,13	6,61	407,0
2,55	Com	72,48	2,50	1,03	2,43	23,24	6,37	378,4
2,65	Com	75,02	2,54	1,09	2,34	24,60	6,74	387,4
2,65	Sem	75,14	2,46	1,10	2,23	21,11	6,52	369,1
Regressão								
Linear		0,066	<0,001	0,708	<0,001	0,861	0,868	<0,001
Quadrática		0,924	0,095	0,452	0,181	0,124	0,124	0,101
Contrastes								
2,65c x 2,65s		0,889	0,238	0,654	0,091	<0,001	0,215	0,088
2,65s x 2,35c		<0,001	<0,001	0,106	<0,001	<0,001	0,323	<0,001
CV%		4,06	7,76	7,26	6,43	7,83	7,84	7,76

PF: peso final; CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar; CLD: consumo de lisina diária; CEL: consumo de energia líquida; CPB: consumo de proteína bruta.

PF:  $\hat{Y} = 55,288 + 0,7267x$ ; GMD:  $\hat{Y} = 0,96292 + 0,0038x$ ; CRD:  $\hat{Y} = 5,4452 + 0,1119x$ ; CA:  $\hat{Y} = 5,4031 + (-0,1165x)$ ; CLD:  $\hat{Y} = 25,205 + (-0,044x)$ ; CEL:  $\hat{Y} = 6,905 + (-0,012x)$ ; CPB:  $\hat{Y} = 771,55 + (-14,86x)$ .

No período total, dos 30 aos 70 kg, observou-se queo PF não apresentou diferença significativa, porém, houve redução ( $P<0,05$ ) no CRD, GPD, CLD e CPB e um aumento ( $P<0,05$ ) no CEL pelo aumento nos níveis energéticos das dietas. Foi observado melhora linear ( $P<0,05$ ) na CA com o aumento da concentração energética das dietas (Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de suínos machos castrados em recria alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30 aos 70 kg

EL Kcal/kg	Ajuste	Variáveis					
	Nutricional	CRD	GPD	CA	CLD	CEL	CPB
2,35	Com	2,48	0,97	2,56	22,64	5,82	382,9
2,45	Com	2,39	1,02	2,34	22,86	5,86	372,4
2,55	Com	2,26	0,98	2,30	22,47	5,75	353,5
2,65	Com	2,31	1,04	2,22	23,93	6,13	364,1
2,65	Sem	2,22	1,04	2,13	20,37	5,88	343,9
Regressão							
Linear		0,003	0,027	<0,001	0,078	0,111	0,018
Quadrática		0,118	0,917	0,056	0,148	0,143	0,125
Contrastes							
2,65c x 2,65s		0,065	0,866	0,042	<0,001	0,052	0,010
2,65s x 2,35c		<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,607	<0,001
CV%		6,48	5,70	5,64	6,49	5,97	6,44

CRD: consumo de ração diário; GPD: ganho de peso diário; CA: conversão alimentar; CLD: consumo de lisina diária; CEL: consumo de energia líquida; CPB: consumo de proteína bruta.

CRD:  $\hat{Y} = 3,9323 + (-0,0629x)$ ; GPD:  $\hat{Y} = 0,5803 + 0,0169x$ ; CA:  $\hat{Y} = 4,9739 + (-0,1047x)$ ; CLD:  $\hat{Y} = 14,275 + 0,388x$ ; CEL:  $\hat{Y} = 3,84 + 0,082x$ ; CPB:  $\hat{Y} = 556,48 + (-7,53x)$ .

Com relação à análise de contrastes, observou-se que a dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional não alterou ( $P>0,05$ ) o GPD dos suínos e apresentou menores ( $P<0,05$ ) CRD, CLD, CEL e CPB e melhor CA em relação à dieta contendo 2,65 Mcal de EL e com ajuste nutricional.

Quando se realizou a comparação da dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional com a dieta com 2,35 Mcal de EL, observou-se que o aumento da concentração de EL da dieta resultou em redução ( $P<0,05$ ) dos CRD, CLD e CPB, aumento ( $P<0,05$ ) do CEL, GPD e PF e melhora da CA.

Ao final do período experimental, os níveis crescentes de EL das dietas não apresentou nenhum efeito ( $P<0,05$ ) sobre as características de carcaça em nenhuma das variáveis analisadas (Tabela 6).

Com relação à análise de contrastes, observou-se que a dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional não apresentou efeito ( $P<0,05$ ) em relação à dieta contendo 2,65 Mcal de EL e com ajuste nutricional.

Sobre a comparação da dieta contendo 2,65 Mcal de EL sem ajuste nutricional com a dieta com 2,35 Mcal de EL, não houve efeito ( $P<0,05$ ) nas características de carcaça avaliadas (AOL, PM, ETI, ETII, ETT e CM).

Tabela 6. Características de carcaça de suínos machos castrados alimentados com diferentes níveis de energia líquida dos 30 aos 70 kg

EL, Mcal/kg	Ajuste	Variáveis						
		Nutricional	AOL (mm <sup>2</sup> )	PM (mm)	ETI (mm)	ETII (mm)	ETT (mm)	CM (%)
2,35	Com		31,14	39,74	3,78	7,84	11,62	57,24
2,45	Com		32,77	42,81	3,78	7,87	11,65	57,52
2,55	Com		31,90	40,54	4,49	8,12	12,61	56,74
2,65	Com		33,45	42,84	4,61	8,83	13,44	56,49
2,65	Sem		33,00	43,78	4,02	8,06	12,08	57,39
Regressão								
Linear			0,479	0,349	0,089	0,513	0,294	0,457
Quadrática			0,956	0,774	0,867	0,695	0,732	0,710
Contrastes								
2,65c x 2,65s			0,933	0,729	0,375	0,721	0,596	0,577
2,65s x 2,35c			0,390	0,062	0,647	0,874	0,799	0,901
CV%			15,71	13,26	31,45	35,19	31,85	4,42

AOL: área de olho de lombo; PM: profundidade de músculo; ETI: espessura de toucinho I; ETII: espessura de toucinho II; ETT: espessura de toucinho total; CM: carne magra.

AOL:  $\hat{Y} = 19,18 + 0,528x$ ; PM:  $\hat{Y} = 23,907 + 0,703x$ ; ETI:  $\hat{Y} = (-3,835) + 0,32x$ ; ETII:  $\hat{Y} = 0,115 + 0,322x$ ; ETT:  $\hat{Y} = (-3,72) + 0,642x$ ; CM:  $\hat{Y} = 64,573 + (-0,303x)$ .

## DISCUSSÃO

Considerando que a temperatura crítica máxima para a fase de recria é de 27°C (SAMPAIO et al., 2004), podemos inferir, a partir dos desvios térmicos obtidos, que os animais passaram por momentos de temperaturas ambientais de estresse por calor durante o período experimental.

A capacidade dos suínos regularem o consumo de ração em função do nível de energia da dieta conforme descrito por (ELLIS & AUGSPURGUER, 2001) foi observado nos resultados de 50 a 70 kg e 30 a 70 kg, com redução do CRD em função do aumento de EL. Contudo, este efeito não foi observado de 30 a 50 kg possivelmente devido à imaturidade do sistema digestório dos suínos, já que os órgãos estão em desenvolvimento e o consumo de alimento pode variar. A curta duração da primeira fase (20 dias) pode ser uma das hipóteses, uma vez que não foi suficiente o tempo de análise, relacionado à interação com microbiota colonizada.

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo, dos 30 aos 50 kg, observou-se que ao aumentar a densidade energética das dietas, houve um aumento no CDL, CEL e redução do CPB, por não haver efeito sobre o CRD.

Embora não tenha ocorrido efeito dos níveis de EL sobre o CRD, observou-se aumento de 12,6% do ganho de peso e melhora de 13,5% sobre a conversão alimentar com o aumento da concentração de energia das dietas.

Dos 50 aos 70 kg, observou-se uma redução no CRD e no CPB com o aumento do nível de EL dieta, porém houve um aumento nos CLD e CEL. Esse comportamento é justificado pelo fato de que os suínos podem alterar o consumo de ração, buscando ajustá-lo aos níveis de energia e densidade dos demais nutrientes das dietas. Geralmente, quanto mais elevado o nível de energia da dieta, menor será o consumo voluntário dos animais (REZENDE et al, 2006).

A concentração energética das dietas não influenciou o GPD dos 50 aos 70 kg, porém, houve redução no CRD, CLD, CEL e CPB. Entretanto, houve uma melhora de 13,65% na CA.

No período total dos 30 aos 70 kg as variáveis de CRD, CA e CPB apresentaram redução, e as variáveis GPD, CLD e CEL demonstram aumento. Embora o ganho de peso

tenha sido igual entre os mais altos níveis de energia (2,65), foi constatado que o nível sem ajuste apresentou uma redução de 3,90% no CRD, 14,88% no CLD e 4,07% no CEL. Estas reduções podem ser vantajosas na hora de formular a dieta, pois, o custo com alimentação de animais é o mais alto nas produções.

A elevação dos níveis de EL e de nutrientes, mantendo a relação nutriente: caloria, permitiu aumentar GPD de 30 a 50 kg e 30 a 70 kg, além de melhorar CA em todas as fases, sugerindo que o potencial genético pode ser melhor explorado à partir de maior aporte de energia e nutrientes. A suposta diferença entre o material genético utilizado na determinação das exigências na referência de Rostagno et al. (2017) e o material genético utilizado neste estudo, também pode explicar melhor desempenho com dietas mais concentradas neste momento.

Suínos em crescimento podem apresentar aumento no ganho de peso quando consomem maior quantidade de energia (MARÇAL et al., 2018). O crescente ganho de peso observado na fase total (dos 30 aos 70 kg) do experimento, provavelmente, ocorreu devido ao maior consumo de energia líquida à medida que houve aumento na densidade energética das dietas e no aumento dos nutrientes ingeridos.

O uso de lipídeos como forma para aumentar nível de energia líquida nas dietas pode ter influenciado nos resultados. Há evidências que os lipídeos utilizados como fonte energética nas dietas traz efeitos benéficos sobre a digestibilidade (SILVA et al., 1998). Isso se explica porque a suplementação com óleo pode reduzir a velocidade do trânsito da digesta e possibilita maior tempo de digestão e absorção dos nutrientes, melhorando assim, a conversão alimentar (ADEOLA & ORBAN, 1995).

O efeito inibitório dos lipídeos sobre o esvaziamento gástrico, via estímulo na produção de (CCK) pela mucosa intestinal, resulta em melhora da digestibilidade dos nutrientes da dieta. Segundo SWENSON e REECE (1996), os lipídeos entre 12 a 18

carbonos constituem os mais potentes inibidores do esvaziamento gástrico, o que proporciona melhora na digestão de gordura. Este efeito parece ser mediado pela ação da CCK, liberada pela mucosa intestinal, em resposta à presença de lipídeos na ração.

As variáveis AOL, PM, ETI, ETII, ETT e CM não apresentaram efeitos significativos proporcionados pelo aumento dos níveis de energia da dieta. A elevação do nível de energia da dieta não demonstrou aumento significativo de gordura na carcaça. Este efeito do nível de energia sobre a relação carne: gordura não corresponde com a observação de GONÇALVES et al. (1999), os quais observaram que maior nível de energia na dieta resultou em aumento do percentual de gordura na carcaça. Os autores concluíram que a qualidade da carcaça fica prejudicada quando os animais são alimentados com níveis elevados de energia na dieta.

O aumento da concentração energética, sem a manutenção da relação caloria: nutriente melhorou o desempenho, não interferiu na qualidade de carcaça, enquanto os animais alimentados com os menores níveis energéticos apresentaram a mesma qualidade de carcaça, nesse estudo. Portanto, a utilização de dietas com elevada densidade energética, sem ajustes nutricionais pode ser uma alternativa tecnicamente viável, uma vez que pode proporcionar redução do custo de alimentação.

## **CONCLUSÃO**

Dentre os níveis estudados, o melhor nível de energia líquida para suínos machos castrados em recria é de 2,65 Mcal de EL kg<sup>-1</sup> de dieta sem ajuste nutricional, pois promove redução no consumo de ração diário e melhora a conversão alimentar, sem alterar o ganho de peso e as características de carcaça.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O.; ORBAN, J.I. Chemical composition and nutrient digestibility of pearl millet (*Pennisetum glaucum*) fed to growing pigs. **Journal of Cereal Science**, v.22, p.177-184, 1995.

BELLAVER, C. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.969-974, 1985.

BRIDI, A. M. SILVA, C. A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina, Paraná: Midiograf. 2007.

BRUMANO, G.; GATTÁS, G. Fatores que influenciam na exigência de lisina para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.6, p.918-940, 2009.

BUFFINGTON, D.E et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transactions of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.

DE LA LLATA, M. et al. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2643-2650, 2001. Disponível em: » <http://www.journalofanimalscience.org/content/79/10/2643.full.pdf+html?sid=f1075de6-f71b-4090-9c3e-564b87624481>. Acesso em: 20 nov. 2022.

ELLIS, M.; AUGSPURGER, N. Feed intake in growing-finishing pigs. In: **Swine nutrition**. Lewis, A. J. and Southern, L. L. Eds. CRC Press, Boca Raton, p.447-467, 2001.

GASPAROTTO, L. F. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1742-1749, 2001.

GONÇALVES, L.M.G. et al. Níveis de energia líquida para terminação de suínos castrados. **Ciência Rural**, v.45, p.464-469, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131573>>. Acesso em: 20 jan. 2023.

GONÇALVES, T. M. et al. Lisina, energia, sexo sobre as características de carcaças de suínos híbridos modernos. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 36, 1999, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre: SBZ, 1999, p.331.

MARÇAL, D. A. et al. Dietary net energy plans for barrows from 25 to 100 kg body weight. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.47, p.e20180038. 2018. Available from:<<https://doi.org/10.1590/rbz4720180038>>. Accessed: Mar. 20, 2022.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82, p.229-238, 2004. Disponível em:[http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/content/82/13\\_suppl/E229.full.pdf+html](http://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/content/82/13_suppl/E229.full.pdf+html) . Acesso em: 08 nov. 2022.

QUINIQU, N.; NOBLET, J. Efeito da concentração de energia líquida da dieta sobre o consumo de ração e desempenho de suínos em crescimento e terminação alojados individualmente. **Journal of Animal Science**, v.90, p.4362-4372, 2012.

REZENDE, W.O. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1101-1106, 2006.

RODRIGUES, G.P. Dietary net energy levels for growing barrows from 30 to 70 kg. **Ciência Rural**, v.52, 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.1590/0103-8478cr20201033>. Acesso em: 18 jan 2023.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 2.ed. Viçosa, MG:UFV, 2005.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. 4.ed. Viçosa, MG:UFV, 2017.

SAMPAIO, C.A.P. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais.

**Ciência Rural**, v.34, p.785-790, 2004. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n3/a20v34n3.pdf>>. Acesso em: 18 jan. 2023.

SILVA, F.C.O. et al. Níveis de energia digestível para suínos machos inteiros dos 60 aos 100kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.959-964, 1998.

SWENSON, M.J., REECE, W.O. **DUKES - Fisiologia dos animais domésticos**. 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1996. 856p.