

GABRIEL CIPRIANO ROCHA

**NÍVEIS E PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA LEITOAS
EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2012

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

R672n
2012

Rocha, Gabriel Cipriano, 1983-
Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para leitoas
em fase de crescimento e terminação / Gabriel Cipriano Rocha.
– Viçosa, MG, 2012.
xi, 46f. : il. ; 29cm.

Orientador: Juarez Lopes Donzele
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Aminoácidos na nutrição
animal. 3. Suíno - Registros de desempenho. 4. Suíno -
Carcças. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
II. Título.

CDD 22. ed. 636.40852

GABRIEL CIPRIANO ROCHA

**NÍVEIS E PLANOS NUTRICIONAIS DE LISINA DIGESTÍVEL PARA LEITOAS
EM FASE DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO**

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

APROVADA: 28 de novembro de 2012.

Francisco Carlos de Oliveira Silva

Charles Kiefer

Paulo Cesar Brustolini
(Coorientador)

Rita Flávia Miranda de Oliveira
Donzele
(Coorientadora)

Juarez Lopes Donzele
(Orientador)

Aos meus pais, Levi Rocha e Mari Luci Cipriano Rocha

As minhas irmãs, Fernanda e Paula

Ao meu irmão, Renato

A todos os demais familiares e amigos

Dedico e Ofereço.

Agradeço a Deus pelo que tenho e
Peço perdão pelo que sou.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

A minha mãe Mari Luci, pela fé, pelo amor e pelos mimos que me deu e, por sempre acreditar na minha capacidade de vencer. Mãe, te amo!

Ao meu pai Levi, pelos sábios ensinamentos, por ser exemplo de respeito e honestidade e, pelos mimos que não me deu e me fez o homem que sou. Grato pai!

A minha irmã, Fernanda, por lutar por mim e por ter sido essencial em minha formação zootécnica.

A minha irmã, Paula, por me entender, pelo carinho e amor.

A meu irmão, Renato, por ter sido irmão, sempre.

A todos os demais familiares em especial ao meu primo Romildo.

A Denise por todo o carinho, alegria, compreensão, paciência e companheirismo.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos. A Fundação de Amparo a Pesquisa Do estado Minas Gerais (FAPEMIG) pelo financiamento do projeto.

Aos pós-graduandos que me orientaram durante a minha graduação André, Roberta, Fernando, Rafael, Kátia e Américo.

Ao professor Rasmão Garcia pela orientação na minha iniciação científica.

Ao professor Juarez Lopes Donzele, por ser um ótimo orientador, por me ensinar a “curiosidade” científica e por possibilitar (ajudar e orientar) que eu atingisse todas as minhas metas profissionais no transcorrer deste curso.

A professora Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele e ao Dr. Francisco C. de Oliveira Silva pelas valiosas críticas e sugestões que contribuíram para o aperfeiçoamento deste trabalho e pela amizade.

Aos professores Paulo César Brustolini e Charles Kiefer por participarem como membros da banca examinadora e pelas sugestões e colaborações científicas.

A toda a Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Zootecnia.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga da EPAMIG, pelo apoio durante a condução dos experimentos. Em especial ao amigo José Carlos “Salame”, pela dedicação, pelo companheirismo, pela presteza e pelo auxílio na execução deste trabalho.

Aos amigos Leandro Alebrante e professor Pedro Veiga pela ajuda na condução do experimento, interpretação e discussão dos dados experimentais.

Ao Dr. Pettigrew por ter me recebido na Universidade de Illinois e pelas incontáveis oportunidades e ensinamentos.

Ao Dr. Stein e ao Dr. Dilger pela boa convivência.

A todos os amigos de Urbana-Champaign-IL em especial a Mariana, Nicola e ao professor Phill Cardozo.

A todos os orientados do Dr. Stein.

A todos que me auxiliaram na condução do experimento na Universidade de Illinois. Em especial a Jeong Jae Le, Yanhong Liu e principalmente a Juliana Almeida.

A Fernanda pela ajuda, orientação e presteza durante TODA a pós-graduação.

A todos os amigos da pós-graduação. Em especial ao professor Alysson e ao Eric.

A todos os amigos da república BTL e BTL-pós.

A todos os meus amigos de Vitória.

A toda a turma do Pólo Aquático da UFV.

A toda turma de Zootecnia-2003 da Universidade Federal Viçosa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

Muitíssimo Obrigado!

BIOGRAFIA

GABRIEL CIPRIANO ROCHA, filho de Levi Rocha e Mari Luci Cipriano Rocha, nasceu em 23 de junho de 1983, em Vitória, Espírito Santo.

Em março de 2003 iniciou o curso de zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em dezembro de 2007.

Em dezembro de 2007 ingressou no programa de intercâmbio pelo Dalum Academy Agricultural Business - Denmark, e o concluiu em novembro de 2008.

Em março de 2009, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos, concluindo-o em 20 de julho de 2010.

Ainda em 2010, ingressou neste mesmo Programa de Pós-Graduação, em nível de doutorado, submetendo-se à defesa de tese em 28 de novembro de 2012.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO GERAL	1
REVISÃO DE LITERATURA	3
REFERÊNCIAS	10
Lisina digestível para leitoas em fase de crescimento	13
RESUMO	13
ABSTRACT	14
INTRODUÇÃO	15
MATERIAL E MÉTODOS	16
RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
CONCLUSÃO	24
REFERÊNCIAS	25
Planos nutricionais de lisina digestível para leitoas em fase de crescimento e terminação	28
RESUMO	28
ABSTRACT	29
INTRODUÇÃO	30
MATERIAL E MÉTODOS	31
RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS	43

RESUMO

ROCHA, Gabriel Cipriano, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, novembro de 2012. **Níveis e planos nutricionais de lisina digestível para leitoas em fase de crescimento e terminação.** Orientador: Juarez Lopes Donzele. Coorientadores: Paulo Cesar Brustolini e Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele.

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar níveis e planos nutricionais de lisina digestível (Ld) para leitoas em fase de crescimento e terminação. Oitenta leitoas com 63 dias de idade e peso inicial de $24,2 \pm 1,52$ kg foram distribuídas em um experimento de blocos ao acaso, com cinco planos nutricionais de Ld (9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; 12-11-10; 13-12-11 g/kg, respectivamente, nas fases dos 63 aos 103, dos 104 aos 133 e dos 134 aos 153 dias de idade) e com oito repetições. As leitoas foram alojadas em pares e alimentadas à vontade durante todo o período experimental (90 dias). A dieta basal para cada fase (63 a 103, 104 a 133 e 134-153 dias) foi formulada a base de milho e farelo de soja, sem adição de aminoácidos industriais. As outras quatro dietas adicionais (cada fase) foram suplementadas com L-Lisina HCl 78% e quando necessário, com DL-Metionina 99%, L-Treonina 98%, L-Triptofano 98% e L-Valina 96,5% em substituição ao amido. Durante o período experimental, aos 63, 103 e 133 dias, as leitoas foram pesadas e submetidas à análise de ultrassom para avaliação da profundidade e da área de olho de lombo bem como da espessura de toucinho. Ao final do período experimental (153 dias) os animais foram pesados e após o abate, as carcaças foram avaliadas individualmente com auxílio de pistola tipificadora para avaliação da porcentagem e da quantidade de carne na carcaça, profundidade de lombo e espessura de toucinho. Os resultados do estudo foram apresentados em dois capítulos, dos 63 aos 103 dias e dos 63 aos 153 dias. Dos 63 aos 103 dias os níveis de Ld proporcionaram aumento linear ($P < 0,05$) do ganho de peso diário,

apesar dessa variação não houve aumento no valor absoluto do ganho de peso a partir do nível de 12 g/kg de Ld. A conversão alimentar melhorou ($P < 0,01$) de forma quadrática até o nível estimado de 11,9 g/kg de Ld. A área de olho de lombo das leitoas aumentou ($P < 0,05$) de forma linear, no entanto, o modelo “Linear Response Plateau” foi o que melhor se ajustou aos dados estimando em 12,5 g/kg o nível a partir do qual ocorreu platô. Não foi verificada influência ($P > 0,05$) dos níveis de Ld no consumo de ração diário e na espessura de toucinho. Dos 63 aos 133 dias, não houve efeito ($P > 0,05$) dos planos nutricionais no consumo de ração diário, no ganho de peso diário, na conversão alimentar, na área de olho de lombo e na espessura de toucinho, contudo foi constatada maior ($P < 0,10$) profundidade de lombo nas leitoas que receberam os planos com maiores níveis de Ld (12-11; 13-12 g/kg) em comparação ao plano com o menor nível (8-7 g/kg). No período total (63 aos 153 dias) não foi verificada influência ($P > 0,05$) dos planos nutricionais no consumo de ração diário, nas variáveis de desempenho e características de carcaça. Conclui-se que o plano nutricional de lisina digestível de 9-8-7 g/kg fornecido, respectivamente, dos 63 aos 103, 104 aos 133 e 134 aos 153 dias, atende as exigências de lisina digestível de leitoas em fase de crescimento e terminação.

ABSTRACT

ROCHA, Gabriel Cipriano, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, November, 2012. **Levels of digestible lysine and nutritional plans for growing-finishing gilts.** Adviser: Juarez Lopes Donzele. Co-Advisers: Paulo Cesar Brustolini and Rita Flávia Miranda de Oliveira Donzele.

This experiment was conducted to evaluate levels of digestible lysine (DLys) and nutritional plans for growing-finishing gilts. Eighty gilts with 63 days of age and initial body weight of 24.2 ± 1.52 kg were distributed in randomized complete blocks design, with five nutritional plans of DLys (9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; 12-11-10; 13-12-11 g/kg, from 63 to 103, 104 to 133 and 134 to 153 days of age, respectively) and eight replicates. Pigs were housed in pair and fed their respective diets ad libitum throughout the experimental period (90 days). The basal diet for each phase (63 to 103, 104 to 133 and 134 to 153 days) contained corn, soybean meal and no supplemental industry amino acids. Four additional diets (each phase) were formulated by adding L-Lysine HCl 78% and when necessary DL-Methionine 99%, L-Threonine 98%, L-Tryptophan 98%, L-Valine 96.5% and L-Isoleucine 99% replacing the starch. To follow the animal development along the experiment at 63, 103 and 133 days, gilts were weighed and subjected to analysis of ultrasound for evaluation of depth and loin eye area as well as backfat thickness. At the end of the experimental period (153 days) the animals were weighed and after slaughter, carcasses were evaluated individually using a typifying pistol to evaluate the percentage and the content of carcass meat, loin depth and backfat thickness. To better discuss the results the study was presented in two chapters, from 63 to 103 and from 63 to 153 days. From 63 to 103 days the DLys levels linearly increase ($P < 0.05$) average daily gain and loin area of gilts in growing phase. However, there was no difference for average daily gain at levels

above 12g/kg of DLys while the “Linear Response Plateau” model was that better fitted to the loin area data that stabilized in a plateau starting from the level of 12.5g/kg DLys. The feed:gain ratio was improved ($P<0.01$) quadratically until the estimated level of 11.9g kg⁻¹ of DLys. There was no effects ($P>0.05$) of the treatments on the backfat thickness and feed intake. From 63 to 133 days, there was no effect ($P>0.05$) of the nutritional plans on daily feed intake, performance, loin eye area and backfat thickness, however the loin depth was greater ($P<0.10$) on the gilts that received plans with higher levels of DLys (12-11, 13-12 g/kg) compared to the plan with the lowest level (8-7 g/kg). For the whole period (63 to 153 days), it was not observed influence ($P>0.05$) of the nutritional plans on the daily feed intake, performance variables and carcass characteristics. It was conclude that the nutritional plan containing 9-8-7 g/kg of digestible lysine fed from 63 to 103, 104 to 133 and 134 to 153 days, respectively, meet the requirements for performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts.

INTRODUÇÃO GERAL

No contexto da estabilidade e rentabilidade na produção de suínos, a alimentação por constituir o principal fator que onera o custo de produção dos animais tem merecido atenção especial. Na fase de crescimento-terminação qualquer redução econômica de ordem alimentar apresenta um impacto importante na cadeia, pois 70% do rebanho de uma unidade produtiva de suínos está nessa fase (Scramim & Batalha, 2004).

Devido ao alto custo de fontes proteicas normalmente utilizadas nessas dietas, o conhecimento e/ou atualização das exigências de aminoácidos para suínos é fundamental para otimizar o uso dessas fontes (Schneider et al., 2010). A lisina tem sido considerada o primeiro aminoácido essencial limitante em rações à base de milho e farelo de soja e é o nutriente que mais influencia a deposição de proteína pelos suínos, em razão de sua constância na proteína corporal e de sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (Kessler, 1998).

As exigências de lisina para suínos em crescimento têm sido estudadas extensivamente (Rostagno et al., 2005 e 2011) porém a maioria desses estudos é feito por fases independentes. Tem sido sugerida a importância de se trabalhar com planos nutricionais interdependentes nas fases de crescimento e terminação por se mostrarem mais eficientes na determinação das exigências nutricionais dos suínos (Kill et al., 2003; Souza, 2009). A vantagem dos planos nutricionais nas fases independentes está ligada

principalmente à influência metabólica que o nível de um determinado nutriente nas fases iniciais de crescimento pode exercer em sua exigência nas fases posteriores (Main et al., 2008).

A classe sexual e o genótipo, dentre outros fatores, também podem influenciar a exigência de lisina dos suínos (Grandhi & Nyachot, 2002). A exigência de lisina, de leitoas, para maximizar a eficiência de ganho, é inferior á de machos inteiros e superior á de machos castrados o que estaria associada á sua posição intermediária ás outras duas categorias no que se refere à deposição de proteína na carcaça (Quiniou et al., 2010). Desta forma, as classes sexuais podem responder de forma diferenciada aos planos nutricionais constituídos por níveis de lisina (O'Connel et al., 2005).

A busca por carcaças de melhor qualidade resultou na seleção de suínos com alto potencial genético para desempenho e crescimento de tecido muscular. Esses animais apresentam exigência diferenciada de aminoácidos, principalmente de lisina, para a melhor eficiência alimentar e características de carcaça (Mahan & Shields, 1998). Sendo assim, os níveis de lisina preconizados pela literatura podem não atender às exigências de aminoácidos essenciais dos atuais genótipos de suínos evidenciando que a formulação de dietas para suínos devem ser periodicamente reavaliadas.

Dessa forma, considerando-se a diferença na exigência de lisina digestível de leitoas frente às demais categorias sexuais e em função da fase de crescimento, foi desenvolvido um estudo para avaliar níveis e planos nutricionais de lisina digestível para leitoas em fase de crescimento e terminação.

Esta tese foi escrita em capítulos de acordo com as normas para feitura de tese da Universidade Federal de Viçosa. O capítulo I escrito de acordo com as normas científicas da revista Ciência Rural e o capítulo II escrito de acordo com as normas científicas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.

REVISÃO DE LITERATURA

A utilização da lisina como aminoácido referência para formulações de dietas que se baseiam no conceito de proteína ideal deve-se, principalmente, à simplicidade de sua determinação analítica e ao seu uso, nos processos fisiológicos, predominantemente para a síntese proteica, ao passo que outros aminoácidos podem ser empregados, com maior significância, em outros propósitos metabólicos (Han & Baker, 1994). Um grande número de experimentos vem sendo conduzindo na tentativa de quantificar os efeitos de níveis de lisina na dieta no desempenho e nas características de carcaça dos suínos. No entanto, os resultados desses estudos não podem ser generalizados devido às variações nas condições experimentais (Susenbeth, 1995).

Além das condições experimentais exigência de lisina pode ser influenciada pelo genótipo e sexo animal (Grandhi & Nyachoti, 2002). Há ainda de se considerar as estratégias nutricionais, já que alguns autores (Kill et al., 2003; O'Connell et al., 2005; Souza, 2009) tem demonstrado a importância de se trabalhar com planos nutricionais em fases interdependentes por estes serem mais eficientes na determinação dos melhores níveis de lisina na dieta.

O sistema de produção comercial de suínos na fase de crescimento-terminação pode ser dividido, quanto a classe sexual, em três categorias que devem ser consideradas separadamente para efeito de cálculos de exigências nutricionais (Rostagno et al., 2011), a

saber: leitoas, machos inteiros e castrados. Além dessas classes, os suínos machos imunocastrados podem ser considerados uma quarta classe sexual no período pós imunocastração (NRC, 2012). De modo geral, os diferentes grupos sexuais apresentam desempenho e características de carcaça diferenciadas, tornando-se evidente que as exigências nutricionais devem ser estabelecidas de acordo com o sexo do animal.

As exigências de lisina, de leitoas, para maximizar a eficiência de ganho, são inferiores à de machos inteiros e superiores à de machos castrados. Leitoas também possuem posição intermediária as outras duas categorias no que se refere à deposição de proteína (Xue et al., 1997; Quiniou et al., 1999). Contudo tem sido sugerido que o efeito do sexo sobre s exigências nutricionais não é evidenciado nas fases iniciais de crescimento. Segundo Campbell et al. (1988) e Pupa et al. (2002) as diferenças na exigência nutricional, quanto ao sexo, ocorrem a partir de 35 e 30 kg, respectivamente. Corroborando estes estudos, Quiniou et al. (2010) demonstraram não haver diferença de desempenho entre as três classes sexuais até os 63 dias de idade quando os animais estavam com aproximadamente 25 kg.

A maior exigência de lisina na dieta das leitoas quando comparadas a machos castrados tem sido associada à sua menor capacidade de consumo voluntário e maior capacidade de incorporar aminoácidos aos tecidos musculares (Cromwell et al., 1993). Essa maior eficiência na deposição de proteína em relação aos machos castrados, segundo Hahn et al. (1995), ocorre em função das diferenças na partição de nutrientes para ganho de peso. Tais diferenças são resultantes de mudanças endócrinas ocorridas durante todo o desenvolvimento sexual (Bellaver & Viola, 1997) e da ausência de hormônios sexuais nos machos castrados (Cromwell et al., 1993).

No entanto, quando comparadas aos machos inteiros as leitoas têm menor exigência de lisina na dieta (Quiniou et al., 2010). Isto pode ser explicado pelo fato de as leitoas

apresentarem consumo de ração similar ao dos machos inteiros (Dunshea, 2005). Entretanto, estes possuem maior taxa de crescimento o que sugere uma maior eficiência na deposição protéica e, conseqüentemente, maior exigência de lisina na dieta pelos machos inteiros (Dunshea, 2010). A maior eficiência na deposição muscular pode estar relacionada, dentre outros fatores, à maior concentração plasmática de GH e IGF-1 dos machos inteiros (Ford & Klindt, 1989; Owens et al., 1999), uma vez que estes hormônios podem estimular a deposição de aminoácidos nos tecidos.

Alguns estudos têm evidenciado superioridade das leitoas em relação aos os machos castrados no que se refere às características de carcaça (Castell et al., 1994; Grandhi & Nyachoti, 2002; O'Connell et al., 2006; Quiniou et al., 2010), por apresentarem menor espessura de toucinho e melhor relação gordura:proteína na carcaça. Ainda estes estudos mostraram que quando comparadas aos animais inteiros as leitoas têm apresentado cortes com maior marmoreio além de maior rendimento de carcaça.

Nos últimos anos, a indústria suinícola tornou-se mais especializada buscando o melhoramento focado na seleção de animais mais magros e mais eficientes na utilização do alimento para ganho de peso. Esta seleção permitiu elevar o peso de abate, sem comprometer a qualidade da carcaça. Todavia, pode ter alterado a exigência animal para melhor desempenho (Friesen et al., 1994; Schneider et al., 2010).

Trabalhos como o de Latorre et al. (2008) demonstraram que o ganho de peso diário e a conversão alimentar podem variar em função da genética utilizada. Segundo esses autores, a variação de desempenho entre genéticas é principalmente explicada pela capacidade de deposição proteica. De forma consistente, Friesen et al. (1994) demonstraram que suínos de alto potencial genético para deposição de tecido muscular respondem a maiores níveis de lisina na dieta quando comparados aos de baixo potencial

genético. De acordo com Main et al. (2008) é necessário conhecer a curva de crescimento animal de cada genética para que se estabeleça o melhor nível de lisina na dieta.

Além da classe sexual e genética, as exigências nutricionais de suínos variam conforme a fase de crescimento. Assim, os níveis de nutrientes na dieta dos animais deverão otimizar o potencial dos suínos durante cada estágio do seu desenvolvimento, a fim de se obter a máxima eficiência alimentar e deposição de carne na carcaça (Abreu et al., 2007). A exigência de aminoácido, particularmente lisina para suínos em fase de crescimento e terminação é bem conhecida (Rostagno et al., 2011; NRC, 2012). No entanto, subsistem algumas dificuldades para derivar recomendações práticas, já que grande parte dos experimentos são feitos por fases independentes sem dar a devida atenção aos níveis nutricionais fornecidos nas fases anteriores (Millet et al., 2011). Por exemplo, estudos de fases independentes para determinar a exigência de um aminoácido na fase dos 60 aos 95 kg, utilizam animais que foram alimentados com dietas que atendem suas exigências na fase dos 30 aos 60 kg e assim, não considera o desempenho animal em longo prazo (30 aos 95 kg) em caso de fornecimento de uma dieta com menor nível nutricional na fase dos 30 aos 60 kg.

Desta forma, alguns estudos têm sido conduzidos para testar planos nutricionais baseados em níveis de lisina para suínos em fase de crescimento e terminação (Kill et al., 2003; Souza, 2009; Alebrante et al., 2012a).

Trabalhando com diferentes planos nutricionais (8,5-7,5-6,5 até 11,5-10,5-9,5 g/kg de Ld) para leitoas e machos castrados dos 60 aos 165 dias, Souza (2009) não verificou efeito dos tratamentos no desempenho e nas características de carcaça ao final do período experimental. Entretanto, constataram melhora linear da conversão alimentar e do ganho de peso dos suínos na fase dos 60 aos 95 dias, e, no período dos 60 aos 130 dias, o plano com os maiores níveis de Ld (11,5-10,5 g/kg) propiciou melhor ganho de peso aos animais

quando comparado ao plano com os menores níveis de Ld (8,5-7,5 g/kg). Desta forma, o plano nutricional composto pela sequência 8,5-7,5-6,5 g/kg de Ld, fornecido, respectivamente, dos 60 aos 95, dos 96 aos 130 e dos 131 aos 165 dias, atendeu as exigências de Ld para melhores desempenho e características de carcaça dos suínos.

Do mesmo modo, Alebrante et al. (2012a,b) também não verificaram efeito dos planos nutricionais (9-8-7 até 13-12-11 g/kg) com os maiores níveis de Ld no desempenho de suínos machos imunocastrados ao final do período experimental (54 ao 155 dias). Contudo, observaram efeito linear positivo dos níveis de Ld da dieta no ganho de peso diário e na área de olho de lombo na primeira fase estudada (54 aos 100 dias). Conforme os autores, o plano nutricional composto pela sequência 9-8-7 g/kg de Ld fornecido respectivamente, dos 54 aos 100, dos 101 aos 128 e dos 129 aos 155 dias atende as exigências de lisina digestível de suínos macho imunocastrados.

Em contrapartida, Kiefer et al. (2011) encontraram que os suínos machos imunocastrados alimentados com o plano nutricional baseado na sequência de 11-10-9 g/kg de Ld dos 67 aos 165 dias apresentaram melhor conversão alimentar, quantidade de carne e espessura de toucinho em relação aos demais planos estudados (9-8-7, 10-9-8 e 12-11-10 g/kg). Enquanto Kill et al. (2003), avaliando planos nutricionais de lisina total (8-7 até 11-10 g/kg) para leitoas dos 65 aos 105 kg, concluíram que os níveis de 10 e 9 g/kg de lisina total, respectivamente, dos 65 aos 95 e dos 95 aos 105 kg proporcionaram melhor conversão alimentar e características de carcaça. Estes níveis corresponderam a um consumo médio diário estimado de 21,14 g de lisina digestível (Ld).

A divergência de resultados observada entre os trabalhos pode estar ligada às diferenças nas condições experimentais, como o sexo, o genótipo e para casos mais específicos diferenças também podem ser atribuídas a faixa de peso e as condições ambientais.

A vantagem dos experimentos por planos nutricionais em relação as fases independentes estaria ligada principalmente á influência metabólica que o nível de um determinado nutriente nas fases iniciais de crescimento pode exercer em sua exigência nas fases posteriores (Main et al., 2008). Segundo Millet et al. (2010), ao trabalhar com planos nutricionais com níveis de Ld abaixo das recomendações é possível que os suínos se adaptem, até certo ponto, ao menor nível nutricional das dietas tornando-se mais eficientes nas fases subsequentes.

Outra linha de pesquisa, como os experimentos conduzidos por Fabian et al. (2004) e Reynolds & O'Doherty (2006), explora planos nutricionais associado ao ganho compensatório. A capacidade de o animal crescer mais rápido e/ou de forma mais eficiente após um período de restrição qualitativa ou quantitativa na dieta caracteriza o ganho compensatório (O'Connel et al., 2005). Conforme os autores é possível trabalhar com níveis de lisina abaixo das recomendações padrão nas fases iniciais de crescimento quando uma dieta alta em lisina é fornecida nas fases subsequentes. No entanto, ainda não foi bem estabelecido, para os aspectos práticos, em quanto a exigência animal é aumentada na fase de realimentação (Millet et al., 2011).

Por outro lado, estudos (Fabian et al., 2004; O'Connel et al., 2005; Reynolds & O'Doherty, 2006) têm sido consistentes em demonstrar que o ganho compensatório pode reduzir a excreção de nitrogênio sem alteração do desempenho animal. Ainda, acredita-se que é possível reduzir o custo com a dieta pelo menor consumo de ração na fase de restrição e pela melhor eficiência alimentar na fase de realimentação.

Constata-se que, dentre outros, a diferença entre os estudos relacionados aos planos nutricionais e os de ganho compensatório está no modelo experimental. Quando a finalidade é estudar o ganho compensatório impõe-se uma restrição com subsequente aumento de determinado nutriente propiciando ao animal uma compensação do pior

desempenho na fase anterior. Por outro lado, os planos nutricionais são delineados com níveis decrescentes do nutriente em estudo fato que não possibilita avaliar o ganho compensatório.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito da proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 a 60 Kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.62–67, 2007.
- ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...**Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012a. (CD-ROM).
- ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos não castrados em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012b. (CD-ROM).
- BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. Genotype and sex effects on the relationship between energy-intake and protein deposition in growing-pigs. *Journal of Animal Science*, v.66, p.676-686, 1988.
- CASTELL, A.G.; CLIPLEF, R.L.; POSTE-FLYNN L.M. et al. Performance, carcass and pork characteristics of castrates and gilts self-fed diets differing in protein content and lysine:energy ratio. **Canadian Journal of Animal Science**, v.74, p.519-528, 1994.
- CROMWELL, G.L.; CLINE, T.R.; CRENSHAW, J.D. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1510-1519, 1993.
- DUNSHEA F. Castration in the swine industry and the impact on growth performance – physical versus vaccination. In: London Swine Conferenca, 10., 2010, London. **Proceedings...** London, Ontario-Canada. 2010. p.85.
- DUNSHEA, F.R. Sex and porcine somatotropin impact on variation in growth performance and back fat thickness. **Australian Journal of Experimental Agricultural**, v.45, p.677-682, 2005.
- FABIAN, J.; CHIBA, L.I.; FROBISH, L.T. et al. Compensatory growth and nitrogen balance in grower-finisher pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2579–2587, 2004.

- FORD, J.J.; KLINDT, J. Sexual differentiation and the growth process. In: Campon, D.R; Hausman, G.J.; Martin, R. **Animal growth Regulation**, Plenum Press. NY, p. 317-336, 1989.
- FRIESEN, K.G.; NELSSSEN, J.L.; UNRUH, J.A. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.946-954, 1994.
- GRANDHI, R.R.; NYACHOTI, C.M. Effect of true ileal digestible dietary methionine to lysine ratios on growth performance and carcass merit of boars, gilts and barrows selected for low backfat. **Canadian Journal of Animal Science**, v.82, p.399-407, 2002.
- HAHN, J.D.; BIEHL, R.R.; BAKER, D.H. Ideal digestible lysine for early-finishing and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.73, p.773-784, 1995.
- HAN, Y.; BAKER, D.H. Digestible lysine requirement of male and female broiler chicks during the period three to six weeks posthatching. **Poultry Science**, v.73, p.1739-1745, 1994.
- KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p.18-25.
- KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos IM em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1955-1960, 2011.
- KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Planos de nutrição para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1330-1338, 2003.
- LATORRE, M.A.; POMAR, C.; FAUCINTANO, L. et al. The relationship within and between production performance and meat quality characteristics in pigs from three different genetic lines. **Livestock Science**, v.115, p.258-267, 2008.
- MAHAN, D.C.; SHIELDS, R.G.Jr. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies **Journal of Animal Science**, v.76, p.513-521, 1998.
- MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. 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.
- MILLET, S.; LANGRNDRIES, K.; ALUWÉ, M. et al. Effect of amino acid level in the pig diet during growing and early finishing on growth response during the late finishing phase of lean meat type gilts. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.91, p. 12541258, 2011,
- NATIONAL RESEACH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of swine**. 11.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2012. 400p.
- O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. A comparison between feeding a single diet or phase feeding a series of diets, with either the same or reduced crude protein content, to growing finishing pigs. **Animal Science**, v.81, p.297-303, 2005.

- O'CONNELL, M.K.; LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. Determination of the optimum dietary lysine concentration for boars and gilts penned in pairs and in groups in the weight range 60 to 100 kg. **Journal of Animal Science**, v.82, p.65–73, 2006.
- OWENS, P.C.; GATFORD, K.L.; WALTON, P.E.; et al. The relationship between endogenous insulin-like growth factors and growth in pigs **Journal of Animal Science**, v.77, p.2098-2103, 1999.
- PUPA, J.M.R.; TEIXEIRA, A.O.; NOGUEIRA, E.T.; et al. Atualização sobre nutrição de suínos em crescimento e terminação. In: Congresso Latino-americano de Suinocultura, I 2002, Anais... Foz do Iguaçu-PR, p.145-164. 2002.
- QUINIOU N.; COURBOULAY V.; SALAUI Y. et al. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behavior-comparison with barrows and gilts. In: Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 61., 2010, Herakilion. **Proceeding**...Herakilion, Crete Island, Greece. 2010.
- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livestock Production Science**, v.60, p.317-328, 1999.
- REYNOLDS, A.M.; O'DOHERTY, J.V. The effect of amino acid restriction during the grower phase on compensatory growth, carcass composition and nitrogen utilization in grower-finisher pigs. **Livestock Science**, v.104, p.112–120, 2006.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.
- SCHNEIDER, J.D., TOKACH, M.D., DRITZ, et al. 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.137-142, 2010.
- SCRAMIM, F. C. L.; BATALHA, M. O. Método para análise de benefícios em cadeias de suprimento: um estudo de caso. **Gestão & Produção**, São Carlos, BR, v. 11, p. 331-342, 2004.
- SOUZA, L.P.O. Níveis de Lisina digestível e Planos de nutrição baseados em níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas, dos 18 aos 107 kg. 2009. 54p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- SUSENBETH, A. Factors affecting lysine utilization in growing pigs: an analysis of literature. **Livestock Production Science**, v.43, p.193-304, 1995.
- XUE, J.; DIAL G.D.; PETTIGREW E.J. Performance, carcass and meat quality advantages of boars over barrows: a literature review. **Swine Health Production**, v.1, p.21-28, 1997.

CAPÍTULO I

Lisina digestível para leitoas em fase de crescimento

Digestible lysine for growing gilts

RESUMO

Este estudo foi realizado com objetivo de avaliar níveis de lisina digétilvel (Ld) para leitoas em fase de crescimento (63 a 103 dias de idade). Oitenta leitoas ($24,2 \pm 1,52$ kg) foram distribuídas em experimento de blocos ao acaso com cinco tratamentos (9, 10, 11, 12 e 13g kg^{-1} de Ld) e oito repetições com dois animais por unidade experimental. Os animais foram alojados em pares e alimentados à vontade. No início e ao final do período experimental, as leitoas foram pesadas e submetidas a análise de ultrassom para avaliação da área de olho de lombo (AOL) e espessura de toucinho (ET). Os níveis de Ld proporcionaram aumento linear ($P < 0,05$) do ganho de peso diário (GPD), apesar dessa variação não houve aumento no valor absoluto do GPD a partir do nível de 12g kg^{-1} de Ld. A conversão alimentar (CA) reduziu ($P < 0,01$) de forma quadrática até o nível estimado de 11,9g kg^{-1} de Ld. A AOL das leitoas aumentou ($P < 0,05$) de forma linear. No entanto, o modelo “Linear Response Plateau” foi o que melhor se ajustou aos dados estimando em 12,5g kg^{-1} o nível a partir do qual ocorreu platô. Não foi verificada influência ($P > 0,05$) dos níveis de Ld sobre o consumo de ração diário (CRD) e ET. Os níveis de 12,0 e 12,5g kg^{-1} de Ld na dieta, correspondentes, respectivamente, ao consumo de lisina digestível diário (CLdD) de 23,6 e 24,6g, proporcionam, os melhores resultados de desempenho e AOL de leitoas em fase de crescimento (63 aos 103 dias de idade).

Palavras-chave: aminoácido, carcaça, desempenho, exigência nutricional, suínos.

ABSTRACT

To evaluate levels of digestible lysine for growing gilts (63 to 103 days of age) eighty gilts (24.2 ± 1.52 kg) were used in a randomized complete block design with five treatments (9, 10, 11, 12 and 13 g kg^{-1} of digestible lysine) and eight replicates with two animals per experimental unit. Gilts were housed in pair and fed their respective diets ad libitum. At the beginning and the ending of the experimental period, gilts were weighed and scanned by ultrasound to measure loin area, as well as fat depth. The digestible lysine levels linearly increase ($P < 0.05$) average daily gain and loin area of gilts in growing phase. However, there was no difference for average daily gain at levels above 12 g kg^{-1} while the “Linear Response Plateau” model was that better fitted to the loin area data that stabilized in a plateau starting from the level of 12.5 g kg^{-1} . The feed:gain ratio was improved ($P < 0.01$) quadratically until the estimated level of 11.9 g kg^{-1} of digestible lysine. There was no effects ($P > 0.05$) of the treatments on the fat depth and feed intake. The digestible lysine levels of 12 and 12.5 g kg^{-1} , corresponding to the intake of 23.6 e 24.6 g dia^{-1} , provide the best results of performance and loin area of growing gilts (63 to 103 days old).

Key words: amino acid, carcass, performance, nutrient requirements, swine.

INTRODUÇÃO

Devido ao alto custo das fontes protéicas utilizadas em dietas para suínos, o conhecimento e/ou atualização das exigências de aminoácidos para esses animais é fundamental para otimizar o uso dessas fontes. Muitos estudos vêm sendo conduzidos na tentativa de quantificar os efeitos de níveis de Ld da dieta no desempenho e nas características de carcaça dos suínos. No entanto, os resultados desses estudos não podem ser generalizados devido às variações nas condições experimentais tais como genótipo, peso corporal e o sexo que influenciam a eficiência de deposição de proteína e, conseqüentemente, a exigência de lisina (FRIESEN et al., 1994).

A busca por carcaças de melhor qualidade tem levado à seleção de suínos com alto potencial genético para desempenho e crescimento de tecido muscular. Esses animais apresentam maior exigência de aminoácidos, principalmente de lisina, para a melhor eficiência alimentar e características de carcaça (MAHAN & SHIELDS, 1998). Sendo assim, os níveis de Ld preconizados na literatura podem não atender as exigências de aminoácidos essenciais dos atuais genótipos de suínos evidenciando que a formulação de dietas para suínos devem ser periodicamente reavaliadas.

Além disso, tem sido verificado que as exigências dos suínos para o desempenho, medidas qualitativas e quantitativas de carcaça podem variar em função do sexo (ROSTAGNO et al., 2011). Leitoas possuem maior exigência de lisina e eficiência na deposição de proteína em relação aos machos castrados, no entanto, inferior aos machos inteiros. Tais diferenças são resultantes de mudanças endócrinas ocorridas durante todo o desenvolvimento sexual (BELLAYER & VIOLA, 1997) sendo mais marcantes em suínos com peso superior a 25kg ou acima de 63 dias de idade (QUINIOU et al., 2010).

Portanto, torna-se importante reavaliar as exigências nutricionais, principalmente de lisina, para animais de cada sexo e de acordo com o potencial genético para deposição de

carne na carcaça. Dessa forma, realizou-se esse estudo com o objetivo de avaliar níveis de Ld para leitoas em fase de crescimento (63 aos 103 dias de idade).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios, MG.

Foram utilizadas 80 leitoas, híbridas comerciais (AGPIC 425 x Camborough 25), com peso inicial de $24,2 \pm 1,52$ kg e 63 dias de idade, distribuídas em delineamento experimental de blocos ao acaso, composto de cinco tratamentos (níveis de Ld), oito repetições e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos levou-se em consideração a localização dos animais no galpão.

Os tratamentos foram constituídos por uma dieta basal isenta de aminoácidos industriais e outras quatro dietas obtidas pela suplementação desta dieta com L-Lisina HCl 78% e quando necessário, com DL-Metionina 99%, L-Treonina 98%, L-Triptofano 98% e L-Valina 96,5% em substituição ao amido, resultando em dietas com níveis de 9, 10, 11, 12 e 13 g kg⁻¹ de Ld. As dietas experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, e suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos (Tabela 1) para atender as exigências nutricionais de leitoas de alto potencial genético com desempenho superior em fase de crescimento (30 a 60kg), exceto para a Ld, mantendo-se as relações aminoacídicas mínimas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais de acordo com o padrão de proteína ideal proposto por ROSTAGNO et al. (2005).

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semi-automático, bebedouros tipo chupeta e dispunham de área de 1,87m² por animal. As condições ambientais no interior do galpão

Tabela 1 – Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para leitões em fase de crescimento

Ingredientes	Lisina digestível, g kg ⁻¹				
	9	10	11	12	13
Milho grão moído	63,989	63,989	63,989	63,989	63,989
Farelo de soja 45%	30,745	30,745	30,745	30,745	30,745
Óleo de soja	1,425	1,425	1,425	1,425	1,425
Fosfato bicálcico	1,207	1,207	1,207	1,207	1,207
Amido	1,063	0,889	0,631	0,350	0,000
Calcário calcítico	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Sal comum	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405
Premix vitamínico/mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl 78%	0,000	0,129	0,258	0,387	0,516
DL-Metionina 99%	0,000	0,039	0,099	0,160	0,221
L-Treonina 98%	0,000	0,006	0,075	0,144	0,212
L-Triptofano 98%	0,000	0,000	0,000	0,008	0,027
L-Valina 96,5%	0,000	0,000	0,000	0,014	0,087
Sulfato de colistina 8%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Butilhidroxitolueno	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição nutricional calculada ²					
Energia Metabolizável (Kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	19,24	19,24	19,24	19,24	19,24
Lisina digestível (%)	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300
Met. + Cis. digestível (%)	0,562	0,600	0,660	0,720	0,780
Treonina digestível (%)	0,644	0,650	0,715	0,780	0,845
Triptofano digestível (%)	0,208	0,208	0,208	0,216	0,234
Valina digestível (%)	0,815	0,815	0,815	0,828	0,897
Isoleucina digestível (%)	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739
Cálcio (%)	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Fósforo disponível (%)	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

¹ Conteúdo mínimo por quilograma: 2.000.000UI de Vitamina A; 300.000UI de Vitamina D3; 5.000UI de Vitamina E; 625mg de Vitamina K3; 5.000mcg de Vitamina B12; 1.000mg de Vitamina B2; 12,5mg de Biotina; 2.500mg de Ácido pantotênico; 6.250mg de Niacina; 500mg de Butilhidroxitolueno; 250mg de Vitamina B1; 500mg de Vitamina B6; 150mg de Ácido fólico; 60g de Colina; 12,5g de Vitamina C; 125mg de Cobalto; 125mg de Selênio; 17,5g de Ferro; 5.000mg de Cobre; 10g de Manganês; 20g de Zinco; 200mg de Iodo e Veículo q.s.p. 1000g. ² Composição nutricional calculada com base em ROSTAGNO et al. (2005).

experimental foram monitoradas e registradas três vezes ao dia (7, 12 e 17h) por meio de termômetro de globo negro e a cada hora por meio de uma estação meteorológica (data logger®, modelo 3030.15, 433MHz, TFA, Alemanha) que foram mantidos em uma baia vazia no centro do galpão. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo BUFFINGTON et al. (1981), para a caracterização do ambiente.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante o período experimental. As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente e os animais pesados individualmente no início e ao final (103 dias de idade) do experimento para determinação dos CRD, CLdD, GPD e CA.

Também foram feitas no início e ao final do período experimental, após a pesagem dos animais, a avaliação da AOL e ET por meio de aparelho de ultrassom (Aloka SSD 500). As imagens foram coletadas entre a décima e a décima primeira costela, por técnico devidamente treinado, conforme preconizado pelo National Swine Improvement Federation Guidelines. A partir das imagens obtidas, a AOL e a ET foram calculadas utilizando-se o programa computacional Biosoft toolbox for Swine (Biotronics Inc.).

As variáveis avaliadas foram: CRD, CLdD, GPD, CA, AOL e ET. Para verificar o ajuste das equações obtidas, considerou-se a menor soma dos quadrados dos desvios, a significância do teste F sob a hipótese $H_0: \beta_0 = \beta_1 = \beta_2 = 0$ e os coeficientes de determinação ($R^2 = SQ \text{ regressão} / SQ \text{ tratamentos}$).

Os dados foram analisados por meio dos procedimentos GLM e NLIN do SAS (Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC, USA). Para análise de variância (ANOVA), o procedimento GLM foi usado para testar os efeitos linear e quadrático dos níveis de Ld nas variáveis resposta por meio do método de polinômios ortogonais, em um modelo contendo os efeitos fixos de peso inicial (covariável), níveis de Ld e lado do galpão (2

localizações). Para a variável AOL, o procedimento NLIN foi usado para ajustar um modelo “Linear Response Plateau” contendo os níveis de Ld (ROBBINS et al., 2006). Efeitos foram considerados significativos ao nível de 5% de significância. Para os dados de desempenho a unidade experimental foi representada pela baía e para os dados de ultrassom pelo suíno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a temperatura do ar registrada no interior do galpão foi de $24,9 \pm 3,9^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de $81 \pm 11,8\%$ e a temperatura de globo negro foi de $25,5 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$, correspondendo a um ITGU calculado de $74,5 \pm 4,2$. Considerando que, segundo SAMPAIO et al. (2004), a temperatura crítica máxima para essa categoria animal é de 27°C e, que MANNO et al. (2006) caracterizou o ambiente de 72,3 como de termoneutralidade para suínos de 30 aos 60kg, pode-se inferir que os animais foram submetidos a ambiente de conforto térmico no presente estudo.

Os níveis de lisina digestível não influenciaram ($P > 0,05$) o CRD dos animais (Tabela 2). Este resultado está coerente com os obtidos por FONTES et al. (2000) e ABREU et al. (2007) que também não constataram efeito dos níveis de Ld (9-12 e 8-11g kg^{-1} , respectivamente) na ingestão voluntária de alimento de suínos em fase de crescimento. Por outro lado, MAIN et al. (2008) testando níveis de 8,0 a 13,5g kg^{-1} de Ld, encontraram efeito linear negativo dos tratamentos sobre o CRD de leitoas dos 35 aos 60kg.

A divergência de resultados observada entre os trabalhos pode estar relacionada a diferenças na composição da dieta. Enquanto nos estudos em que não foram observadas variação significativa no CRD dos animais, os níveis de Ld foram obtidos com a inclusão de aminoácido industrial, no de MAIN et al. (2008) os níveis de Ld foram alcançados aumentando-se a quantidade de farelo de soja na dieta. Fundamentando esta hipótese, HEO et

Tabela 2. Desempenho e características de carcaça de leitoas em fase de crescimento, em função dos níveis de lisina digestível na dieta

Variáveis	Nível de lisina digestível, g kg ⁻¹					CV (%)
	9	10	11	12	13	
Peso inicial (kg)	24,2	24,2	24,2	24,2	24,3	2,58
Peso final (kg) ¹	62,1	62,5	62,8	64,5	64,3	3,23
Consumo de ração diário (g)	2.004	1.911	1.929	1.964	1.994	6,30
Consumo de Ld (g/dia) ¹	18,0	19,1	21,2	23,6	25,9	6,11
Ganho de peso diário (g) ¹	946	956	965	1007	1002	5,34
Conversão alimentar ²	2,12	2,00	2,01	1,96	1,99	4,00
Área de olho de lombo (cm ²) ¹	39,4	40,2	40,5	42,5	42,6	6,64
Espessura de toucinho (mm)	13,5	13,0	13,5	13,2	13,8	10,9

¹Efeito Linear (P<0,05). ²Efeito Quadrático (P<0,01).

al. (2012) relataram que altos níveis de farelo de soja podem influenciar negativamente a ingestão voluntária de alimentos pelos leitões.

O CLdD aumentou (P<0,05) de forma linear a medida que se elevou o seu nível na dieta conforme a equação: $\hat{Y} = - 0,747 + 2,028 \text{ Ld}$ ($r^2=0,98$), o que está de acordo com outros estudos (FONTES et al., 2000; ABREU et al., 2007; ZANGERONIMO et al., 2009). O aumento da ingestão de lisina diário justifica-se em razão da concentração deste na dieta uma vez que não se verificou variação significativa no consumo voluntário de ração dos animais.

O GPD das leitoas foi influenciado (P<0,05) pelo nível de Ld, tendo aumentado de forma linear conforme a equação: $\hat{Y} = 791,546 + 16,703 \text{ Ld}$ ($r^2=0,88$). Apesar dessa variação, constatou-se que não houve aumento no valor absoluto do GPD a partir do nível de 12g de Ld, correspondente a um CLdD de 23,6g, indicando ser este o nível para melhor resposta de ganho de peso. Os níveis de Ld influenciaram (P<0,01) a CA que melhorou de forma

quadrática até o nível estimado de $11,9\text{g kg}^{-1}$ de Ld, correspondente ao consumo de $23,4\text{g dia}^{-1}$ de Ld (Figura 1).

Resultados positivos dos níveis de Ld dietéticos no GPD e na CA de leitoas também foram relatados por MAIN et al. (2008) que obtiveram as melhores resposta de desempenho no nível $10,2\text{g kg}^{-1}$ de Ld correspondente ao CLdD de $19,8\text{g dia}^{-1}$. Por sua vez, FONTES et al. (2000) e ABREU et al. (2007) observaram melhora da CA até o nível de, respectivamente, 13 e 11g kg^{-1} de Ld correspondendo ao consumo de $22,1$ e $21,9\text{g dia}^{-1}$ de Ld, entretanto sem alteração significativa no GPD dos animais. A melhora verificada na CA dos animais, no presente estudo, seria um indicativo que pode ter ocorrido alteração na composição do ganho de peso dos animais com aumento proporcional na deposição de proteína.

Apesar da similaridade de resultados entre os trabalhos, constatou-se que a exigência de Ld em g dia^{-1} das leitoas para expressarem a melhor resposta de CA e GPD, neste estudo, ficou acima das obtidas pelos demais autores. Essa diferença de resposta de desempenho dos animais em razão da variação do nível de Ld da dieta pode estar relacionada, entre outros fatores, ao potencial genético dos animais quanto à capacidade de deposição de carne na carcaça. Segundo FRIESEN et al. (1994) suínos selecionados para maior deposição protéica apresentam maior capacidade de crescimento e eficiência alimentar, o que resulta em maior exigência de lisina.

Além do genótipo, outros fatores como padrão sanitário e ambiente térmico podem contribuir para alterar a exigência de lisina dos suínos. Enquanto no estudo conduzido por WILLIAMS et al. (1997) ficou evidenciado que a ativação permanente ou temporária do sistema imunológico dos suínos interfere na sua exigência nutricional de lisina, no de KERR et al. (2003) foi constatado que a ativação do sistema termorregulatório de suínos pode influenciar a exigência em aminoácidos.

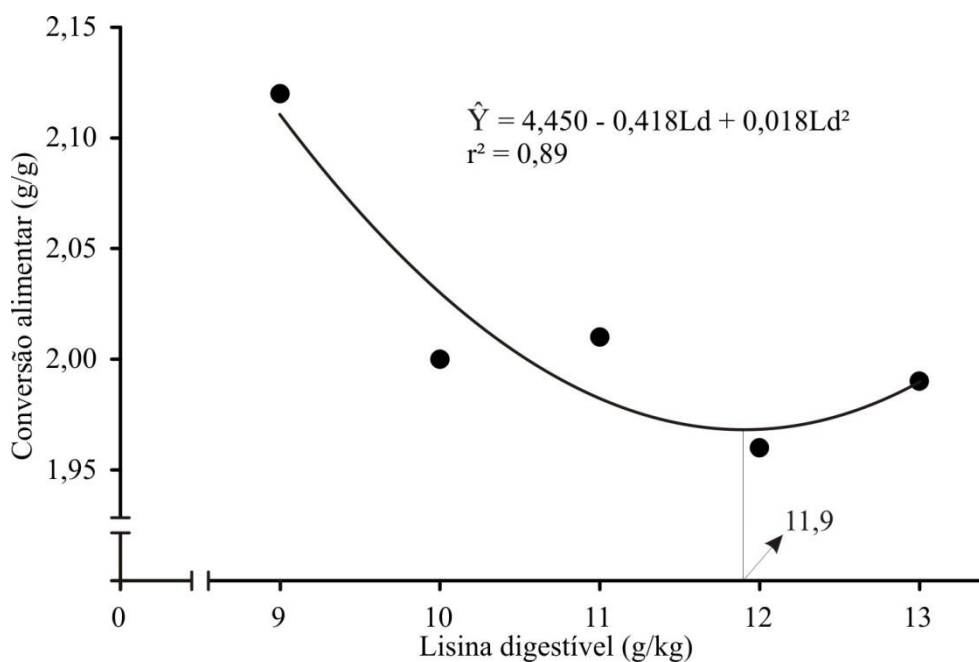


Figura 1. Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a conversão alimentar de leitoas em fase de crescimento

O nível de $12,0\text{g kg}^{-1}$ de Ld na dieta, correspondente, ao consumo de $23,6\text{g dia}^{-1}$ de Ld, que proporcionou melhor resposta de desempenho (GPD e CA) das leitoas neste estudo, ficou acima da recomendação de $20,0\text{g dia}^{-1}$ preconizada por ROSTAGNO et al. (2011), o que pode ser um indicativo de que o nível atualmente recomendado pode não atender as exigências para maximizar o desempenho das leitoas na fase de crescimento.

Não houve diferença ($P>0,05$) na AOL ($17,3\pm 0,57\text{ cm}^2$) e na ET ($8,7\pm 0,37\text{ mm}$) dos animais entre os tratamentos no início do período experimental.

A AOL aumentou ($P<0,05$) de forma linear a medida que se elevou a concentração de Ld da dieta. Contudo, como praticamente não ocorreu variação da AOL dos animais entre os dois maiores níveis de Ld avaliados, o modelo “Linear Response Plateau” foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em $12,5\text{g kg}^{-1}$ o nível de Ld a partir do qual ocorreu platô (Figura 2). Neste nível, o consumo Ld estimado correspondeu a $24,6\text{g dia}^{-1}$.

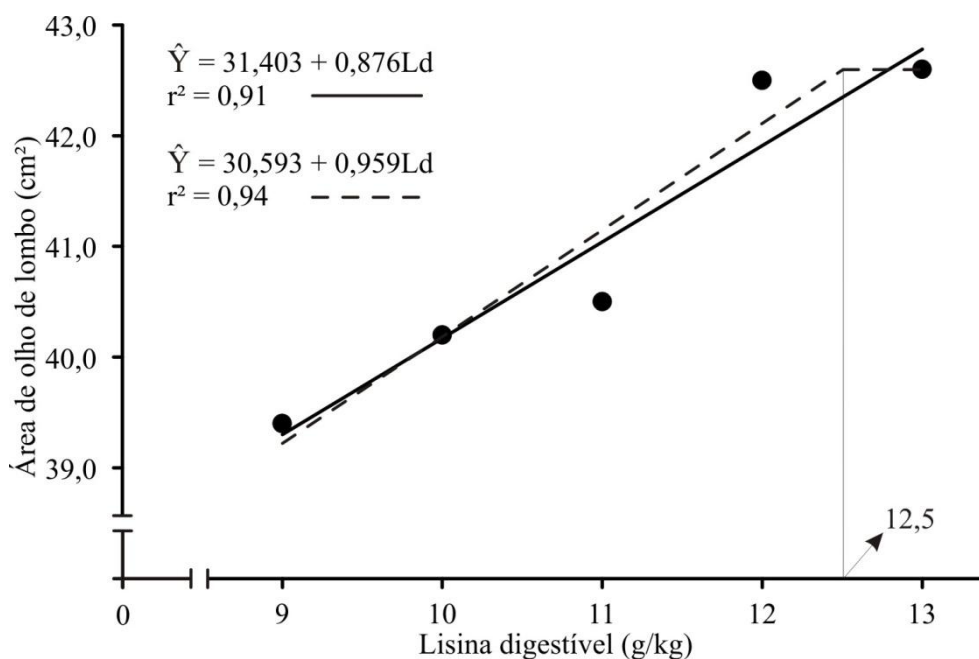


Figura 2. Efeito dos níveis de lisina digestível sobre a área de olho de lombo de leitoas em fase de crescimento.

De forma similar, BIKKER et al. (1994) e DE LA LLATA et al. (2007), trabalhando com leitoas, constataram melhora significativa da profundidade de lombo e deposição de proteína na carcaça com o aumento de Ld nas dietas. No entanto, MAIN et al. (2008) não verificaram efeito dos níveis de Ld da dieta na AOL de leitoas na fase de crescimento. A inconsistência de resultados observada entre os trabalhos revela a diferença na no padrão genético dos animais utilizados nos estudos quanto ao potencial de deposição de carne na carcaça, o que justifica as variações de exigência de Ld dos suínos nos diferentes genótipos.

No presente estudo, o nível de Ld que proporcionou melhor resultado de desempenho ($12,0\text{g kg}^{-1}$) está abaixo do obtido para maior deposição de carne ($12,5\text{g kg}^{-1}$). Em trabalho conduzido para determinar a exigência de Ld de leitoas em fase de crescimento BIKKER et al. (1994) e DE LA LLATA et al. (2007) também observaram maior exigência de Ld para

deposição de proteína na carcaça quando comparado a eficiência de utilização do alimento para GPD.

Não houve efeito ($P>0,05$) dos níveis de Ld na dieta sobre a ET. Segundo CISNEROS et al. (1996), a mensuração da AOL e da ET com o ultrassom fornece medidas acuradas da quantidade de músculo e gordura na carcaça. Sendo assim, a não alteração da ET das leitoas associada ao aumento linear da AOL em resposta aos níveis de Ld da dieta pode ser indicativo de melhora na relação proteína/gordura na carcaça.

Tem sido relatado que as deposições de proteína e de gordura são inversamente relacionadas (FÁVERO & BELLAVÉR, 2001). No entanto, isto não se confirmou nesse estudo, uma vez que o aumento observado na AOL não resultou em redução da ET. Estes resultados corroboram os de ABREU et al. (2007) e ZANGERONIMO et al. (2009) que também obtiveram resposta nas variáveis ligadas a deposição protéica sem a correspondente variação na deposição de gordura. O padrão de resposta verificado para a AOL e ET, no presente estudo, está consistente com a melhora ocorrida na CA, confirmando a modificação na composição do ganho de peso dos animais, com melhora na relação carne:gordura na carcaça.

CONCLUSÃO

Os níveis de 12,0 e 12,5g kg^{-1} de lisina digestível na dieta, correspondentes, respectivamente, ao consumo de 23,6 e 24,6g dia^{-1} de lisina digestível, proporcionam, os melhores resultados de desempenho e área de olho de lombo, para leitoas em fase de crescimento (63 aos 103 dias de idade).

REFERÊNCIAS

ABREU, M.L.T. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito da proteína ideal, para suínos machos castrados de alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 30 a 60kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.62–67, 2007.

BELLAVER, C.; VIOLA, E.S. Qualidade de carcaça, nutrição e manejo nutricional. In: VIII CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.152-158.

BIKKER, P.M.W. et. al. Digestible lysine requirement of gilts with high genetic potential for lean gain, in relation to the level of energy intake. **Journal of Animal Science**, v.72, p.1744-1753, 1994.

CISNEROS, F. et al. Comparison of transverse and longitudinal real-time ultrasound scans for prediction of lean cut yields and fat-free lean content in live pigs. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2566-2576, 1996.

DE LA LLATA, M. et al. Effects of increasing lysine to calorie ratio and added fat for growing-finishing pigs reared in a commercial environment: I. Growth performance and carcass characteristics. **Professional Animal Scientist**, v.23, p.417-428, 2007.

FÁVERO, J.A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, 2001. p.2-25.

FONTES, D.O. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra, dos 30 aos 60kg, mantendo constante a relação entre lisina e metionina+cistina, treonina, triptofano, isoleucina e valina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.776-783, 2000.

FRIESEN, K.G. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.72, p.946-954, 1994a.

HEO, J.M. et al. Gastrointestinal health and function in weaned pigs: a review of feeding strategies to control post-weaning diarrhoea without using in-feed antimicrobial compounds.

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Disponível em:

<<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1439-0396.2012.01284.x/pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2012.

KERR, B.J. 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, p.1998-2007, 2003.

MAHAN, D.C.; SHIELDS, R.G. Jr. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight, and comparison to other studies **Journal of Animal Science**, v.76, p.513-521, 1998.

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.

MANNO, M.C. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.471-477, 2006.

QUINIQUIN N. et al. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behavior-comparison with barrows and gilts. In: Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 61, 2010, Heraklion. **Proceeding...**Heraklion, Crete Island, Greece. 2010.

ROBBINS, K.R. et al. Estimation of nutrient requirements using broken-line regression analysis. **Journal of Animal Science**, v.84, p.155-165, 2006.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.

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.

WILLIAMS, N.H. et al. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27kg. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2463-2471, 1997.

ZANGERONIMO, M.G. et al. Performance and carcass characteristics of swine from 20 to 50kg receiving diets with reduced crude protein and different levels of true digestible lysine. **Ciência Rural**, v.39, p. 1507-1513, 2009.

CAPÍTULO II

Planos nutricionais de lisina digestível para leitoas em fase de crescimento e terminação **Nutritional plans of digestible lysine for growing-finishing gilts**

RESUMO

Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar planos nutricionais de lisina digestível (Ld) para leitoas em fase de crescimento e terminação. Oitenta leitoas ($24,2 \pm 1,52\text{kg}$) foram distribuídas em um experimento de blocos ao acaso para avaliar cinco planos nutricionais de Ld (9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; 12-11-10; 13-12-11g/kg, respectivamente, nas fases dos 63 aos 103, dos 104 aos 133 e dos 134 aos 153 dias de idade), com oito repetições. As leitoas foram alojadas em pares e alimentadas à vontade durante todo o período experimental (90 dias). Para o acompanhamento do desenvolvimento animal, aos 133 dias, as leitoas foram pesadas e submetidas a análise de ultrassom para avaliação da profundidade e da área de olho de lombo bem como da espessura de toucinho. Ao final do período experimental (153 dias) os animais foram pesados e após o abate, as carcaças foram avaliadas individualmente com auxílio de pistola tipificadora para avaliação da porcentagem e da quantidade de carne na carcaça, profundidade de lombo e espessura de toucinho. Não houve efeito ($P>0,05$) dos planos nutricionais aos 133 dias no consumo de ração diário (CRD), no ganho de peso diário (GPD), na conversão alimentar (CA), na área de olho de lombo e na espessura de toucinho, contudo foi constatada maior ($P<0,10$) profundidade de lombo nas leitoas que receberam os planos com maiores níveis de Ld (12-11; 13-12 g/kg) em comparação ao plano com o menor nível (8-7 g/kg). No período total (63 aos 153 dias) não foi verificado influência ($P>0,05$) dos planos nutricionais sobre o consumo diário de ração, variáveis de desempenho e características de carcaça. O plano nutricional de lisina digestível de 9-8-7g/kg fornecido, respectivamente, dos 63 aos 103, 104 aos 133 e 134 aos 153 dias, atende as exigências de lisina digestível de leitoas dos 63 aos 153 dias.

Palavras-chave: aminoácidos, carcaça, desempenho, fases, suínos.

ABSTRACT

This experiment was conducted to evaluate nutritional plans for growing-finishing gilts. Eighty gilts with 63 days of age and initial weight of 24.2 ± 1.52 kg were distributed in randomized complete blocks design, with five nutritional plans of digestible lysine (9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; 12-11-10; 13-12-11g/kg, from 63 to 103, 104 to 133 and 134 to 153 days of age, respectively) and eight replicates. Pigs were housed in pair and fed their respective diets ad libitum throughout the experimental period (90 days). To follow the animal development along the experiment at 133 days, gilts were weighed and subjected to analysis of ultrasound for evaluation of depth and loin eye area as well as backfat thickness. At the end of the experimental period (153 days) the animals were weighed and after slaughter, carcasses were evaluated individually using a typifying pistol to evaluate the percentage and the content of carcass meat, loin depth and backfat thickness. From 63 to 133 days, there was no effect ($P>0.05$) of the nutritional plans on daily feed intake, performance, loin eye area and backfat thickness, however the loin depth was greater ($P<0.10$) on the gilts that received plans with higher levels of DLys (12-11, 13-12g/kg) compared to the plan with the lowest level (8-7g/kg). For the whole period (63 to 153 days), it was not observed influence ($P>0.05$) of the nutritional plans on the daily feed intake, performance variables and carcass characteristics. It was concluded that the nutritional plan containing 9-8-7g/kg of digestible lysine fed from 63 to 103, 104 to 133 and 134 to 153 days, respectively, meet the requirements for performance and carcass characteristics of growing-finishing gilts.

Keywords: amino acid, carcass, performance, phases, swine.

INTRODUÇÃO

A deposição de proteína representa o balanço positivo entre os processos concorrentes de síntese e degradação de um tecido específico ou em todo o corpo (Metayer et al., 2008). Em um esforço para maximizar a deposição de proteína e otimizar a utilização de nutrientes em suínos, existe a necessidade de determinar a exigência de aminoácido para deposição proteica em cada fase de crescimento. A lisina tem sido o aminoácido de maior interesse por sua constância na proteína corporal e sua destinação metabólica preferencial para a deposição de tecido muscular (Kessler, 1998). As exigências de lisina para suínos em crescimento têm sido estudadas extensivamente (Rostagno et al., 2005, 2011) porém a maioria desses estudos foi feito por fases independentes.

No entanto, tem sido constatada a importância de trabalhar com planos nutricionais interdependentes nas fases de crescimento e terminação por estes se mostrarem mais eficientes na determinação das exigências nutricionais dos suínos (Kill et al., 2003; Souza, 2009). A vantagem dos planos nutricionais em relação às fases independentes estaria ligada principalmente à influência metabólica que o nível de um determinado nutriente nas fases iniciais de crescimento pode exercer em sua exigência nas fases posteriores (Main et al., 2008).

A classe sexual, dentre outros fatores, também pode influenciar a exigência de lisina dos suínos (Grandhi e Nyachoti, 2002). A exigência de lisina, de leitoas, para maximizar a eficiência de ganho, é inferior à de machos inteiros e superior à de machos castrados o que estaria associada à sua posição intermediária às outras duas categorias no que se refere à taxa de deposição de proteína na carcaça (Quiniou et al., 2010). Desta forma, as classes sexuais podem responder de forma diferenciada aos planos nutricionais constituídos por níveis de lisina (O'Connel et al., 2005).

Nas fases de crescimento e terminação qualquer redução econômica de ordem alimentar apresenta um impacto importante na cadeia, pois 70% do rebanho de uma unidade produtiva de suínos estão nessa fase (Scramim e Batalha, 2004). Desse modo, o conhecimento e/ou a atualização das exigências de lisina para suínos é fundamental para a otimização do sistema de produção.

Considerando a diferença na exigência de Ld de leitoas frente a outras classes sexuais e nas diferentes fases de crescimento, realizou-se este estudo para avaliar planos nutricionais com diferentes níveis de Ld para leitoas dos 63 aos 153 dias.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, de propriedade da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Oratórios – MG. Foram utilizadas 80 leitoas, híbridas comerciais (AGPIC 425 x Camborough 25), provenientes de uma única granja produtora de leitões, com 63 dias de idade e peso inicial de $24,2 \pm 1,52$ kg.

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso, composto de cinco planos nutricionais de Ld (9-8-7; 10-9-8; 11-10-9; 12-11-10; 13-12-11g/kg, respectivamente, nas fases dos 63 aos 103, dos 104 aos 133 e dos 134 aos 153 dias de idade), com oito repetições e dois animais por baia, que foi considerada a unidade experimental. Na formação dos blocos levou-se em consideração a localização dos animais no galpão.

As dietas experimentais para as fases dos 63 aos 103 dias (Tab. 1), 104 aos 133 dias (Tab. 2) e 134 aos 153 dias (Tab. 3) foram formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais, vitaminas e aminoácidos para atender às exigências nutricionais de leitoas de alto potencial genético com desempenho superior, exceto para a Ld, de acordo

com Rostagno et al. (2005). Os diferentes níveis de Ld das dietas experimentais foram obtidos a partir da inclusão de L-Lisina HCl 78%, em substituição ao amido. As relações mínimas aminoacídicas entre a lisina e os demais aminoácidos essenciais foram atendidas de acordo com o padrão de proteína ideal proposto por Rostagno et al. (2005).

Os animais foram alojados em galpão de alvenaria com piso de concreto, coberto com telhas de amianto. As baias continham comedouros semi-automático, bebedouros tipo chupeta e dispunham de área de 1,87m²/animal.

As condições ambientais no interior do galpão experimental foram monitoradas e registradas três vezes ao dia (7, 12 e 17h) por meio de termômetro de globo negro e, a cada hora por meio de uma estação meteorológica (*data logger*®, modelo 3030.15, 433 MHz, TFA, Alemanha) que foram mantidos em uma baía vazia no centro do galpão à meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981), para a caracterização do ambiente.

As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo (90 dias) período experimental. As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados periodicamente e os animais pesados individualmente aos 63, 133 e aos 153 dias para determinação do CRD, do consumo de Ld diário (CLdD), do GPD, da CA e do peso final.

Também foram feitas aos 63 e aos 133 dias, após a pesagem dos animais, a avaliação da profundidade de lombo, da área de olho de lombo e da espessura de toucinho por meio de aparelho de ultra-som (*Aloka SSD 500*). As imagens foram coletadas entre a décima e a décima primeira costela, por técnico devidamente treinado, conforme preconizado pelo National Swine Improvement Federation Guidelines. Posteriormente, a partir das imagens obtidas, a profundidade de lombo, a área de olho de lombo e a espessura de toucinho foram calculadas utilizando-se o programa computacional Biosoft toolbox for Swine (Biotronics Inc.).

Tabela 1 – Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para leitões dos 63 aos 103 dias

Ingredientes	Lisina digestível, g/kg				
	9	10	11	12	13
Milho grão moído	63,989	63,989	63,989	63,989	63,989
Farelo de soja 45%	30,745	30,745	30,745	30,745	30,745
Óleo de soja	1,425	1,425	1,425	1,425	1,425
Fosfato bicálcico	1,207	1,207	1,207	1,207	1,207
Amido	1,063	0,889	0,631	0,350	0,000
Calcário calcítico	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Sal comum	0,405	0,405	0,405	0,405	0,405
Premix vitamínico/mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl 78%	0,000	0,129	0,258	0,387	0,516
DL-Metionina 99%	0,000	0,039	0,099	0,160	0,221
L-Treonina 98%	0,000	0,006	0,075	0,144	0,212
L-Triptofano 98%	0,000	0,000	0,000	0,008	0,027
L-Valina 96,5%	0,000	0,000	0,000	0,014	0,087
Sulfato de colistina 8%	0,125	0,125	0,125	0,125	0,125
Butilhidroxitolueno	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição nutricional calculada ²					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	19,24	19,24	19,24	19,24	19,24
Lisina digestível (%)	0,900	1,000	1,100	1,200	1,300
Met. + Cis. digestível (%)	0,562	0,600	0,660	0,720	0,780
Treonina digestível (%)	0,644	0,650	0,715	0,780	0,845
Triptofano digestível (%)	0,208	0,208	0,208	0,216	0,234
Valina digestível (%)	0,815	0,815	0,815	0,828	0,897
Isoleucina digestível (%)	0,739	0,739	0,739	0,739	0,739
Cálcio (%)	0,631	0,631	0,631	0,631	0,631
Fósforo disponível (%)	0,330	0,330	0,330	0,330	0,330
Sódio (%)	0,180	0,180	0,180	0,180	0,180

¹ Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de Vitamina A; 300.000 UI de Vitamina D3; 5.000 UI de Vitamina E; 625 mg de Vitamina K3; 5.000 mcg de Vitamina B12; 1.000 mg de Vitamina B2; 12,5 mg de Biotina; 2.500 mg de Ácido pantotênico; 6.250 mg de Niacina; 500 mg de Butilhidroxitolueno; 250 mg de Vitamina B1; 500 mg de Vitamina B6; 150 mg de Ácido fólico; 60 g de Colina; 12,5 g de Vitamina C; 125 mg de Cobalto; 125 mg de Selênio; 17,5 g de Ferro; 5.000 mg de Cobre; 10 g de Manganês; 20 g de Zinco; 200 mg de Iodo e Veículo q.s.p. 1000 g.

²Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005).

Tabela 2 – Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para leitões dos 104 aos 133 dias

Ingredientes	Lisina digestível, g/kg				
	8	9	10	11	12
Milho grão moído	68,994	68,994	68,994	68,994	68,994
Farelo de soja 45%	26,416	26,416	26,416	26,416	26,416
Óleo de soja	1,034	1,034	1,034	1,034	1,034
Fosfato bicálcico	0,968	0,968	0,968	0,968	0,968
Amido	1,100	0,927	0,662	0,371	0,017
Calcário calcítico	0,598	0,598	0,598	0,598	0,598
Sal comum	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Premix vitamínico/mineral ¹	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
L-Lisina HCl 78%	0,000	0,129	0,258	0,387	0,516
DL-Metionina 99%	0,000	0,030	0,093	0,156	0,217
L-Treonina 98%	0,000	0,014	0,084	0,155	0,226
L-Triptofano 98%	0,000	0,000	0,003	0,022	0,042
L-Valina 96,5%	0,000	0,000	0,000	0,009	0,082
Sulfato de colistina 8%	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Butilhidroxitolueno	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição nutricional calculada ²					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	17,69	17,69	17,69	17,69	17,69
Lisina digestível (%)	0,800	0,900	1,000	1,100	1,200
Met. + Cis. digestível (%)	0,528	0,558	0,620	0,682	0,744
Treonina digestível (%)	0,590	0,603	0,670	0,737	0,804
Triptofano digestível (%)	0,187	0,187	0,190	0,209	0,228
Valina digestível (%)	0,750	0,750	0,750	0,759	0,828
Isoleucina digestível (%)	0,670	0,670	0,670	0,670	0,670
Cálcio (%)	0,551	0,551	0,551	0,551	0,551
Fósforo disponível (%)	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

¹ Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de Vitamina A; 300.000 UI de Vitamina D3; 5.000 UI de Vitamina E; 625 mg de Vitamina K3; 5.000 mcg de Vitamina B12; 1.000 mg de Vitamina B2; 12,5 mg de Biotina; 2.500 mg de Ácido pantotênico; 6.250 mg de Niacina; 500 mg de Butilhidroxitolueno; 250 mg de Vitamina B1; 500 mg de Vitamina B6; 150 mg de Ácido fólico; 60 g de Colina; 12,5 g de Vitamina C; 125 mg de Cobalto; 125 mg de Selênio; 17,5 g de Ferro; 5.000 mg de Cobre; 10 g de Manganês; 20 g de Zinco; 200 mg de Iodo e Veículo q.s.p. 1000 g.

²Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005).

Tabela 3 – Composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas experimentais para leitões dos 134 aos 153 dias

Ingredientes	Lisina digestível, %				
	7	8	9	10	11
Milho grão moído	73,647	73,647	73,647	73,647	73,647
Farelo de soja 45%	22,133	22,133	22,133	22,133	22,133
Óleo de soja	0,883	0,883	0,883	0,883	0,883
Fosfato bicálcico	0,990	0,990	0,990	0,990	0,990
Caulim	1,000	0,866	0,599	0,310	0,016
Calcário calcítico	0,607	0,607	0,607	0,607	0,607
Sal comum	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
Premix vitamínico/mineral ¹	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
L-Lisina HCl 78%	0,000	0,129	0,258	0,387	0,516
DL-Metionina 99%	0,000	0,003	0,066	0,129	0,192
L-Treonina 98%	0,000	0,002	0,072	0,143	0,213
L-Triptofano 98%	0,000	0,000	0,005	0,024	0,044
L-Valina 96,5%	0,000	0,000	0,000	0,007	0,014
L-Isoleucina 99%	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
Sulfato de colistina 8%	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Butilhidroxitolueno	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição nutricional calculada ²					
Energia metabolizável (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Proteína bruta (%)	16,11	16,11	16,11	16,11	16,11
Lisina digestível (%)	0,700	0,800	0,900	1,000	1,100
Met. + Cis. digestível (%)	0,493	0,496	0,558	0,620	0,682
Treonina digestível (%)	0,535	0,536	0,603	0,670	0,737
Triptofano digestível (%)	0,166	0,166	0,171	0,190	0,209
Valina digestível (%)	0,683	0,683	0,683	0,690	0,759
Isoleucina digestível (%)	0,600	0,600	0,600	0,600	0,605
Cálcio (%)	0,551	0,551	0,551	0,551	0,551
Fósforo disponível (%)	0,282	0,282	0,282	0,282	0,282
Sódio (%)	0,170	0,170	0,170	0,170	0,170

¹ Contendo no mínimo por quilograma: 2.000.000 UI de Vitamina A; 300.000 UI de Vitamina D3; 5.000 UI de Vitamina E; 625 mg de Vitamina K3; 5.000 mcg de Vitamina B12; 1.000 mg de Vitamina B2; 12,5 mg de Biotina; 2.500 mg de Ácido pantotênico; 6.250 mg de Niacina; 500 mg de Butilhidroxitolueno; 250 mg de Vitamina B1; 500 mg de Vitamina B6; 150 mg de Ácido fólico; 60 g de Colina; 12,5 g de Vitamina C; 125 mg de Cobalto; 125 mg de Selênio; 17,5 g de Ferro; 5.000 mg de Cobre; 10 g de Manganês; 20 g de Zinco; 200 mg de Iodo e Veículo q.s.p. 1000 g.

²Composição nutricional calculada com base nas Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos (Rostagno et al. 2005).

Ao final do período experimental todos os animais permaneceram em jejum alimentar por 15 horas, sendo posteriormente pesados, embarcados em caminhão e transportados para o frigorífico Vale do Piranga localizado no município de Ponte Nova, MG. No frigorífico, os suínos foram alojados em baias coletivas de espera com acesso a vontade à água. Por ocasião do abate, os suínos foram insensibilizados pelo método elétrico (eletroanestesia) e, posteriormente, sangrados, escaldados e eviscerados.

Na linha de abate, as carcaças foram avaliadas individualmente com auxílio de pistola tipificadora Stork-SFK, utilizando o sistema informatizado “Fat-o-MeaterFom”. A pistola foi introduzida na altura da 3ª vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo *Longissimus dorsi*, conforme metodologia adotada pelo frigorífico. Foram obtidos os dados de porcentagem e da quantidade de carne na carcaça, profundidade de lombo e espessura de toucinho.

No período dos 63 aos 133 dias para acompanhar o desenvolvimento das leitoas foram avaliados: CRD, CLdD, GPD, CA, peso final, e por meio de ultrassom a área de olho de lombo, a profundidade de lombo e a espessura de toucinho. No período total (63 aos 153 dias) foram avaliados: CRD, CLdD, GPD, CA, peso final e por meio de pistola tipificadora a quantidade e porcentagem de carne na carcaça, a profundidade de lombo e a espessura de toucinho.

Os dados foram analisados por meio dos procedimentos GLM e NLIN do SAS (Statistical Analysis System Institute, Inc., Cary, NC, USA). As variáveis respostas foram analisadas por um modelo contendo os efeitos fixos de peso inicial (covariável), Ld e lado do galpão (duas localizações). Em caso de significância do efeito de Ld, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey. Anterior às análises finais, os resíduos Studentizados foram investigados para homocedasticidade, plotando os valores residuais contra os preditos, e normalidade verificada pelo teste de Shapiro-Wilks. Valores amostrais foram retirados para

cada variável resposta até o teste de Shapiro-Wilks não dar significativo ($P>0,05$) e resíduos Studentizados estarem entre mais ou menos dois desvios-padrões de zero. Efeitos foram considerados significativos ao nível de 5% de significância. Para os dados de desempenho a unidade experimental foi representada pela baía e para os dados de ultrassom pelo suíno.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período experimental dos 63 aos 153 dias, a temperatura do ar registrada no interior do galpão foi de $25,3 \pm 3,9^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de $89 \pm 13,2\%$ e a temperatura de globo negro foi de $26,5 \pm 3,6^{\circ}\text{C}$, correspondendo ao ITGU calculado de $75,5 \pm 4,2$. Constatou-se que a temperatura média do ar ($25,3^{\circ}\text{C}$) observada nesse estudo esteve acima da temperatura crítica máxima para essa categoria de $23,9^{\circ}\text{C}$ proposta por Coofey et al. (2000) e, que o valor de ITGU calculado (75,5) foi superior àquele de 66,7 verificado por Orlando et al. (2006), trabalhando com suínos dos 60 aos 100 kg, mantidos em ambiente de termoneutralidade. A partir desses dados, constatou-se que durante o período experimental os animais podem ter sido submetidos a períodos de estresse por calor.

Não houve diferença ($P>0,05$) na área de olho de lombo ($17,3 \pm 0,57\text{cm}^2$), na profundidade de lombo ($31,2 \pm 0,76\text{mm}$) e na espessura de toucinho ($8,7 \pm 0,75\text{mm}$) dos animais entre os tratamentos no início do período experimental.

Os planos nutricionais não influenciaram ($P>0,05$) o CRD dos animais nos períodos dos 63 aos 133 e dos 63 aos 153 dias (Tab. 4), o que está coerente com outros autores (Kill et al., 2003; Kiefer et al., 2011; Alebrante et al., 2012a) que avaliaram planos nutricionais baseados em níveis de lisina para suínos em fases de crescimento e terminação e não observaram efeito de planos nutricionais na ingestão voluntária de alimento.

Variações no consumo de ração em função do nível de lisina na dieta estão associadas, dentre outros fatores, ao nível de energia e desequilíbrio de aminoácidos na formulação das

Tabela 4. Desempenho de leitões no período dos 63 aos 133 e 63 aos 153 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de lisina digestível (Ld).

Variáveis	Níveis de lisina digestível, g/kg					CV (%)
	63 aos 133 dias					
	9-8	10-9	11-10	12-11	13-12	
Peso inicial, kg	24,2	24,2	24,2	24,2	24,3	2,58
Peso final, kg	93,2	92,8	92,4	93,2	92,8	3,75
Consumo de ração, g/d	2213	2171	2158	2199	2188	5,66
Consumo de Ld, g/d	19,0 ^e	20,9 ^d	22,9 ^c	25,6 ^b	27,6 ^a	5,61
Ganho de peso, g/d	985	978	972	985	980	5,02
Conversão alimentar	2,25	2,22	2,22	2,23	2,24	4,17
	63 aos 153 dias					
	9-8-7	10-9-8	11-10-9	12-11-10	13-12-11	
Peso final, kg	112,7	113,1	112,0	113,4	110,8	3,71
Consumo de ração, g/d	2289	2266	2242	2299	2294	5,25
Consumo de Ld ¹ , g/d	18,6 ^e	20,9 ^d	22,8 ^c	25,8 ^b	28,2 ^a	6,01
Ganho de peso, g/d	984	988	974	991	963	5,33
Conversão alimentar	2,33	2,29	2,31	2,32	2,34	4,20

¹Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

dietas (Edmonds e Baker, 1987; De La Llata et al., 2007). No presente estudo, as dietas foram formuladas para conter o mesmo teor de energia e apesar da variação no nível de Ld, aminoácidos industriais foram adicionados, quando necessário, em substituição ao amido mantendo-se a relação proposta no conceito de proteína ideal (Rostagno et al., 2005).

Houve efeito dos planos de nutrição (P<0,05) no CLdD nos períodos avaliados. Como não houve variação significativa no consumo de ração dos suínos concluiu-se que o aumento da ingestão diária de Ld ocorreu em razão direta da sua concentração na ração.

Não se observou efeito (P>0,05) dos planos nutricionais no GPD das leitões no período dos 63 aos 133 e dos 63 aos 153 dias. Como na primeira fase (63 aos 103 dias) houve efeito linear crescente dos níveis de lisina (9, 10, 11, 12 e 13 g/kg) para esta variável (Capítulo I), o

fato de não ter sido constatada influência significativa dos planos nutricionais no GPD nas fases subsequentes, seria um indicativo que as leitoas que receberam dietas com os níveis mais baixos de Ld apresentaram maior ganho na fase dos 104 aos 133 dias.

Resultados similares foram obtidos por Souza (2009) que avaliando planos nutricionais constituídos por níveis de Ld (8,5-7,5-6,5 até 11,5-10,5-9,5g/kg) para leitoas dos 60 aos 165 dias não relatou efeito dos tratamentos no GPD ao final do período experimental. No entanto, no período dos 60 aos 130 dias o plano com os maiores níveis de Ld (11,5-10,5g/kg) propiciou melhor ganho de peso aos animais quando comparado ao plano com os menores níveis de Ld (8,5-7,5g/kg). Por sua vez, Alebrante et al. (2012a,b) também não verificaram efeito dos planos nutricionais (9-8-7 até 13-12-11g/kg) com os maiores níveis de Ld no crescimento dos suínos ao final do período experimental (54 ao 155 dias) contudo observaram efeito linear crescente dos níveis de Ld da dieta no GPD na primeira fase estudada (54 aos 100 dias).

Estes resultados evidenciam que suínos recebendo planos nutricionais com menores níveis de Ld são capazes de compensar o menor ganho de peso nas fases iniciais quando avaliados em períodos mais longos.

A CA dos animais não foi influenciada ($P>0,05$) pelos planos nutricionais de Ld nos períodos avaliados. No entanto, na primeira fase estudada houve melhora significativa desta variável em função do aumento dos níveis de Ld na dieta (Capítulo I). Este comportamento de melhora da CA nas fases intermediárias em função dos planos nutricionais sem alteração desta variável ao final do período experimental também foi verificado por Souza (2009) e Alebrante et al. (2012a,b). Em contrapartida, Kiefer et al. (2011) relataram que os suínos machos imunocastrados alimentados com o plano nutricional baseado na sequência de 11-10-9g/kg de Ld apresentaram melhor eficiência alimentar em relação aos dos demais planos estudados (9-8-7, 10-9-8 e 12-11-10g/kg).

A divergência de resultados observada para a CA pode estar relacionada, entre outros fatores, à diferenças no potencial genético dos animais utilizados bem como ao ambiente térmico. Foi constatado no presente estudo que os animais foram submetidos a períodos de altas temperaturas ambientais ($25,3 \pm 3,9^{\circ}\text{C}$), segundo KERR et al. (2003) a ativação do sistema termorregulatório de suínos pode influenciar a exigência em aminoácidos. Quanto ao potencial genético Friesen et al. (1994) demonstraram que a resposta de desempenho animal aos níveis de lisina pode variar conforme o genótipo.

A similaridade constatada neste estudo para CA, aos 133 e 153 dias, independentemente dos tratamentos fornecidos estaria associada à possível maior eficiência de utilização do alimento para ganho de peso na fase dos 104 aos 133 dias, das leitoas que receberam os planos nutricionais com as menores sequências de Ld. Nesse contexto, a melhor CA pode estar indicando uma alteração na composição do ganho com maior deposição de proteína e redução na deposição de gordura na carcaça.

O fato de o desempenho (GPD e CA) dos animais não ter variado entre os planos nutricionais avaliados, apesar dos resultados na fase dos 63 aos 103 dias terem revelado melhora do desempenho com aumento do nível de Ld na dieta, não caracterizou o ganho compensatório uma vez que não houve restrição qualitativa ou quantitativa de nutrientes entre as fases estudadas. De acordo com O'Connell et al. (2005), o ganho compensatório ocorre após uma restrição na dieta dos suínos com subsequente aumento do fornecimento do nutriente anteriormente restrito. No presente estudo, os planos de nutrição foram decrescentes e a dieta foi fornecida *ad libitum* sem observação de variação do consumo de ração em função dos planos nutricionais.

Na fase dos 63 aos 133 e dos 63 aos 153 dias não houve efeito ($P>0,05$) dos planos nutricionais nas características de carcaça (Tab. 5), porém aos 133 dias houve foi constado maior ($P<0,10$) profundidade de lombo das leitoas que receberam os planos com maiores

Tabela 5. Características de carcaça de leitoas no período dos 63 aos 133 e 63 aos 153 dias em função dos diferentes planos nutricionais constituídos de níveis de lisina digestível.

Variáveis	Níveis de lisina digestível, g/kg					CV (%)
	63 aos 133 dias ¹					
	9-8	10-9	11-10	12-11	13-12	
Área de olho de lombo, cm ²	59,3	60,5	57,4	61,8	62,0	8,80
Profundidade de lombo ³ , mm	60,4 ^b	62,5 ^{ab}	60,8 ^{ab}	64,0 ^a	64,1 ^a	6,89
Espessura de toucinho, mm	16,7	16,7	17,8	18,0	17,8	19,5
	63 aos 153 dias ²					
	9-8-7	10-9-8	11-10-9	12-11-10	13-12-11	
Carne na carcaça, kg	45,7	47,0	45,7	45,8	44,5	8,44
Carne na carcaça, %	57,6	57,7	57,2	58,0	56,7	3,17
Profundidade de lombo, mm	61,7	63,4	61,1	63,1	63,2	12,0
Espessura de toucinho, mm	12,8	13,1	13,3	13,3	14,6	18,9

¹ Mensurações feitas por meio de aparelho de ultra-som.

² Mensurações feitas por meio de pistola tipificadora.

³ Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem pelo teste de Tukey (P<0,10).

níveis de Ld (12-11; 13-12g/kg) em comparação com as que receberam os com os menores níveis (8-7g/kg). De forma similar, Souza (2009) e Alebrante et al. (2012a) não encontraram efeito significativo dos planos nutricionais nas características de carcaça ao final do período experimental. Por sua vez, Kiefer et al. (2011) relataram que os suínos alimentados com o plano nutricional baseado na sequência de 11-10-9g/kg de Ld apresentaram redução na espessura de toucinho e aumento na quantidade de carne na carcaça se comparados aos demais planos estudados.

A ausência de resposta observada para as características de carcaça, ao final do período experimental, em função dos planos nutricionais de Ld está coerente com as respostas de desempenho, em que não se verificou efeitos dos planos no GPD e CA dos animais.

Com base nos resultados de desempenho e características de carcaça ficou evidenciado que os níveis iniciais de Ld na dieta de suínos podem influenciar o metabolismo proteico tornando os animais do plano nutricional constituído pelas menores concentrações de Ld mais eficiente na deposição de proteína nas fases subsequentes. Fundamentando essa hipótese, Main et al. (2008) relataram que suínos alimentados com dietas contendo nível de Ld abaixo da exigência na fase de crescimento são mais eficientes em usar a lisina para ganho de peso nas fase de terminação quando comparados aos animais alimentados com níveis adequados de Ld na fase de crescimento. Neste mesmo sentido, Magowan et al. (2011) demonstraram que somente os suínos que receberam maior aporte nutricional na fase de creche foram eficientes em utilizar a dieta de maior densidade nutricional nas fases subsequentes.

Com os dados obtidos pode-se deduzir que na fase em que ocorre maior taxa de deposição de carne na carcaça, dos 30 aos 70kg (NRC, 1998), os animais respondem aos maiores níveis de Ld na dieta. No entanto, ao trabalhar com períodos mais longos constatou-se que as leitoas que foram alimentadas com o plano nutricional constituído pelas menores sequências de Ld (9-8-7g/kg) foram capazes de se recuperar do pior desempenho na fase inicial (63 aos 103 dias), apresentando GPD, CA e características de carcaça similares aos dos animais dos outros tratamentos.

Os resultados obtidos permitem inferir que o plano nutricional constituído pela sequência 9-8-7g/kg de Ld fornecido respectivamente, dos 63 aos 103, 104 aos 133 e 134 aos 153 dias atendeu as exigências de Ld de leitoas em fase de crescimento e terminação. Estes resultados são próximos aos níveis de 8,7-7,7-6,4g/kg de Ld na dieta de fêmeas em fase de crescimento e terminação recomendado pelo NRC (2012), no entanto estão abaixo da recomendação de 9,9-9,3-8,9g/kg preconizada por Rostagno et al. (2011).

CONCLUSÃO

O plano nutricional de lisina digestível de 9-8-7g/kg fornecido, respectivamente, dos 63 aos 103, 104 aos 133 e 134 aos 153 dias, atende as exigências de lisina digestível para melhores resultados de desempenho e características de carcaça de leitoas em fase de crescimento e terminação.

REFERÊNCIAS

ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. *Anais...Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012a. (CD-ROM).*

ALEBRANTE, L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Lisina digestível para suínos machos não castrados em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 49., 2012, Brasília. *Anais... Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2012b. (CD-ROM).*

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

COFFEY, R.D.; PARKER, G.R.; LAURENT, K.M. Feeding growing-finishing pigs to maximize lean grow rate. University of Kentucky. College of Agriculture, 2000.

DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of increasing lysine to calorie ratio and dietary fat addition in growing-finishing pigs reared in a commercial environment: I. Growth performance and carcass characteristics. *The Professional Animal Scientist*, v.23, p.417-428, 2007.

EDMONDS, M.S.; BAKER, D.H. Amino acid excesses for young pigs: effects of methionine, tryptophan, threonine or leucine. *Journal of Animal Science*, v.64, p.1664-1671, 1987.

FRIESEN, K.G.; NELSEN, J.L.; UNRUH, J.A. et al. Effects of the interrelationship between genotype, sex, and dietary lysine on growth performance and carcass composition in finishing pigs fed to either 104 or 127 kilograms. *Journal of Animal Science*, v.72, p.946-954, 1994.

GRANDHI, R.R.; NYACHOTI, C.M. Effect of true ileal digestible dietary methionine to lysine ratios on growth performance and carcass merit of boars, gilts and barrows selected for low backfat. *Canadian Journal of Animal Science*, v.82, p.399-407, 2002.

KERR, B.J. 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, p.1998-2007, 2003.

KESSLER, A.M. Exigências nutricionais para máximo rendimento de carne em suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE RENDIMENTO E QUALIDADE DA CARNE SUÍNA, 1998, Concórdia. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1998, p.18-25.

KIEFER, C.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos IM em crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.40, p.1955-1960, 2011.

KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Planos de nutrição para leitoas com 19 alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, p.1330-1338, 2003.

MAGOWAN, E.; BALL, M.E.E.; MCCRACKEN, K.J. et al. The performance response of pigs of different wean weights to 'high' or 'low' input dietary regimes between weaning and 20 weeks of age. *Livestock Science*, v.136, p.232-239, 2011.

MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. 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.

METAYER, S.; SSEILIEZ, I.; COLLIN, A. et al. Mechanisms through which sulfur amino acids control protein metabolism and oxidative stress. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, v.19, p.207-215, 2008.

NATIONAL RESEACH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of swine*. 10.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 1998. 189p.

NATIONAL RESEACH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of swine*. 11.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2012. 400p.

O'CONNELL, M.K., LYNCH, P.B.; O'DOHERTY, J.V. A comparison between feeding a single diet or phase feeding a series of diets, with either the same or reduced crude protein content, to growing finishing pigs. *Animal Science*, v.81, p.297-303, 2005.

ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitões mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, p.478-484, 2006.

QUINIQU, N.; COURBOULAY, V.; SALAUI, Y. et al. Impact of the non castration of male pigs on growth performance and behavior-comparison with barrows and gilts. In: Annual Meeting of the European Association for Animal Production. 61., 2010, Herakilion. *Proceeding...* Herakilion, Crete Island, Greece. 2010.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais*. 2ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186p.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais*. 3ª ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2011. 252p.

SCRAMIM, F.C.L.; BATALHA, M.O. Método para análise de benefícios em cadeias de suprimento: um estudo de caso. *Gestão & Produção*, São Carlos, BR, v. 11, p. 331-342, 2004.

SOUZA, L.P.O. *Níveis de Lisina digestível e Planos de nutrição baseados em níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas, dos 18 aos 107 kg*. 2009. 54f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.