

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS  
TERMINADOS COM DIFERENTES PESOS**

**ANDREZA LOURENÇO MARINHO**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2015**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS  
TERMINADOS COM DIFERENTES PESOS**

**ANDREZA LOURENÇO MARINHO  
Zootecnista**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO – 2015**

**ANDREZA LOURENÇO MARINHO**

**EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS  
TERMINADOS COM DIFERENTES PESOS**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, do qual participam a Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Nutrição Animal

**Comitê de Orientação:**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke - Orientadora Principal  
Pesquisadora Embrapa Suínos e Aves - Ph. D. Teresinha Marisa Bertol - Coorientadora  
Pesquisador Embrapa Suínos e Aves - Dr. Jorge Vitor Ludke - Coorientador

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2015**

## Ficha catalográfica

M338e Marinho, Andreza Lourenço  
Exigência de lisina digestível para suínos terminados com diferentes pesos / Andreza Lourenço Marinho. – Recife, 2015.  
122 f. : il.

Orientador(a): Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke.

Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia, Recife, 2015.

Referências.

1. Aminoácidos digestíveis 2. Carcaças – Características 3. MS-115 4. Proteína ideal 5. Suíno terminação I. Ludke, Maria do Carmo Mohaupt Marques, orientadora II. Título

CDD 636.4

**ANDREZA LOURENÇO MARINHO**

**EXIGÊNCIA DE LISINA DIGESTÍVEL PARA SUÍNOS  
TERMINADOS COM DIFERENTES PESOS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 27 de fevereiro de 2015

**Comissão Examinadora:**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke (Orientadora)  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Presidente

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Helena Emília Cavalcante da Costa Cordeiro Manso  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Wilson Moreira Dutra Junior  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Prof. Dr. Cláudio José Parro de Oliveira  
Universidade Federal de Sergipe

---

Dra. Claudia da Costa Lopes (Pós-Doutoranda)  
Universidade Federal Rural da Paraíba

**RECIFE-PE**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

ANDREZA LOURENÇO MARINHO - filha de Antônio Marinho de Souza e Edneusa Lourenço Marinho - nasceu em 10 de novembro de 1981 na cidade de Recife, Pernambuco. Em 1989 mudou-se para Maceió, Alagoas, onde cursou o ensino fundamental no Colégio Menino Jesus, e o ensino médio no Colégio Santa Úrsula, concluindo em dezembro de 2001. Em julho de 2002 ingressou na Universidade Federal de Alagoas e em janeiro de 2009 formou-se em Zootecnia. Em fevereiro de 2009 iniciou as atividades no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Alagoas na área de Produção e Nutrição de Não Ruminantes, com bolsa da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Alagoas - FAPEAL. Em 21 de julho de 2011 foi aprovada em sua defesa de dissertação. Em março de 2011 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na área de concentração em Nutrição de Não Ruminantes, da Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE, com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES. Em 27 de fevereiro de 2015 defendeu sua tese de doutorado.

“O medo fere mais do que a espada”.

**George R. R. Martin**

**DEDICO**

Aos meus pais,

**Antonio** (in memoriam) e **Edneusa**,

Por toda força, paciência e oração, que me manteve sempre firme  
nas horas mais difíceis (que não foram poucas).

Aos meus irmãos,

**Anderson, Andreia, Artur, Pablo, Glauco, Fabyanne, Luciana**  
**e Denis**,

Por acreditarem sempre em mim, mais do que eu mesma  
acreditava.

Aos meus sobrinhos,

**Carlos Eugênio, Vitor Tuyank e Enil Vitoria**,

Por todo amor e admiração.

Às minhas tias (**Edleuza e Edla**) e primas (**Rodlane, Edlaine e**  
**Edlane**)

Por todo apoio e dedicação.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por todas as graças recebidas.

À Nossa Senhora do Rosário, por ter sempre intercedido por mim e me mantido forte na fé e na perseverança de que no fim tudo sempre dá certo.

À professora Maria do Carmo Mohaupt Marques Ludke, pelo apoio, orientação e ensinamentos transmitidos.

Aos pesquisadores da Embrapa Suínos e Aves, Teresinha Marisa Bertol, Jorge Vitor Ludke e Jonas Irineu dos Santos Filho, pelo acolhimento com que fui recebida e pelos preciosos ensinamentos teóricos e práticos que tive a oportunidade de vivenciar e que com certeza refletirão na minha vida profissional.

Ao pesquisador Arlei Coldebella, pelo auxílio nas análises estatísticas.

Aos amigos da Embrapa Suínos e Aves, Valter José Piazzon, Luiz Carlos Ajala, Edio Luiz Klein, Valdir José Hegler e Hedo Haupt, Cleiton Marcos Schuck e Magda Regina Mulinare: vocês foram fundamentais para a execução do experimento e me ensinaram muito e a todos os Embrapianos de tantos setores que conversei, troque um simples bom dia ou um sorriso. Muito obrigada.

Às minhas amigas da Pós-Graduação, Tayara Soares de Lima, Claudia da Costa Lopes, Elaine Lopes, Camilla Roana, Jaqueline Silva e Emanuela Nataly, por todo apoio, carinho amizade e por tornar mais leve minha jornada. Vocês são muito especiais e me deram muita força e me incentivaram a seguir sempre em frente.

À Embrapa Suínos e Aves, pela disponibilidade da infraestrutura e apoio na execução do experimento, disponibilizando os animais, os insumos e a mão de obra necessária para a execução dos experimentos.

À PFIZER, por viabilizar a imunocastração dos animais.

À empresa BRF (Concórdia) e à Cooperativa Central Aurora (Chapecó), por concederem nossa entrada na fábrica e por disponibilizar mão de obra para o abate e avaliações da carcaça nos animais.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e aos professores e colegas que contribuíram para minha formação profissional.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, por ter possibilitado a realização do curso de doutorado.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito deste trabalho.

## SUMÁRIO

	<b>Páginas</b>
Lista de Tabelas.....	xiv
Lista de Figuras.....	xvi
Resumo Geral.....	xviii
Abstract.....	xx
Considerações Iniciais.....	22
Capítulo 1- Referencial Teórico.....	24
1. Evolução genética dos suínos para produção de carne.....	25
2. Características dos suínos no melhoramento genético realizado na Embrapa Suínos e Aves.....	28
3. Curva de crescimento e peso ótimo de abate em suínos.....	29
4. Consumo voluntário de ração para suínos em terminação.....	32
4.1. Hormônios envolvidos na regulação do consumo.....	34
4.1.1. Colecistoquinina.....	35
4.1.2. GLP-1.....	35
4.1.3. Grelina.....	36
4.1.4. Leptina.....	37
4.1.5. Serotonina.....	37
5. Lisina.....	39
5.1. Relação de energia e lisina para suínos em terminação.....	41
6. Referências Bibliográficas.....	44

Capítulo 2 – Exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, inteiros e fêmeas de 60 a 90 Kg: desempenho e avaliação de carcaça.....	50
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	54
Resultados e Discussão.....	61
Conclusão.....	71
Referências Bibliográficas.....	72
Capítulo 3 – Exigência de lisina digestível para suínos fêmeas, machos castrados e machos imunocastrados de 90 a 120 Kg: desempenho e avaliação de carcaça.....	75
Resumo.....	76
Abstract.....	77
Introdução.....	78
Material e Métodos.....	79
Resultados e Discussão.....	88
Conclusão.....	96
Referências Bibliográficas.....	97
Capítulo 4 – Exigência de lisina digestível para suínos fêmeas e machos castrados de 120 a 150 Kg: desempenho e avaliação de carcaça.....	99
Resumo.....	100
Abstract.....	101
Introdução.....	102
Material e Métodos.....	103
Resultados e Discussão.....	109

Conclusões.....	118
Referências Bibliográficas.....	119
Considerações Finais.....	122

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2 – Exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, machos inteiros e fêmeas de 60 a 90 Kg: desempenho e avaliação de carcaça.

	<b>Página</b>
1. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 1 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em fêmeas suínas dos 60 aos 90 kg de peso vivo.....	53
2. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 2 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em suínos machos castrados dos 60 aos 90 kg de peso vivo.....	54
3. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 3 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em suínos machos inteiros dos 60 aos 90 kg de peso vivo.....	55
4. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.....	56
5. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho de suínos arraçoados com diferentes níveis de lisina digestível.....	59
6. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.....	65

### Capítulo 3 – Exigência de lisina digestível para suínos fêmeas, machos castrados e machos inteiros de 90 a 120 Kg: desempenho e avaliação de carcaça

	<b>Página</b>
1. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 1 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de fêmeas suínas dos 90 aos 120 kg de peso vivo.....	79
2. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 2 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de suínos machos castrados dos 90 aos 120 kg de peso vivo.....	80
3. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 3 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de suínos machos imunocastrados dos 90 aos 120 kg de peso vivo.....	81
4. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.....	82

5. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho zootécnico de arraçoados com diferentes níveis de lisina digestível.....	86
6. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível.....	91
7. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de machos castrados submetidos a diferentes níveis de lisina digestível.....	91
8. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de machos imunocastrados alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.....	92

Capítulo 4 – Exigência de lisina digestível para suínos machos fêmeas e machos castrados de 120 a 150 Kg: desempenho e avaliação de carcaça

	<b>Página</b>
1. Composição percentual das rações experimentais com diferentes níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 120 aos 150 kg de peso vivo.....	102
2. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.....	103
3. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho zootécnico de suínos arraçoadas com diferentes níveis de lisina digestível.....	107
4. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.....	112

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1 – Referencial teórico

#### Página

1. Crescimento do tecido magro ao longo do tempo em suínos em crescimento..... 27

### Capítulo 2 – Exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, machos inteiros e fêmeas de 60 a 90 Kg: desempenho e avaliação de carcaça

#### Página

1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>..... 57
2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V..... 57

### Capítulo 3 – Exigência de lisina digestível para suínos fêmeas, machos castrados e machos inteiros de 90 a 120 Kg: desempenho e avaliação de carcaça

#### Página

1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>..... 82
2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V..... 83
3. Medida de espessura de toucinho na primeira costela (ET<sub>1</sub><sup>C</sup>), na última costela (ET<sub>U</sub>) e na primeira vértebra sacral (ET<sub>S</sub>)..... 84
4. Meia carcaça esquerda, medidas de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> e desenho da área de olho de lombo (AOL) e área gordura (AG)..... 84
5. Planímetro e medida de área de olho de lombo e área de gordura..... 85

### Capítulo 4 – Exigência de lisina digestível para suínos machos fêmeas e machos castrados de 120 a 150 Kg: desempenho e avaliação de carcaça

#### Página

1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>..... 103

2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V.....	104
3. Medida de espessura de toucinho na primeira costela (ET_1°C), na última costela (ET_U) e na primeira vertebra sacral (ET_S).....	105
4. Meia carcaça esquerda, medidas de espessura de toucinho no ponto P2 e desenho da área de olho de lombo (AOL) e área gordura (AG).....	105
5. Planímetro e medida de área de olho de lombo e área de gordura.....	106

## RESUMO GERAL

O objetivo neste estudo foi determinar a exigência nutricional em lisina digestível (LD), mantendo a relação aminoacídica, para suínos machos castrados, machos inteiros/imunocastrados e fêmeas em terminação em três fases de peso de abate (60 a 90; 90 a 120 e 120 a 150 Kg). Em cada experimento foram utilizados 40 animais para cada categoria avaliada sendo a parcela experimental composta por um animal em baia individual, com cinco tratamentos (níveis de lisina digestível) com oito repetições. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados considerando-se o peso inicial e as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS Institute Inc., 2001), considerando o nível de 10% de probabilidade. Na primeira fase (60 a 90 Kg) foram conduzidos três experimentos, (fêmeas (F) 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12% LD; machos castrados (MC) 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% LD e machos inteiros (MI) 0,64; 0,78; 0,92; 1,06 e 1,20% LD). Na segunda fase (90 a 120 Kg) foram conduzidos três experimentos com: fêmeas (F) 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% de LD; machos castrados (MC) 0,50; 0,64; 0,78; 0,92 e 1,06% LD e machos imunocastrados (MI) 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12% LD. Na terceira fase (120 a 150 Kg), foram conduzidos dois experimentos com fêmeas (F) e machos castrados (MC) e os níveis de lisina utilizados foram de 0,50; 0,62; 0,74; 0,86 e 0,98% LD para ambos os experimentos. Em todos os experimentos foram avaliadas as variáveis de desempenho (conversão alimentar, peso final, ganho de peso diário e consumo de ração diário) e, variáveis de carcaça (peso quente, rendimento, espessura de toucinho e profundidade de lombo). Não foi observado efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de lisina sobre o consumo de ração diário (CRD) nas três categorias, machos castrado (MC), machos inteiros (MI) e fêmeas (F) dos 60 aos 90 Kg e nas fêmeas dos 90 aos 120 Kg, assim como também não se observou efeito ( $P>0,10$ ) no peso final (PF) e ganho de peso diário (GPD) nos MC e MI (60 aos 90 kg) e nas três categorias, machos castrados (MC), machos imunocastrados (MI) e fêmeas (F) dos 90 aos 120 Kg. As variáveis de profundidade de lombo (PL), peso da carcaça quente (PCQ) dos MI, custo da ração por ganho de peso (CRGP), consumo de lisina diário (CLD) e conversão de lisina na carcaça (CLC) nas três categorias avaliadas abatidas com 120 Kg observou-se aumento linear ( $p<0,10$ ), entretanto observou-se redução linear ( $P<0,10$ ) na espessura de toucinho do ultrassom (ETU) das F abatidos aos 90 Kg. Efeito quadrático ( $P<0,10$ ) foi observado no PF e GPD dos MC (0,93 e 0,96% LD) dos 60 aos 90 Kg, nas F

(0,86 e 0,87% LD) dos 90 aos 120 Kg e nas F (0,76 e 0,75% LD) e MC (0,77 e 0,78% LD) dos 120 aos 150 Kg. O CRD apresentou efeito quadrático nas F (0,77% LD) e MI (0,89% LD) dos 90 aos 120 Kg e nos MC (0,80% LD) dos 120 aos 150 Kg, assim como a CA das F (0,94; 0,96 e 0,75% LD), nos pesos de abate de 90; 120 e 150 Kg, respectivamente; nos MI (1,03% de LD) abatidos aos 90 Kg, nos MI (0,85% LD) abatidos nos 120 Kg e nos MC (0,85 e 0,77% LD) abatidos aos 120 e 150 Kg, respectivamente. Quanto aos dados de carcaça, observou efeito quadrático no PCQ dos MI (0,93% LD) dos 90 aos 120 Kg e dos MC (0,76% LD) e F (0,75% LD) dos 120 aos 150 Kg.

**Palavras-chave:** exigência nutricional, lisina digestível, suínos MS-115, suínos terminação

## ABSTRACT

The objective of this study was to determine the nutritional requirements of digestible lysine (DL), maintaining amino acid relation, for barrows, whole/immunocastrated male and female finishing in three phases slaughter weight (60-90; 90-120 and 120 to 150 kg). In each experiment were used 40 animals for each category evaluated with an experimental plot was composed of an animal in an individual box with five treatments (lysine levels) with eight replications. The experimental design was a randomized block considering the initial weight and statistical analysis were performed using the GLM procedure of SAS (SAS Institute Inc., 2001) considering the level of 10% probability. In the first phase (60-90 kg) were conducted three experiments females (F) 0.56; 0.70; 0.84; 0.98 and 1.12% LD; barrows (MC) 0.52; 0.66, 0.80, 0.94 and 1.08% LD and males (MI) 0.64, 0.78, 0.92, 1.06 and 1.20% LD). In the second phase (90 to 120 Kg) Three experiments were conducted: Female (F) 0.52; 0.66; 0.80; 0.94 and 1.08% of LD; barrows (MC) 0.50; 0.64; 0.78; 0.92 and 1.06% LD and immunocastrado males (MI) 0.56; 0.70; 0.84; 0.98 and 1.12% LD. In the third phase (120 to 150 kg), two experiments were conducted with females (F) and castrated male (MC) and lysine levels used were 0.50; 0.62; 0.74; 0.86 to 0.98% LD for both experiments. In all experiments we evaluate the performance variables (feed conversion, final weight, daily weight gain and feed intake) and housing variables (warm weight, yield, backfat thickness and loin depth). There was no effect ( $P > 0.10$ ) of lysine levels on daily feed intake (CRD) in the three categories, castrated males (MC), males (MI) and females (F) donate 60 to 90 kg and of 90 females in the 120 kg, as well as no observed effect ( $P > 0.10$ ) in final weight (PF) and average daily gain (ADG) in MC and MI (60 to 90 kg) and the three categories, barrows (MC), immunocastrated males (MI) and females (F) of 90 to 120 kg. The loin depth variables (PL), hot carcass weight (HCW) of MI, cost of feed per gain weight (CRGP), daily lysine intake (CLD) and conversion of lysine in the housing (CLC) in the three categories evaluated slaughtered at 120 kg was observed linear increase ( $p < 0.10$ ), however it was observed linear reduction ( $P < 0.10$ ) in backfat thickness of ultra sound (ETU) of F slaughtered at 90 kg. A quadratic effect ( $P < 0.10$ ) was observed for PF and weight gained by MC (0.93 and 0.96% LD) from 60 to 90 kg in F (0.86 and 0.87% LD) of 90 to 120 kg and in F (0.76 and 0.75% LD) and MC (0.77 and 0.78% LD) of 120 to 150 kg. The CRD showed quadratic effect in F (0.77% LD) and MI (0.89% LD) of 90 to 120 kg and MC (0.80% LD) between 120 and 150 kg as well as the CA F (0.94; 0.96 and 0.75% LD) in 90 slaughter weights; 120 and 150 kg, respectively; in MI (1.03%

LD) slaughtered at 90 kg in MI (0.85% LD) slaughtered at 120 kg and MC (0.85 and 0.77% LD) slaughtered at 120 and 150 kg, respectively . As for the housing data, observed a quadratic effect, PCQ of MI (0.93% LD) of 90 to 120 kg and MC (0.76% LD) and F (0.75% LD) between 120 and 150 kg.

**Keywords:** nutritional requirements, lysine, imuno-castrated boars, MS-115, swine termination

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A área da nutrição animal destaca-se por melhorar a utilização dos nutrientes buscando uma maior eficiência alimentar. No entanto, exige-se como pré-requisito o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes e das exigências nutricionais dos diferentes genótipos e categorias de animais criadas nas diversas condições ambientais.

As características genéticas dos suínos têm mudado significativamente nas últimas décadas, em sintonia com as mudanças nos hábitos alimentares dos consumidores que ditam a demanda do mercado. Diante de uma mudança de consumo, com acentuada preferência por carne mais magra e do surgimento da produção e comercialização de óleos vegetais, o sistema de produção foi obrigado a se adaptar à nova realidade de mercado, surgindo, assim, a necessidade de novos estudos com objetivos específicos no melhoramento genético, buscando animais que produzissem carne mais magra e apresentassem uma menor produção de gordura subcutânea.

Outros fatores que passaram a ser levados em consideração buscando uma alimentação de precisão foi o conhecimento das exigências nutricionais de acordo com a categoria (fêmeas, machos castrados, machos inteiros e imunocastrados), já que cada uma responde e aproveita os nutrientes da ração de forma diferente em função do metabolismo. Adicionalmente, o aumento do peso de abate acarreta alteração na exigência, principalmente em função da mudança da curva de crescimento dos tecidos, que com o aumento da idade de abate do animal, a taxa de deposição de gordura ultrapassa a taxa de deposição de carne, sendo necessários mais estudos genéticos e nutricionais para se produzir animais mais pesados com uma qualidade de carcaça e carne desejada para o mercado.

Para que uma eficiência do aproveitamento dos nutrientes ocorra é necessário que todos os aminoácidos essenciais estejam em quantidades adequadas, tendo a lisina como aminoácido referência, para formação da síntese proteica, como sugere a proteína ideal.

Baker et al., (1994) relatam que a lisina é utilizada como aminoácido referência porque sua análise nos alimentos é relativamente simples, diferente do triptofano e dos aminoácidos sulfurados, por existir grande quantidade de dados sobre sua digestibilidade e por ser utilizada principalmente para acréscimo de proteína corporal. Como a lisina é sintetizada pelo organismo em pequenas quantidades, que não atendem à necessidade do animal, torna-se necessária a suplementação dietética de aminoácidos industriais ou de fontes sintéticas como a L-lisina HCL.

Porém, com o surgimento de novas genéticas que apresentam uma alta deposição de tecido magro é necessária uma avaliação das exigências nutricionais, principalmente da lisina digestível, para obtenção de melhor resultado de desempenho e características desejadas de carcaça, já que essas linhagens apresentam ritmos diferenciados de crescimento e altas taxas de deposição de tecido muscular magro, no qual a lisina é prontamente requerida.

Diante dos relatos, o presente trabalho foi dividido em quatro capítulos, sendo o capítulo um dedicado ao referencial teórico; o capítulo dois referente à exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, machos inteiros e fêmeas dos 60 os 90 kg; o capítulo três referente à exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, machos imunocastrados e fêmeas dos 90 aos 120 kg; e o capítulo quatro, referente à exigência de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas 120 aos 150 kg.

## **CAPÍTULO 1**

---

### **Referencial teórico**

## **1. EVOLUÇÃO GENÉTICA DOS SUÍNOS PARA PRODUÇÃO DE CARNE**

As características genéticas dos suínos têm mudado significativamente desde o início da criação racional.

No século passado, nos países onde a criação de suínos já havia se fixado, começaram os estudos mais aprofundados da genética, surgindo as empresas de melhoramento genético com a criação de linhas-mãe, cujo foco do melhoramento era voltado para as características de produção. Nas décadas de 1950 a 1990, a espessura de toucinho foi reduzida em 50% e o ganho de peso aumentou mais de 50%, também em função do confinamento desses animais; já na década seguinte o foco do melhoramento foi ampliado tanto para linha pai quanto para reprodução (MERKS, 2000).

No Brasil, os trabalhos com melhoramento genético de suíno iniciaram-se com a criação da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS), que na década de 60 iniciou trabalhos de controle genealógico e a importação de raças exóticas. O objetivo do melhoramento era focado na produção de carne, já que a banha suína perdeu espaço no mercado com o surgimento da produção de óleos vegetais. Nesta década iniciou-se o processo de tipificação, quando foram feitas as primeiras referências ao suíno como produtor de carne, deixando a gordura em segundo plano (FÁVERO, 1989).

A partir da década de 80, com a utilização de equipamentos especializados para a avaliação do animal ainda vivo, passou-se a dar mais atenção à conformação da carcaça, bem como a distribuição dessa carne em partes de maior valor comercial, tais como pernil, lombo e paleta (SZALO et al., 1999). Só então foi definitivamente implantado um sistema de tipificação de carcaças baseado em uma tabela de oito faixas de peso e nove faixas de espessura de toucinho, totalizando 72 classes de carcaça com índices de bonificação variando de 84 a 113 (FÁVERO, 1989).

Os parâmetros de desempenho mudaram drasticamente em função do melhoramento genético onde na década de 70 os suínos alcançavam 100 kg de peso vivo aos 180 dias de idade, conversão alimentar de 3,5 e rendimento de carne inferior a 48% (IRGANG, 2000). Ainda segundo o autor, através do melhoramento, os suínos atingiram, na década de 90, os 100 kg de peso vivo com conversão alimentar de 2,50 a 2,60 do nascimento ao abate, e rendimento de carne de 53–55%. Quanto aos parâmetros de carcaça na década de 90 a média de espessura de toucinho dos animais puros estavam em torno de 2,0 cm e, a partir de 2002, passou para menos de 1,0 cm (ABCS, 2000; 2003).

Atualmente os programas de melhoramento genético de suínos buscam uma produção mais eficiente de carne e monitoram mais de perto parâmetros de qualidade, principalmente porque o aumento do peso ótimo de abate tem influenciado nas características de carcaça, sendo o desafio atual saber exatamente quais características selecionar e qual o peso relativo que cada uma deve receber na avaliação econômica dos animais (PANETO; FERRAZ, 2000).

Por um determinado período na história da seleção genética de suínos, a intensa seleção para produção de carcaças com menor conteúdo de gordura foi responsável por efeitos negativos na qualidade da carne, além de contribuir para a redução do consumo de alimentos (TERRA; FRIES, 2000; RUBENSAM, 2000). Em função da necessidade de melhorar a qualidade da carne, o melhoramento genético tem estudados sobre os genes que influenciam a qualidade da carne.

O gene do Rendimento Nápolis (RN), presente no cromossomo 15, foi identificado em animais Hampshire, razão pela qual essa raça é preterida pela indústria suinícola americana (PLASTOW, 2000). Seu alelo dominante (RN-) está associado ao aumento do glicogênio dentro do músculo, o qual, após o abate, é convertido em lactato, resultando em diminuição do pH (MILLER et al., 2000). Esta alteração, conhecida como carne ácida,

torna a cor do músculo mais pálida e aumenta a perda de água, como relatado por Hamilton et al. (2000), além de reduzidos escores de marmoreio e firmeza da carne.

Efeitos deletérios da qualidade da carne também foram observados no gene Fat1 (relacionado ao metabolismo dos ácidos graxos) que foi estudado por Perez-Enciso et al. (2000), e encontraram, em cruzamentos das raças Landrace e Ibérica, evidências de um Locus de características quantitativas (QTL) que afeta a composição (quantidade de ácido linoleico) do tecido adiposo subcutâneo de suínos, influência fortemente a estabilidade oxidativa dos tecidos adiposo e muscular, afetando a maciez e a aceitação da carne por parte do consumidor. Em embutidos, altas concentrações de ácido linoleico dificultam o processamento da carne e estão relacionadas com maior propensão à rancificação.

Os tipos de fibra muscular também têm sido estudados, no qual os polimorfismos da miosina são codificados por genes distintos, alguns dos quais são expressos na musculatura rápida e outros na lenta. O número e o tipo de miofibrilas são determinados durante a miogênese embrionária, cujo controle regulatório é exercido pela família do gene Myod (BUCKINGHAM, 1992; TE PAS et al., 1999) e estão relacionados com maciez, força de cisalhamento e cor da carne. Atualmente, a Costwold e a Universidade de Glasgow desenvolvem um projeto em comum que busca identificar marcadores relacionados com miosina (WEBB, 2000).

Diante da necessidade e mudanças constantes de exigência de padrões de qualidade, a seleção assistida por marcadores genéticos esta contribuindo com o progresso genético para as características relacionadas à qualidade da carne suína. Com a utilização dessa técnica foi possível identificar o gene da carne ácida, relacionado ao conteúdo de glicogênio nas células, responsáveis pela formação das fibras brancas, acarretando uma perda no rendimento industrial em determinado cortes da carcaça. Foram encontrados genes de efeito importante relacionados ao teor de gordura intramuscular, que afeta a

aparência e o sabor da carne, fatores determinantes na preferência do consumidor (PLASTOW, 2000).

## **2. CARACTERÍSTICAS DOS SUÍNOS NO MELHORAMENTO GENÉTICO REALIZADO NA EMBRAPA SUÍNOS E AVES.**

Diante da mudança de hábito alimentar e da exigência do consumidor por um produto mais magro e a introdução de um sistema de tipificação que avalia e bonifica a produção de suínos em função de parâmetros de avaliação de carcaça, criou-se uma demanda por material genético que fosse capaz de atender produtivamente a essa nova demanda de mercado, no qual a Embrapa Suínos e Aves, com apoio da Cooperativa Central Aurora, desenvolveu uma linhagem de macho terminador, com alta concentração de carne na carcaça sendo inicialmente conhecido como MS58, que apresentou problemas com o gene Halotano, o que levou os geneticistas a melhorarem a seleção e lançaram no mercado, posteriormente, o MS60, livre do gene Halotano (FÁVERO et al., 1997).

A linhagem MS115 é a terceira geração dos Suínos Light da Embrapa. Foi concebida para uma nova realidade do mercado de carne suína, a dos animais mais pesados ao abate (acima de 115 kg de peso vivo). A linhagem Embrapa MS115 é formada por 62,5% Pietrain, 18,75% Duroc e 18,75% Large White, mantendo o alto potencial genético para carne na carcaça (acima de 62%), reduzida espessura de toucinho e ótima conformação, com excelente concentração de carne no lombo, pernil e paleta, representando aos descendentes um percentual de carne na carcaça superior a 58% porém, ampliando o ganho genético para conversão alimentar de 2,21 até 115 kg de peso vivo, garantindo, assim, a rentabilidade da produção (FÁVERO, 2000).

A linhagem MS115 também é livre do gene Halotano, apresentando resistência ao estresse e ótima capacidade para produzir carne de qualidade, sendo recomendada para o cruzamento com fêmeas híbridas produzidas a partir de linhas fêmeas de raças brancas (Landrace e Large White) (FÁVERO, 2000), sendo esta a característica genética da fêmea GA2012 utilizada pela Embrapa Suínos e Aves.

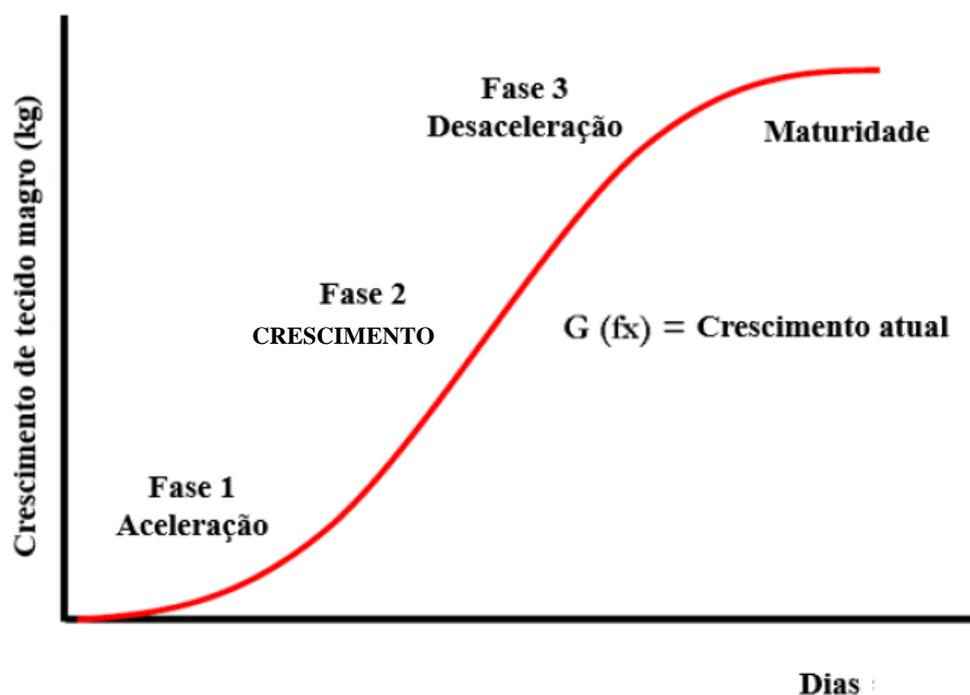
### **3. CURVA DE CRESCIMENTO E PESO ÓTIMO DE ABATE EM SUÍNOS**

A importância em se estudar e buscar alternativas na elevação do peso de abate é por saber que existem diferentes velocidades de crescimento entre os tecidos corporais em função da fase de crescimento e da maturidade fisiológica do animal. Inicialmente, o tecido ósseo tem maior taxa de crescimento em relação ao músculo e à gordura, nesta ordem, o que vai se invertendo à medida que o animal vai crescendo. Os músculos representam alta porcentagem do peso total ao nascimento, aumentando ligeiramente, passando a decrescer à medida que se inicia a fase de deposição de gordura (LAWRENCE; FOWLER, 1997).

Para determinar o peso ótimo ao abate, os estudos devem ser direcionados as mudanças decorrentes da composição corporal (DE LANGE et al., 2003). Rosa et al., 2008 afirmaram que a maior limitação no aumento de peso vivo do suíno ao abate está relacionado ao aumento da gordura subcutânea, em carcaças com peso superior a 100 kg, devido principalmente à perda na eficiência alimentar, além de a possibilidade do produtor ser penalizado monetariamente pelos frigoríficos. Sendo assim, é importante caracterizar os fatores principais que determinam a composição do ganho de peso, e em particular, o crescimento de tecido magro nos vários estágios de crescimento de um suíno (MARTÍNEZ-RAMÍREZ et al 2014).

Essa inversão na curva de crescimento dos diferentes tecidos é explicada pela equação de Gompertz (figura 1), que pode ser usada para representar o crescimento de

tecido magro atual ou deposição de proteína do suíno ao longo do tempo (MARTÍNEZ-RAMÍREZ et al., 2014).



Figural. Crescimento do tecido magro ao longo do tempo em suínos no crescimento

A equação de Gompertz descreve uma curva de crescimento sigmoide que apresenta três fases bem definidas, sendo que a primeira fase (aceleração) vai do nascimento até os 40 kg de peso vivo e é a fase em que o crescimento do tecido magro aumenta em torno de 23 a 45% em relação ao peso corporal e a gordura aumenta entre 9 e 22% (REEDS et al., 1993). Na segunda fase do crescimento do tecido magro (fase de crescimento), o ganho em tecido magro é constante dos 40 e 100 kg de peso vivo. Nesta fase, a deposição lipídica ocorre mais rapidamente. A terceira fase do crescimento de tecido magro ocorre geralmente além dos 100 kg de peso vivo e é quando o crescimento do tecido magro declina gradualmente até zero na maturidade (SCHINCKEL, 1991).

Isso evidencia a necessidade de um pleno conhecimento das curvas de desenvolvimento tecidual, já que a velocidade com que os tecidos se acumulam no corpo influenciam o ganho de peso vivo, a eficiência alimentar e a composição corporal (SHAHIN et al., 1993) e, conseqüentemente, as exigências nutricionais, assim como as características de carcaça.

Essa mudança na composição da carcaça foi observada por Filho et al. (2000), que comentaram que o aumento de rendimento de carcaça está associado a um maior acúmulo de gordura e uma redução na quantidade de carne e de cortes magros da carcaça, evidenciando que a taxa de deposição de lipídeos torna-se maior que a taxa de deposição de tecido muscular ou proteína, quando os animais tornam-se mais velhos e/ou pesados. Quanto ao comprimento da carcaça, os mesmos autores observaram uma elevação expressiva com o peso de abate, relatando que o aumento do peso resultou em um maior crescimento ósseo e conseqüentemente um maior comprimento dos animais.

Porém, tem sido observado que o aumento no peso de abate interfere na qualidade da carne produzida, sendo os estudos direcionados para parâmetros de qualidade como o pH, perda de água por gotejamento, gordura intramuscular, ente outro, que garantem a qualidade e tempo de validade do produto final, como tem sido relatado por diversos autores ao longo dos anos (CISNEROS et al., 1996; WHEATHERUP et al., 1998; BEATTIE et al., 1999).

Estes autores relataram aumento na perda de água por cocção e exsudação à medida que os pesos de abate aumentaram de 100 para 160 kg, assim como observaram uma tendência de aumento da força de cisalhamento das carnes com o aumento do peso ao abate, diminuindo, dessa forma, a maciez.

#### **4. CONSUMO VOLUNTÁRIO DE RAÇÃO PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Conceitos atuais reconhecem que o peso corporal e o consumo de energia em animais são regulados por mecanismos homeostáticos complexos que envolvem interações entre órgãos periféricos e o sistema nervoso central (SNC), e que a ingestão de alimento é regulada numa base de curto prazo e numa base de longo prazo, no qual o animal maduro esforça-se para manter um peso constante do corpo ao longo de um período de tempo prolongado (TAUSON, 2012).

Nas linhagens com alto consumo e alta taxa de crescimento, o aumento do consumo ocorre especialmente na fase de terminação, no qual o suíno procura ajustá-lo de acordo com o nível energético da dieta (REZENDE et al., 2006). Paralelamente, a elevação do consumo ocorre redução natural da taxa de deposição muscular sem que haja redução na taxa de deposição de tecido adiposo, alterando, assim, a composição corporal. Portanto, nos animais de alto consumo voluntário de alimento, é necessária a restrição de energia neste período, de forma a reduzir a deposição de gordura, mantendo, assim, alta proporção de músculo na carcaça (BERTOL et al., 2001). Todavia, em situações de consumo à vontade e com elevada concentração energética na dieta, a quantidade de energia ingerida que é designada para deposição de gordura é maior que a destinada para deposição proteica, o que pode resultar no acúmulo acentuado de gordura na carcaça (PETTIGREW, 2001).

Sendo assim, quando se aplica restrição alimentar tem-se como objetivo a diminuição do ganho diário de peso em busca da redução do ganho diário de gordura, não da deposição de carne magra; contudo, para que a restrição ocorra de forma satisfatória é necessário considerar o nível de restrição aplicado e a idade ou o peso do animal no início da restrição.

Outro ponto que deve ser abordado é que o consumo voluntário de ração é composto por exigência de manutenção intrínseca para retenção de proteína corporal e de gordura (MANZKE et al., 2011).

Várias teorias têm demonstrado o mecanismo pelo qual o animal controla o consumo de alimento, dentre elas temos a:

1. Teoria Glicostática, que propõe que taxas de utilização de glicose podem ser sinais para iniciar ou cessar a ingestão alimentar, no qual uma diminuição no nível de glicose sinaliza para que se inicie o consumo. Quando a glicose é introduzida na circulação portal, a descarga de aferentes vagais é reduzida à medida que a concentração de glicose aumenta (MANCINE; HALPERN, 2002).

2. Teoria Aminostática, parte do princípio de que a regulação do consumo de alimento por proteína dietética ocorre pela ativação do centro de controle do sistema nervoso central, baseados na detecção dos níveis plasmáticos de aminoácidos e particularmente, daqueles nutricionalmente essenciais e de mecanismo homeostático, com variações no consumo de alimento dependendo da qualidade proteica da ração (BROORMAN, 1979).

Mascarenhas (2002) comenta que a maior capacidade de retenção de nitrogênio e a produção de tecido magro pelos suínos tem favorecido a maior produção de calor corporal, uma vez que a síntese proteica é aparentemente menos eficiente em termos energéticos que a síntese de gordura, o que provavelmente explica o aumento na exigência energética dos animais.

3. Teoria Lipostática, sugere que a presença de lipídios ou os seus produtos de degradação, no intestino tem um impacto negativo sobre a taxa de esvaziamento gástrico, atividade peristáltica propulsiva, bem como a taxa de ácido gástrico, secreção pancreática e biliar, resultando na redução do consumo de ração. Porém, quando a concentração de energia

metabolizável é baixa, os animais tendem a aumentar o consumo de ração no intuito de regular sua exigência energética (SOBESTIANSKY, et. al., 1998).

4. Teoria Termostática, parte do princípio de que todos os animais homeotérmicos apresentam um consumo de alimento inversamente proporcional à temperatura do meio ambiente (NRC, 1998). A redução de consumo provavelmente ocorre por conta de uma diminuição da atividade da tireoide, na tentativa de diminuir a produção de calor. Em ambientes frios, o animal pode aumentar sua produção de calor como reação ao meio, justamente pelo aumento do consumo, porém, se a temperatura ambiente diminuir ainda mais, uma parte dos nutrientes são catabolizadas como reserva de calor em detrimento da produção, ou seja, mesmo o aumento de consumo não será suficiente para manter a máxima produção (HAESE; BÜNZEN, 2005).

Porém, por trás de todas essas teorias existem fatores hormonais mandando e recebendo informações para que se inicie ou pare o consumo, tendo em vista que a regulação da ingestão de alimentação é muito complexa, e uma variedade de hormônios, metabólitos e substâncias de sinais está envolvida.

#### **4.1. Hormônios envolvidos na regulação do consumo**

Quando os nutrientes e metabólitos chegam ao trato gastrointestinal eles estimulam a liberação de vários peptídeos que atuam na regulação do esvaziamento gástrico, a secreção de ácido gástrico, motilidade intestinal e secreções do pâncreas e da vesícula biliar. As monoaminas, incluindo a norepinefrina, serotonina, dopamina e a histamina têm importante papel na regulação do apetite e dependendo do sistema de receptor que é ativado, elas podem levar tanto a aumento como a diminuição da ingestão alimentar (MANCINI; HALPERN, 2002).

#### **4.1.1. Colecistoquinina**

Um dos hormônios mais cedo descobertos com um papel bem conhecido na regulação do apetite é o CCK, que é uma hormona gastrointestinal é secretada no duodeno e jejuno para a circulação sanguínea em resposta à ingestão de nutrientes (proteínas e ácidos graxos). Na fase inicial de seu lançamento estimula o esvaziamento gástrico, secreções gástricas (pâncreas e vesícula) e acelera o trânsito no intestino delgado, ou seja, estimula ainda mais o consumo de ração. No trato gastrointestinal distal, no entanto, a libertação de CCK e gástrica estimula a libertação de três outros peptídeos (PYY, GLP-1 e OXM) com efeito supressor sobre a ingestão de alimentos a partir do íleo e do cólon. Esta libertação ocorre muito antes da digesta atingir esta parte do trato e gera um mecanismo de “feedback”, que resulta no retardamento do esvaziamento gástrico e diminui a taxa de produção do ácido gástrico, assim como secreções pancreáticas e biliares. Além disso, diminui a motilidade intestinal proximal cessando a refeição (BLACK et al. 2009).

#### **4.1.2. GLP-1**

GLP-1 é o fragmento 7-36 do proglucagon, processado nas células I intestinais e é um hormônio da família do glucagon/secretina de peptídeos (MANCINI; HALPERN, 2002).

A GLP-1 é secretada pelas células I, encontradas principalmente no íleo e no cólon. Embora ambas as incretinas sejam liberadas depois da ingestão de nutrientes, as refeições ricas em carboidratos e lipídeos, em particular, parecem ser os principais estímulos da secreção de GIP (ARODA; HENRY, 2006). Esses peptídeos ligam-se a seis receptores específicos de GIP e GLP-1 e são rapidamente metabolizados pela enzima onipresente dipeptídeo peptidase-IV (DPP-IV).

Os efeitos do GLP-1 sobre as células das ilhotas pancreáticas incluem aumento da secreção de insulina das células beta de modo dependente da glicose, aumento da secreção

de somatostatina das células  $\delta$  e redução da secreção de glucagon das células beta. Essas ações contribuem para diminuir o débito de glicose hepática (ORSKOV et al., 2013). De forma aguda, o GLP-1 amplia a secreção da insulina dependente de glicose, ao passo que os efeitos subagudos incluem a estimulação da transcrição da pró-insulina e a biossíntese da insulina.

A bombesina é outro peptídeo com efeito inibitório sobre o consumo de ração. É amplamente distribuída nos mamíferos do trato gastrointestinal. Os níveis plasmáticos de aumento bombesina acentuadamente após o consumo de ração, e tanto a administração central e periférica da bombesina é anorexígeno (VERDICH e al., 2001).

#### **4.1.3. Grelina**

A grelina é um hormônio que foi descoberto recentemente e é considerado um novo regulador de grande interesse para o complexo sistema que controla a ingestão alimentar e peso corpóreo, no balanço energético, estimulando o apetite, a lipogênese, a adipogênese e reduzindo a taxa metabólica. Esta substância, produzida principalmente pelo estômago, mas também, no duodeno, íleo, ceco e cólon e, também em outros tecidos, foi revelada pelos pesquisadores como um fator que estimula o apetite e parece estar envolvida no estímulo para iniciar uma refeição (ROMERO; ZANESCO, 2006; FRASSETO; BITENCOURT, 2009).

A grelina é responsável pelo aumento da secreção do hormônio do crescimento (GH) (ZHANG, 1994; SUDI, 2001). Além de sua ação como liberador de GH, a grelina possui outras importantes atividades, como controle do gasto energético, controle da secreção ácida e da motilidade gástrica, influência sobre a função endócrina pancreática e metabolismo da glicose (MATSUBARA et al., 2002 e MOTA; ZANESCO, 2007). Ela está diretamente envolvida na regulação em curto prazo do balanço energético, no qual níveis circulantes de grelina encontram-se aumentados durante jejum prolongado e em estados de

hipoglicemia, e têm sua concentração diminuída após a refeição ou administração intravenosa de glicose (LA CAVA; MATARESE, 2004).

#### **4.1.4. Leptina**

Nos anos 1990, com a descoberta da leptina, inaugurou-se uma nova era de estudos sobre o tecido adiposo, como órgão endócrino.

Este hormônio é levado pelo sangue até o cérebro, onde atua nos receptores do hipotálamo para diminuir o apetite. É responsável pelo controle da ingestão alimentar, atuando em células neuronais do hipotálamo no sistema nervoso central (GALE et al., 2004; GUIMARÃES, 2007). A ação da leptina no hipotálamo, em mamíferos, promove a redução da ingestão alimentar, o aumento do gasto energético, atua na regulação da função neuroendócrina e no metabolismo da glicose e de lipídios. Seu pico de liberação ocorre durante a noite e às primeiras horas da manhã, e sua meia-vida plasmática é de 30 minutos (DAMASIO et al., 2006; DATE et al., 2000).

A expressão da leptina é controlada por diversas substâncias, como a insulina, os glicocorticoides e as citocinas pró-inflamatórias (FRIEDMAN; HALAAS, 1998). Inversamente, a testosterona, a exposição ao frio e as catecolaminas reduzem a síntese de leptina. Situações de estresse impostas ao corpo, como jejum prolongado e exercícios físicos intensos, provocam a diminuição dos níveis circulantes de leptina (MUCIOLLI et al., 2002). Assim, altos níveis de leptina reduzem a ingestão alimentar enquanto que baixos níveis induzem o aumento da fome.

#### **4.1.5. Serotonina**

A serotonina ou 5-hidroxitriptamina (5-HRT) é um neurotransmissor produzido no tronco encefálico, no núcleo da rafe, e desempenha papel em muitas partes do organismo. Ela compõe o grupo das aminas biogênicas (neurotransmissores) que incluem também as catecolaminas (adrenalina, noradrenalina e dopamina), sendo caracterizada como uma

molécula sinalizadora gastrointestinal. Ela é sintetizada pelas células neuroendócrinas e por neurônios serotoninérgicos. No trato gastrointestinal a serotonina vem desempenhando um papel de neurotransmissor entérico, realizando a iniciação e propagação dos reflexos entéricos e a sinalização do intestino para o cérebro (GERSHON, 1981; GERSHON, 1982).

A serotonina atua como inibidora das vias de dor na medula, e estão relacionadas às alterações do comportamento, ansiedade, sono, humor, depressão e supressão de apetite (CROWELL, 2004). Ela foi indicada inicialmente como efetora em diversos tipos de músculo liso e, posteriormente, como intensificadora da agregação plaquetária e como neurotransmissor no sistema nervoso central. A síntese é controlada pela quantidade de triptofano disponível no fluxo extracelular que banha os neurônios serotoninérgicos. Como o triptofano é um aminoácido essencial, sua disponibilidade depende completamente da dieta.

Diante da importância do triptofano na síntese da serotonina e conseqüentemente na regulação do consumo de alimento é necessário ter cuidado com os efeitos negativos que uma possível deficiência de triptofano possa acarretar. Esta deficiência pode ocorrer em dietas com altas concentrações de proteína bruta, que irá acarretar competição entre os transportadores de triptofano, tanto no intestino quanto no cérebro, e os aminoácidos de cadeia longa, o que poderá acarretar menor absorção de triptofano conseqüentemente menor quantidade de triptofano metabolizado em serotonina acarretando uma menor ingestão de alimento (HENRY et al., 1992).

Em estudo conduzido com suínos machos castrados e fêmeas na fase de terminação, os mesmos autores citados anteriormente constataram que a influência negativa do triptofano sobre o consumo de ração foi maior nas fêmeas que nos machos castrados e que este efeito estaria associado à baixa relação entre o triptofano e os aminoácidos neutros

(AAN) na ração e no plasma. Segundo esses autores, a menor relação entre esses aminoácidos no plasma resultou em diminuição da disponibilidade de triptofano no cérebro, reduzindo, conseqüentemente, a produção de serotonina, um neurotransmissor que estimula o consumo de alimento pelos animais. Em estudo posterior, Henry et al. (1996) confirmaram que o efeito redutor do triptofano sobre a ingestão voluntária de alimentos dos suínos estaria relacionado à menor concentração de serotonina em várias regiões do cérebro, mais expressiva em fêmeas que em suínos machos castrados.

## 5. LISINA

A lisina é considerada um aminoácido fisiologicamente essencial para manutenção, crescimento e produção de suínos e aves e tem como principal função a síntese de proteína muscular. Ela é considerada essencial porque é sintetizada pelo organismo em pequenas quantidades, que não atendem à necessidade do animal, o que torna necessária a ingestão de proteína intacta do alimento ou de fontes sintéticas como a L-lisina HCL (ROCHA et al., 2009).

O NRC (2012), em sua mais recente publicação, informou a exigência de lisina para suínos com sendo de 0,69; 0,77 e 0,82% na faixa de peso de 70 a 100 kg/PV e de 0,58; 0,64 e 0,73% para a faixa de peso de 100 a 135 kg/PV para suínos macho castrado, fêmea e macho inteiro, respectivamente. Já Rostagno (2011) recomenda níveis de lisina digestível de 0,82; 0,89 e 1,00% para macho castrado, fêmea e macho inteiro respectivamente na faixa de peso de 70 a 100 kg/PV e 0,75 para macho castrado com peso entre 100 e 120 kg/PV.

Contudo, o que se observa nas tabelas e na literatura é que as informações disponíveis relacionadas à exigência de lisina para suínos pesados são inconsistentes, tendo em vista que as recomendações variam entre 0,67% de lisina digestível para suínos machos

castrados dos 85 aos 120 kg (MARINHO et al., 2007); 0,80% de lisina digestível para suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg (SANTOS et al., 2011) e 0,98% de lisina digestível para suínos machos castrados dos 95 aos 115 kg (SOBRINHO et al., 2013).

Fontes et al. (2000) avaliaram níveis de lisina para leitoas dos 60 aos 95 kg e recomendaram o nível de 1,00% de lisina (0,302%/Mcal de ED) e 0,90% (0,272%/Mcal de ED) de lisina digestível verdadeira, para máximo desempenho. Kill et al. (2003) quando avaliaram planos de nutrição para leitoas dos 65 aos 105 kg recomendaram o nível de 1,00 - 0,90% de lisina, como os que proporcionaram os melhores resultados de desempenho e características de carcaça.

Essas diferenças observadas ocorrem em função da constante evolução genética, sendo necessárias constantes reavaliações das exigências nutricionais, em especial da lisina digestível, uma vez que os suínos apresentam seu desempenho e características de carcaça melhoradas e, por consequência, podem ter suas exigências aminoacídicas aumentadas (SANTOS et al., 2011).

Em experimentos para determinar a exigência de lisina é essencial considerar as proporções dos aminoácidos essenciais com lisina nas dietas para evitar variações no desempenho dos suínos. Quando o nível de suplementação de um aminoácido essencial é inadequado, o desempenho pode ser limitado pelo aminoácido que é deficiente, mesmo que o nível de lisina esteja adequado.

Contudo, deve-se levar em consideração a hierarquia que se busca com o requerimento de lisina, que é reduzir a gordura abdominal, maximizar o rendimento de carcaça, reduzir a conversão alimentar e aumentar o ganho de peso (AJINOMOTO, 2003), no qual fatores como o nível energético utilizados nas rações devem ser levados em consideração, principalmente quando se trabalha com animais com maior peso de abate.

### **5.1. Relação de energia e lisina para suínos em terminação**

A nutrição tem sido responsável pela maior parte dos custos de produção de suínos, sendo a energia, quantitativamente, o componente mais importante das rações, já que os suínos se alimentam para atender suas necessidades energéticas, sendo um dos principais fatores que controlam o consumo de alimento e de nutrientes essenciais quando os animais são submetidos a regime de alimentação à vontade (REZENDE et al., 2006).

Os aumentos dos níveis de energia das rações, mantendo-se constante a relação entre a proteína ideal e a energia, tem sido eficaz para melhorar a eficiência alimentar e, em alguns casos, a taxa de crescimento, principalmente quando os animais são criados em condições de estresse por altas temperaturas ou em condições comerciais de criação. Essas são situações em que o consumo voluntário é reduzido, o uso de dietas de alta energia tem sido associado a maiores consumos de energia e, conseqüentemente, maiores taxas de crescimento (LE DIVIDICH, 1987; DA LA LLATA, 2001).

Porém, apesar do aumento dos níveis de energia da ração ter efeitos positivos sobre a eficiência alimentar, não há consenso quanto aos seus efeitos sobre a qualidade da carcaça produzida. Pettigrew e Moser (1991) verificaram que aumento dos níveis de energia das rações, mesmo que se mantendo constante a relação entre a proteína ideal e a energia, poderia influenciar os parâmetros de composição de carcaça, reduzindo o percentual de carne magra e aumentando o de gordura. Contudo, Usry e Boyd (2001) demonstram que animais de genótipos modernos alimentados com dietas ricas em energia e balanceadas em proteína com relação à energia, mantendo-se constante a relação lisina:caloria, tem sido eficiente em manter a qualidade de carcaça de suínos na fase de terminação, aumentando muitas vezes o rendimento de carcaça (AJINOMOTO, 2005).

Por isso, a busca pela eficiência na nutrição energética dos suínos, aliando ganhos biológicos e econômicos, tem sido contínua. Portanto, é desejável que as exigências

nutricionais sejam expressas em relação ao conteúdo energético das rações, especialmente as exigências proteicas, considerando o seu perfil de aminoácidos. A adição de lipídios ou a utilização de qualquer alimento de alto valor energético visando ao aumento do conteúdo energético da ração requer a correção dos valores proteicos proporcionalmente, a fim de se evitar desbalanço entre o consumo de energia e de proteína e, conseqüentemente, alteração da partição da energia depositada como gordura ou proteína na carcaça (USRY; BOYD, 2001).

Da La Latta et al. (2001) relatam que quando a relação lisina:energia da ração é mantida, os suínos compensam a baixa densidade energética da ração, aumentando a ingestão de alimento, até que determinado nível de consumo de energia seja atingido. Por outro lado, Rezende et al. (2006) avaliaram o efeito dos níveis de energia metabolizável, mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação, constataram que os níveis crescentes de energia metabolizável (3.100 a 3.500 Kcal/kg), mantendo-se a relação lisina digestível:caloria na ração de suínos machos castrados, promovem melhora na conversão alimentar e redução no consumo de ração, sem alterar os valores do ganho de peso e das características de carcaça. Já Paiano et al. (2008) avaliaram a relação treonina:lisina digestíveis e níveis de energia líquida para suínos em crescimento e terminação constataram que o aumento nos níveis de energia líquida (2.410 a 2.570 Kcal/kg) e a relação treonina:lisina de 0,658 ocasionou redução do consumo diário de ração, melhora da conversão alimentar e acréscimo na deposição de gordura na fase de crescimento e terminação (30 aos 90 kg).

A revisão de literatura aponta a necessidade de estudos com as diferentes categorias animais em função das mudanças genéticas relacionadas às exigências de mercado, direcionado pelas mudanças de hábitos alimentares ditados pelos consumidores.

Diante dessas exigências têm sido abatidos animais cada vez mais pesados, o que tem interferido na qualidade da carne em função dos melhoramentos genéticos que tem sido imposto constantemente as linhagem comerciais.

Porém, são necessários estudos e conhecimentos aprofundados sobre as diferentes categorias animais em estudo, além da fisiologia e nutrição aliados à exigência nutricional atrelada à genética e o período produtivo dos animais a serem avaliados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AJINOMOTO, 2003a – **Lisina: principal aminoácido para deposição proteica.** Disponível em: [www.lisina.com.br](http://www.lisina.com.br). Acessado em: 13 de novembro de 2014.
- AJINOMOTO, 2005 – **Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados dos 60 aos 95 kg.** Disponível em: [www.lisina.com.br](http://www.lisina.com.br). Acessado em 14 de novembro de 2014.
- ARODA, M.A.; HENRY, R.R. **Incretin hormones in diabetes and metabolism.** 2006. Available <http://www.medscape.com/viewprogram/3075>. Acessado em 15 de jan. 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Relatório de registro genealógico e de provas Zootécnicas.** 2003.
- BEATTIE, V.E. et al. The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, v.52, p.205-211, 1999.
- BERTOL, T. M. et al. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, apr. 2001.
- BLACK J.L. et al. Metabolic regulation of feed intake in monogastric animals. 2009. In: TORRALLARDONA D. and ROURA E. (eds.) **Voluntary Feed Intake in Pigs.** Wageningen Academic Publishers, the Netherlands, pp. 189 – 213.
- BOORMAN, K.N. Regulation of protein and aminoacid intake. In: BOORMAN, K.N & FREEMAN, B.M. (ed.). **Food Intake Regulation in Poultry.** Edinburg: **British Poultry Science, LTD.**, p.87-126, 1979.
- BUCKINGHAM, M. Making muscle in mammals. **Trends in genetic**, **8:144. 1992.**
- CISNEROS, F. et al. Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. **Journal of Animal Science**, v.74, p.925-933, 1996.
- CROWELL, M.D. Role of serotonina in the irritable bowel syndrome. **British Journal of Pharmacology**, v.141, p.1285-1293, 2004.
- DA LA LLATA, M. Effects of dietary fat on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs reared in a comercial environment. **Journal of Animal Science** v.79, p.2643. 2001.
- DAMASIO, A.R. et al. Tratamento multidisciplinar reduz o tecido adiposo visceral, leptina, grelina e a prevalência de esteatose hepática não alcoólica (NAFLD) em adolescentes obesos, **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.12, n. 5, 2006.

- DATE, Y. et al. Ghrelin, a novel growth hormone-releasing acylated peptide, is synthesized in a distinct endocrine cell type in the gastrointestinal tracts of rats and humans. **Endocrinology**. v. 141, p. 4255-4261, 2000.
- DE LANGE, C.F.M. et al. Modeling chemical and physical body composition of the growing pig. **Journal of Animal Science**. v.81, 159-165. (Suppl. 2). 2003.
- FÁVERO, J.A. Abate de suínos machos inteiros – Visão Brasileira. 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína 16 de novembro a 16 de dezembro de 2000 - Concórdia, SC. Disponível em: [www.cnpisa.embrapa.br/sge/sge\\_publicacoes/anais01cv2\\_pt.pdf](http://www.cnpisa.embrapa.br/sge/sge_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf). Acesso em 15 de jan 2015.
- \_\_\_\_\_. Tendências da tipificação de carcaças e da qualidade da carne suína no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 4, 1989, Itapema. **Anais...** Itapema, 1989, p. 7-10.
- FAVERO, J.A. et.al. **Congresso Abraves**, 8., Foz do Iguaçu. p.395-396, 1997.
- FILHO, G.A.S. et al. Efeito de planos de nutrição e de genótipos sobre características físicas de carcaça de suínos. **Revista Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.4, p.1060-1067, out./dez., 2000.
- FONTES, D.O. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas para deposição de carne magra, dos 60 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.784-793, 2000.
- FRASSETO, S. S.; BITENCOURT, G. O. Aspectos da leptina na anorexia nervosa: possíveis efeitos benéficos no tratamento da hiperatividade. **Revista de Nutrição**, vol. 22, p. 739-745, 2009.
- FRIEDMAN, J.M. & HALAAS, J.L. Leptin and the regulation of body weight in mammals. **Nature** 1998; v.395, p.763-770.
- GALE, S. M. et al. **Grelina e controle da energia de homeostase**. Newslab, ed 64, 2004.
- GERSHON, M.D. The enteric nervous system. **Annu ver. Neurisci**, v.4, p.227-272. 1981.
- \_\_\_\_\_. Serotonergic neurotransmission in the gut. **Scand j. Gastroenterol suppl**, v.71, p.26-41. 1982.
- GUIMARÃES, D. E. D. Adipocitocinas: uma nova visão do tecido adiposo. **Revista de Nutrição**, v. 20, p. 549-559, 2007.
- HAESE, D. & BÜNZEN, S. Temperatura ambiental efetiva e consumo voluntário. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, nº1, p.172- 175, janeiro/fevereiro de 2005. Artigo número 18.
- HAMILTON, D.N. et al. The effect of the halothane and rendimento napole genes on carcass and meat quality characteristics of pigs. **Journal of Animal Science**, 78:2862. 2000.

- HENRY, Y. et al. Growth performance and brain neurotransmitters in pigs as affected by tryptophan, protein, and sex. **Journal of Animal Science**, v.74, p.2700-2710, 1996.
- \_\_\_\_\_. Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1873-1887, 1992.
- IRGANG, R. Limites fisiológicos do melhoramento genético. **In:** xxxv Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia – Simpósios, p. 355–369.
- KILL, J.L. et al. Planos de nutrição para leitões de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1330-1338, 2003.
- LA CAVA, A.; MATARESE, G. The weight of leptin in immunity. **Nature Reviews Immunology**, v.4, p. 371-379, 2004.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. New York: Cab International, 1997.
- LE DIVIDICH, et al. Effect of environmental temperature and dietary energy concentration on the performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs fed to equal rate of gain. **Livestock Production Science**. v.17, p.235-1987.
- MANCINI, M.C. & HALPERN, A. Aspectos fisiológicos do balanço energético. **Arquivos Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**, v. 46 nº 3 junho 2002.
- MANZKE, N.E et al. Novos desenvolvimentos na nutrição dos leitões nas fases decréscimo e terminação. **In:** Simpósio Internacional de Suinocultura. Porto Alegre, RS-10 a 13 de maio de 2011.
- MARINHO, P.C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dieta sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061-1068. 2007.
- MARTÍNEZ-RAMÍREZ, H.R. et al. **Resposta dos suínos para aminoácidos e nitrogênio**. VI congresso latino-americano de nutrição animal - sala suínos 23 a 26 de setembro de 2014 – Estância de São Pedro, SP – Brasil.
- MASCARENHAS, A. G. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos castrados inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.31, p.1403 – 1408. 2002.
- MATSUBARA, M. et al. Decreased plasma adiponectin concentrations in women with dyslipidemia. **Journal Clinic and Endocrinology and Metabolism**. v. 87, p. 2764-2769, 2002.
- MERKS, J.W.M. **One century of genetic changes in pigs and the future needs**. IPG, Institute for Pig Genetics B.V., P.O. Box 43, 6640 AA Beuningen, the Netherlands. 2000

- MILLER, K.D. et al. Frequency of the *rendement napole* allele in a population of american hampshire pigs. **Journal of Animal Science**, 78:1811. 2000.
- MOTA, G.R. & ZANESCO A. Leptina, ghrelina e exercício físico. **Arquivos Brasileiro de Endocrinologia e Metabologia**. v. 51, p. 25-32, 2007.
- MUCIOLLI, G. et al. Neuroendocrine and peripheral activities of ghrelin: implications in metabolism and obesity. **European journal of pharmacology**. v. 440, p. 235-254, 2002.
- NRC (2012) **Nutrient Requirements of Swine** (11th ed.). Washington, DC: National Academy Press. 2012. 400 p.
- ORSKOV, C. et al. Effect of truncated glucagon-like peptide-1 on endocrine secretion from pig pancreas, antrum, and nonantral stomach. **Endocrinology**. 123:2009-2013.
- PAIANO, D. et al. Relação treonina:lisina digestível e níveis de energia líquida para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 37, n.12, p.2147-2156, 2008.
- PANETO, J.C.C.; FERRAZ, J.B.S. Comparação entre as tendências genéticas e econômicas de um rebanho elite de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.29, n.6, p.2216-222, 2000.
- PÉREZ-ENCISO, M., A. Et al. A QTL on pig chromosome 4 affects fatty acid metabolism: evidence from a iberian by landrace intercross. **Journal of Animal Science**, 78:2525. 2000.
- PETTIGREW, J.E.; ESNAOLA, M.A. Swine nutrition and pork quality: a review. **Journal of Animal Science**, v.79, p.e316-e342, 2001.
- PETTIGREW, J.E., MOSER, R.L. Fat in swine nutrition. **In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. (ed) Swine Nutrition**. Butterworth-Heinemann: Stoneham. 1991. p.133-146.
- PLASTOW, G. S. Molecular genetics in the swine industry. **In: III Simpósio Nacional de Melhoramento Animal**, Belo Horizonte, 2000.p.21-37.
- REEDS, P. et al. (1993). Growth regulation with particular reference to the pig. **In: HOLLIS, G. (ed). Growth of the pig**. Cab International, Wallingford, UK.
- REZENDE, W.O. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.3, p.1101-1106, 2006 (supl.).
- ROCHA, T.C. et al. Níveis de lisina digestível em rações para poedeiras no período de 24 a 40 semanas de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n.9, p.1726-1731, 2009.
- ROMERO, C.E.M. & ZANESCO A. O papel dos hormônios leptina e grelina na gênese da obesidade. **Revista Nutrição**, v. 19,p. 85-91, jan./fev., 2006.

- ROSA, A.F. et al. Características de carcaça de suínos de três linhagens genéticas em diferentes idades ao abate. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.6, p. 1718-1724.
- ROSTAGNO, H.S. et al. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG. 252p.
- RUBENSAN, J.M. Transformações “post mortem” e qualidade de carne suína. **In:** Conferencia Virtual sobre Qualidade da Carne Suína, 2000, Concórdia, SC. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/sge/sge\\_publicacoes/anais01cv2\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sge/sge_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf)peck. Acesso em 15 de jan 2015.
- SANTOS, F. A. et al. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1038-1044, 2011.
- SCHINCKEL, A.P. (1991). **Optimizing lean growth in swine**. A genetic perspective. 27th. Nutrition Conference for Feed Manufacturers. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada.
- SHAHIN, K.A. et al. The effect of breed-type and castration on tissue growth patterns and carcass composition in cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 35, n. 3/4, p. 251-264, 1993.
- SOBESTIANASKY, R. et. al. **Suinocultura intensiva**. Embrapa CNPSA, 1998. 388p.
- SOBRINHO, D.C.S. et al. Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 546-557, 2013.
- SUDI, K. et al. Relationship between subcutaneous fatness and leptin in male athletes. **Med Sci Sports Exerc**. Vol. 33, p. 1324-1329, 2001.
- SZALO, C. et al. The application of digital imaging techniques in the in vivo estimation of body composition of pigs: a review. **Livestock Production Science**, 60:1-11, 1999.
- TAUSON, A.H. (2012). Feed intake and energy supply: growing pigs. **Nutritional Physiology of Pigs**. Chapter 19. p. 1-25
- TE PAS, M.F.W. et al. Influences of myogenin genotypes on birth weight, growth rate, carcass weight, backfat thickness, and lean weight of pigs. **Journal of Animal Science**, 77:2352. 1999.
- TERRA, N.N., FRIES, L.L.M. A qualidade da carne suína e sua industrialização. I Conferência Virtual Internacional sobre Qualidade de Carne Suína, 2000. Disponível em: [www.cnpsa.embrapa.br/sge/sge\\_publicacoes/anais01cv2\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sge/sge_publicacoes/anais01cv2_pt.pdf)peck. Acesso em 15 de jan 2015.
- USRY, J.; BOYD, R.D. Realidade da nutrição nos EUA: Sistemas de energia modificada, proporção entre lisina e energia e dietas com altos teores de energia para suínos em crescimento relacionados ao desempenho animal, produção de carne e custos de

produção. In: Workshop Latino-Americano Ajinomoto Biolatina, 1., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001. p.103-133.

VERDICH, C. et al. A meta-analysis of the effect of glucagon-like peptide-1 amide on ad libitum energy intake in humans. **J clin endocrinol metab.** 2001; v.86, p.4382-4389.

WEBB, J. **New oportunities for genetic change in pigs.** Advances in pork production, 11:83. 2000.

WEATHERUP, R.N. et al. The effect of increasing slaughter weight on the production performance and meat quality of finishing pigs. **Animal Science**, v.67, p.591-600, 1998.

ZHANG, Y. et al. Positioning cloning of the mouse obese gene and its human homologue. **Nature.** 1994: 372: 425-3.

## **CAPÍTULO 2**

---

**Exigência de lisina digestível para suínos machos castrados, inteiros e fêmeas de 60 a 90 kg: desempenho e avaliação de carcaça**

## RESUMO

Foram realizados três experimentos para determinar a exigência de lisina digestível (LD) para suínos dos 60 aos 90 kg. Em cada experimento foram estabelecidos cinco níveis de lisina digestível (LD) com oito repetições por tratamento, totalizando 40 animais alojados em baias individuais e o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados considerando o peso inicial. O peso médio inicial foi  $59,24 \pm 2,12$  kg para as fêmeas (F) no experimento um (Exp1),  $60,33 \pm 2,06$  kg para machos castrados (MC) no experimento dois (Exp2) e  $59,95 \pm 2,01$  kg para machos inteiros (MI) no experimento três (Exp3). Os níveis de LD avaliados foram 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12% durante 35 dias no Exp1 (F), 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% durante 28 dias no Exp2 (MC) e 0,64; 0,78; 0,92; 1,06 e 1,20% durante 35 dias no Exp3 (MI). Foram avaliadas as variáveis de desempenho (conversão alimentar, peso final, ganho de peso diário e consumo de ração) e, variáveis de carcaça (peso quente, rendimento, espessura de toucinho e profundidade de lombo). Não foi observado efeito ( $P > 0,10$ ) dos níveis de lisina sobre o consumo diário de ração nos três experimentos e no peso final e ganho de peso diário no Exp3 (MI). No Exp1 (F) observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) na conversão alimentar (0,94% LD) e efeito linear crescente ( $P < 0,10$ ) no peso final e ganho de peso diário. No Exp2 (MC) observou-se efeito linear decrescente ( $P < 0,10$ ) na conversão alimentar e efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) no peso final (0,93% LD) e ganho de peso diário (0,96% LD). Nas características de carcaça das fêmeas (Exp1) e dos machos castrados (Exp2) observou-se efeito linear decrescente ( $P < 0,10$ ) na espessura de toucinho, aumento linear na profundidade de lombo e no peso da carcaça quente. No Exp3 (MI) observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) na conversão alimentar (1,03% LD). Recomenda-se o nível de 0,96% de LD para suínos MC em função do ganho de peso diário e, 0,94% e 1,03% de LD, respectivamente, para suínos F e MI em função da conversão alimentar.

**Palavras chave:** aminoácidos digestíveis, características de carcaça, desempenho, exigência nutricional, proteína ideal, suínos

## ABSTRACT

Three experiments have been done to determine the ideal digestible lysine requirement for pigs weighing between 60 to 90 kg. In each experiment five levels of digestible lysine (LD) were established with eight replicates per treatment totalizing forty pigs lodged in individual crates and the experimental design adopted was in randomized blocks considering initial weight. The mean starter weight was  $59.24 \pm 2.12$  kg for gilts (F) in first trial (Exp1),  $60.33 \pm 2.06$  kg for barrows (MC) in second trial (Exp2) and  $59.95 \pm 2.01$  kg for boars (MI) in third trial (Exp3). The evaluated LD levels were 0.56; 0.70; 0.84; 0.98 and 1.12% during 35 days in Exp1 (F), 0.52; 0.66; 0.80; 0.94 and 1.08% during 28 days in Exp2 (MC) and 0.64; 0.78; 0.92; 1.06 and 1.20% during 35 days in Exp3 (MI). There were evaluated performance (feed to gain ratio, final weigh and daily weight gain and feed consumption) and carcass characteristics (hot weight, yield, back fat and loin depths). In the three trials there were no significant effect ( $P > 0.05$ ) on feed consumption and in trial with boars (Exp3) there were no effect of final weight and daily weight gain. In Exp1 (F) there were observed quadratic effect on feed to gain ratio (0.94% LD) and ascending linear effect on final weight and daily weight gain. On Exp2 (MC) there were observed descending linear effect on feed to gain ratio and quadratic effects on final weight (0.93% LD) and daily weight gain (0.96% LD). On gilts (Exp1) and barrows (Exp2) carcass characteristics there were observed a descending linear effect on back fat depth, ascending linear effect in loin depth as well as to the hot carcass weight of gilts. The recommendation of LD requirement for barrows were 0.96% considering daily weight gain and 0.94% for gilts and 1.03% for boars considering feed to gain ratio.

**Keywords:** carcass characteristics, digestible aminoacids, ideal protein, nutritional requirements, performance, pigs

## INTRODUÇÃO

A busca pela melhoria na qualidade da carcaça tem levado à seleção e produção de suínos com alto potencial genético para desempenho, eficiência alimentar e crescimento de tecido muscular (WHITE et al., 2008). O consumo de energia influencia a deposição de tecido muscular, mas essa só é eficientemente obtida se o aporte de aminoácidos, principalmente lisina, for suficiente para permitir a expressão genética do animal (MAIN et al., 2008). Dessa forma, suínos com altas taxas de deposição de proteína têm exigências mais altas de aminoácidos para expressar seu potencial genético de crescimento e sua eficiência para deposição de tecido muscular.

WAGNER et al. (1999) relataram que suínos de diferentes sexos e provenientes de diferentes grupos genéticos não possuem as mesmas capacidades de deposição de carne e gordura, sendo que o aumento no nível de proteína na ração acarreta maior acúmulo de tecido muscular e menor deposição de gordura na carcaça. Nogueira et al. (2001) relatam que suínos comerciais híbridos de alto potencial genético produzem progênie que apresentam carcaças magras e com grande quantidade de carne.

Além dos fatores genéticos, as categorias animais também devem merecer especial atenção, principalmente nas particularidades de cada uma no que se refere à exigência nutricional e produtiva, já que a produção de suínos machos não castrados vem crescendo progressivamente no Brasil, fato que está relacionado à superioridade desses animais em relação aos castrados (FÁVERO, 2001).

De acordo com o NRC (2012), a exigência em lisina digestível para suínos é de 0,69; 0,77 e 0,82% na faixa de peso de 70 a 100 kg para suínos machos castrados, fêmeas e machos inteiros, respectivamente. Já Rostagno et al. (2011) recomendam níveis de lisina digestível de 0,82; 0,89 e 1,00% para macho castrado, fêmea e macho inteiro, respectivamente, na faixa de peso de 70 a 100 kg.

Portanto, objetivou-se determinar a exigência de lisina digestível para fêmeas (experimento 1), machos castrados (experimento 2) e machos inteiros (experimento 3), animais de abate oriundos do cruzamento do macho Embrapa MS-115 x fêmea F1 GA2012 dos 60 aos 90 kg de peso vivo.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O projeto foi submetido à avaliação do comitê de ética e aprovado e protocolado com o número 007/2010, sob o título “**Desenvolvimento de estratégias para uso e para o melhoramento genético da produtividade, rendimento industrial e qualidade de carne das raças e linhagens de suínos brasileiros**”.

Foram conduzidos três experimentos nas instalações da granja experimental do sistema de produção de suínos da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para suínos em terminação dos 60 aos 90 kg oriundos do cruzamento do macho Embrapa MS-115 (Tri Cross) x fêmea F1 GA2012 (Landrace x Large White).

### **Experimento 1**

Foram utilizadas 40 fêmeas suínas com peso inicial de  $59,95 \pm 2,01$  kg e período experimental de 35 dias (de 15 de fevereiro a 21 de março de 2012). Os níveis de lisina utilizados neste experimento foram de 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12% de lisina digestível. O nível central foi definido segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos fêmea de alto potencial para deposição de carne magra. Partindo do nível central recomendado os demais níveis estabelecidos foram dois níveis acima do recomendado e dois níveis abaixo. As temperaturas médias das máximas e mínimas observadas neste experimento foram de  $30,0 \pm 1,96^\circ\text{C}$  e  $20,47 \pm 1,46^\circ\text{C}$ .

## **Experimento 2**

Foram utilizados 40 suínos machos castrados cirurgicamente com peso inicial de  $60,33 \pm 2,06$  kg e período experimental de 28 dias (de 15 de fevereiro a 14 de março de 2012). Os níveis de lisina utilizados neste experimento foram de 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% de lisina digestível. O nível central foi definido segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos machos castrados de alto potencial para deposição de carne magra e os demais níveis foram definidos da mesma forma citada no experimento 1. As temperaturas médias das máximas e mínimas observadas neste experimento foram de  $30,14 \pm 2,12^\circ\text{C}$  e  $20,93 \pm 1,13^\circ\text{C}$ .

## **Experimento 3**

Foram utilizados 40 suínos machos inteiros com peso inicial de  $59,24 \pm 2,12$  kg e período experimental de 35 dias (de 15 de fevereiro a 21 de março de 2012). Os níveis de lisina utilizados neste experimento foram de 0,64; 0,78; 0,92; 1,06 e 1,20% de lisina digestível. O nível central foi definido segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos machos inteiros de alto potencial para deposição de carne magra e os demais níveis foram definidos da mesma forma citada no experimento 1. As temperaturas médias de máxima e mínima observadas neste experimento foram de  $30,0 \pm 1,96^\circ\text{C}$  e  $20,47 \pm 1,46^\circ\text{C}$ .

Os diferentes períodos de duração nos três experimentos são decorrentes da expectativa inicial de ganho de peso diferenciado para cada categoria animal.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso, em função do peso inicial, com oito repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram distribuídos em baias individuais com piso parcialmente ripado, dimensões de 1,8 x 1,1 metros, bebedouro com altura regulável tipo chupeta e comedouro automático. Água e ração seca farelada foram disponibilizadas para consumo à vontade. As

rações experimentais (Tabela 1, 2 e 3) foram formuladas à base de milho e farelo de soja sendo mantida a relação aminoacídica (Tabela 4) e suplementadas com minerais e vitaminas.

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 1 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em fêmeas suínas dos 60 aos 90 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12
Milho	84,4710	79,1561	73,8394	68,5537	63,2775
Farelo soja	11,4929	16,6403	21,7743	26,8763	31,9517
Óleo de soja	0,7687	0,8859	0,9913	1,0952	1,1892
Fosfato bicálcico	1,1311	1,1043	1,0776	1,0512	1,0249
Calcário calcítico	0,8328	0,8206	0,8085	0,7964	0,7843
Sal comum	0,3295	0,3296	0,3297	0,3298	0,3299
Adsorventes	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500
Suplemento mineral	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Suplemento vitamínico	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Sulfato de colistina	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Cloreto de colina	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203
L-Lisina	0,1657	0,1941	0,2230	0,2527	0,2833
DL-Metionina	-	0,0228	0,0715	0,1206	0,1699
L-Treonina	0,0244	0,0579	0,0916	0,1257	0,1602
L-Triptofano	0,0136	0,0182	0,0228	0,0277	0,0326
L-Valina	-	-	-	0,0005	0,0262
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína Bruta	11,79	13,73	15,68	17,62	19,57
EMAn (Kcal/Kg)	3260	3260	3260	3260	3260
Cálcio	0,620	0,620	0,620	0,620	0,620
Fósforo disponível	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,560	0,700	0,840	0,980	1,120
Metionina	0,179	0,224	0,268	0,313	0,358
Metionina+Cistina	0,364	0,455	0,546	0,637	0,728
Treonina	0,392	0,490	0,588	0,686	0,784
Triptofano	0,112	0,140	0,168	0,196	0,224
Arginina	0,252	0,315	0,378	0,441	0,504
Valina	0,408	0,511	0,613	0,715	0,817
Isoleucina	0,330	0,413	0,495	0,578	0,660
Leucina	0,588	0,735	0,882	1,029	1,176
Histidina	0,196	0,245	0,294	0,343	0,392
Fenilalanina	0,296	0,371	0,445	0,519	0,593
Fenilalanina+Tirosina	0,576	0,721	0,865	1,009	1,153

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00 UI, Vit.E (min) 15000.00 UI, Vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit. B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit. B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, Vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 2. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 2 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em suínos machos castrados dos 60 aos 90 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,52	0,66	0,80	0,94	1,08
Milho	87,8756	82,2273	76,6380	71,0252	65,4381
Farelo soja	8,3533	13,8415	19,2540	24,6878	30,0842
Óleo de soja	0,5691	0,7007	0,8179	0,9345	1,0439
Fosfato bicálcico	1,0399	1,0112	0,9831	0,9548	0,9268
Calcário calcítico	0,8004	0,7874	0,7747	0,7618	0,7491
Sal comum	0,3294	0,3294	0,3295	0,3296	0,3297
Cloreto de colina	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203
Sulfato de colistina	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Suplemento mineral	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Suplemento vitamínico	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Adsorventes	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500
L-Lisina	0,2062	0,2246	0,2452	0,2652	0,2864
DL-Metionina	-	0,0195	0,0659	0,1121	0,1586
L-Treonina	0,0360	0,0650	0,0951	0,1249	0,1552
L-Triptofano	0,0200	0,0230	0,0263	0,0296	0,0330
L-Valina	-	-	-	0,0042	0,0247
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína Bruta	10,71	12,76	14,80	16,85	18,90
EMAn (Kcal/Kg)	3260	3260	3260	3260	3260
Cálcio	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
Fósforo disponível	0,280	0,280	0,280	0,280	0,280
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,520	0,660	0,800	0,940	1,080
Metionina	0,166	0,211	0,256	0,301	0,345
Metionina+Cistina	0,338	0,429	0,520	0,611	0,702
Treonina	0,364	0,462	0,560	0,658	0,756
Triptofano	0,104	0,132	0,160	0,188	0,216
Arginina	0,234	0,297	0,360	0,423	0,486
Valina	0,379	0,481	0,584	0,686	0,788
Isoleucina	0,306	0,389	0,472	0,554	0,637
Leucina	0,546	0,693	0,840	0,987	1,134
Histidina	0,182	0,231	0,280	0,329	0,378
Fenilalanina	0,275	0,349	0,424	0,498	0,572
Fenilalanina+Tirosina	0,535	0,679	0,824	0,968	1,112

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00 UI, Vit.E (min) 15000.00 UI, Vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit. B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit. B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, Vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 3. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 3 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível em suínos machos inteiros dos 60 aos 90 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,64	0,78	0,92	1,06	1,20
Milho	81,6693	76,5040	71,3386	66,2166	61,0955
Farelo soja	14,1575	19,1369	24,1163	29,0329	33,9481
Óleo de soja	0,8454	0,9443	1,0432	1,1299	1,2164
Fosfato bicálcico	1,1602	1,1344	1,1085	1,0832	1,0578
Calcário calcítico	0,8084	0,7966	0,7848	0,7731	0,7614
Sal comum	0,3296	0,3297	0,3297	0,3298	0,3300
Adsorvente	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500	0,4500
Suplemento mineral	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Suplemento vitamínico	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Sulfato colistina	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500	0,0500
Cloreto de colina	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203
L-Lisina	0,1902	0,2236	0,2570	0,2923	0,3276
DL-Metionina	0,0044	0,0545	0,1046	0,1553	0,2060
L-Treonina	0,0472	0,0829	0,1186	0,1552	0,1918
L-Triptofano	0,0175	0,0229	0,0283	0,0340	0,0397
L-Valina	-	-	-	0,0274	0,0555
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína bruta	12,80	14,70	16,60	18,50	20,40
EMAn (Kcal/Kg)	3260	3260	3260	3260	3260
Cálcio	0,624	0,624	0,624	0,624	0,624
Fósforo disponível	0,308	0,308	0,308	0,308	0,308
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,640	0,780	0,920	1,060	1,200
Metionina	0,204	0,249	0,294	0,338	0,383
Metionina+Cistina	0,416	0,507	0,598	0,689	0,780
Treonina	0,448	0,546	0,644	0,742	0,840
Triptofano	0,128	0,156	0,184	0,212	0,240
Arginina	0,288	0,351	0,414	0,477	0,540
Valina	0,467	0,569	0,672	0,774	0,876
Isoleucina	0,378	0,460	0,543	0,625	0,708
Leucina	0,672	0,819	0,966	1,113	1,260
Histidina	0,224	0,273	0,322	0,371	0,420
Fenilalanina	0,339	0,413	0,488	0,562	0,636
Fenilalanina+Tirosina	0,659	0,803	0,948	1,092	1,236

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00 UI, Vit.E (min) 15000.00 UI, Vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit. B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit. B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, Vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 4. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.

Aminoácidos digestíveis	Relação
Metionina	32
Metionina + cistina	65
Arginina	45
Histidina	35
Isoleucina	59
Leucina	105
Fenilalanina	53
Fenilalanina + tirosina	103
Treonina	70
Triptofano	20
Valina	73

Fonte: Ajustado de acordo com Rostagno et al., 2011.

Os valores nutricionais dos ingredientes foram ajustados em função da faixa de peso do experimento seguindo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para exigências e relações aminoacídicas.

As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente. Os animais, no entanto, foram pesados no início, no 14º dia e ao final do período experimental, quando atingiram  $93,24 \pm 6,15$  kg no experimento 1 (fêmeas);  $90,37 \pm 4,48$  kg no experimento 2 (macho castrado) e  $98,69 \pm 4,43$  kg no experimento 3 (machos inteiros).

As variáveis de desempenho avaliadas foram o peso final (PF), ganho de peso diário (GPD) e consumo de ração diário (CRD). Também foram calculados: o consumo de lisina diário (CLD), conversão alimentar (CA), custo da ração por kg de ganho de peso (CRGP - calculado pelo produto entre o custo da ração e a conversão alimentar), conversão de lisina pelo ganho de peso (CLGP) (relação entre o consumo de lisina diário em gramas e o ganho de peso diário em kg), eficiência da lisina para ganho de peso diário (ELGP - ganho de peso diário em gramas/consumo de lisina diário em gramas) e o consumo diário de energia metabolizável (CDEM).

No início e final do experimento foi medida em cada animal a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (na região da última costela) com auxílio de um aparelho de ultrassom

(EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup>), obtendo-se a espessura de toucinho inicial ( $P_2I$ ) e a espessura de toucinho final ( $P_2F$ ), como pode ser observado na figura 1.



Figura 1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto  $P_2$ .

Em seguida, foi calculado o aumento da espessura de toucinho durante o período experimental ( $P_2F - P_2I$ ).

No final do experimento foram realizadas medidas de espessura de toucinho (ETU) e da profundidade de lombo (PLU) com aparelho de ultrassom ALOKA SSD-500V acoplado com transdutor de arranjo linear modelo UST 5011-3.5 MHz gerenciado via software BioSoft Toolbox<sup>®</sup> for Swine da Biotronics Inc, como observado na figura 2.



Figura 2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V.

O abate foi feito em abatedouro comercial, localizado a 15 km de distância das instalações experimentais. Os animais foram pesados no dia anterior ao abate. A ração foi retirada às 15h00min e o carregamento foi feito às 3h00min da manhã seguinte. O transporte durou 25 minutos e o período de descanso pré-abate foi de três horas. O tempo total entre o início do jejum e o abate foi de aproximadamente 16 horas.

Após o abate procedeu-se a toaleta e evisceração e as carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi calculado multiplicando-se o PCQ por 100 e dividindo-se pelo peso final. O ganho estimado em carcaça (GEC) foi obtido subtraindo-se o PCQ do peso vivo inicial multiplicado por 0,666 (rendimento de carcaça estimado aos 60 kg) e a partir deste dado calculou-se a conversão de lisina em carcaça ( $CLC = \text{ganho estimado na carcaça dividido pelo período experimental dividido pelo consumo de lisina diário em gramas}$ ).

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS Institute Inc., 2001), decompondo-se a soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais. O conjunto de dados referente a cada um dos experimentos foi analisado de forma independente e as equações de regressão foram geradas utilizando-se o procedimento REG do SAS considerando o nível de 10% de probabilidade.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Desempenho**

Os resultados de desempenho em função dos níveis de lisina digestível obtidos nos três experimentos são apresentados na tabela 5.

### **Experimento 1 (Fêmeas)**

Não foi observado efeito dos níveis de lisina ( $P > 0,10$ ) sobre consumo diário de ração e consumo diário de energia metabolizável. Observou-se efeito linear crescente no

consumo de lisina diário, no ganho de peso diário e peso final, segundo as equações ( $\hat{Y} = -1,24575 + 27,27024X$ ,  $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,10$ ;  $\hat{Y} = 0,73123 + 0,26474X$ ,  $r^2 = 0,64$  e  $P < 0,10$  e  $\hat{Y} = 87,54250 + 8,12245X$ ,  $r^2 = 0,59$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente).

Tabela 5. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho de suínos arraçoados com diferentes níveis de lisina digestível.

Exp	Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
		0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	L	Q	
F	PF (Kg)	90,357	95,386	94,313	96,071	95,700	*	NS	1,82
	GPD (Kg)	0,827	0,984	0,954	0,996	1,007	*	NS	5,36
	CRD (g)	2,518	2,601	2,559	2,493	2,685	NS	NS	8,39
	CLD (g)	14,099	18,207	21,493	24,432	30,076	*	NS	3,64
	CA (g/g)	3,047	2,649	2,699	2,506	2,681	*	**	4,10
	CRGP (R\$/kg)	2,621	2,365	2,499	2,401	2,657	NS	**	4,08
	CLGP (g/Kg)	17,065	18,542	22,668	24,558	30,025	*	NS	5,17
	ELGP (%)	58,707	54,145	44,344	40,889	33,449	*	NS	3,31
	CDEM (Kcal)	8207,6	8479,2	8341,3	8127,4	8754,1	NS	NS	8,39
		0,52	0,66	0,80	0,94	1,08			
MC	PF (Kg)	87,325	90,417	91,357	92,838	91,538	*	**	2,60
	GPD (Kg)	0,966	1,062	1,092	1,156	1,116	NS	**	2,05
	CRD (g)	2,857	2,925	2,983	2,918	2,921	NS	NS	5,16
	CLD (g)	14,856	19,303	23,861	27,432	31,547	*	NS	1,38
	CA (g/g)	2,972	2,759	2,746	2,532	2,632	*	NS	3,42
	CRGP (R\$/kg)	2,508	2,414	2,488	2,378	2,555	NS	NS	6,59
	CLGP (g/Kg)	15,452	18,208	21,968	23,801	28,422	*	NS	3,15
	ELGP (%)	65,069	55,004	45,759	42,113	35,369	*	NS	4,57
	CDEM (Kcal)	9313,6	9534,5	9723,4	9513,7	9522,4	NS	NS	5,16
		0,64	0,78	0,92	1,06	1,20			
MI	PF (Kg)	97,163	99,614	98,625	98,314	99,813	NS	NS	2,85
	GPD (Kg)	1,083	1,157	1,129	1,124	1,154	NS	NS	6,83
	CRD (g)	2,960	2,870	2,755	2,869	2,826	NS	NS	6,94
	CLD (g)	17,555	19,861	23,352	28,117	29,444	*	NS	3,56
	CA (g/g)	2,743	2,486	2,444	2,555	2,454	*	**	3,91
	CRGP (R\$/kg)	2,469	2,401	2,524	2,808	2,861	*	NS	3,90
	CLGP (g/Kg)	16,345	17,285	20,798	25,067	25,696	*	NS	5,46
	ELGP (%)	60,349	56,751	47,556	39,095	37,257	*	NS	4,82
	CDEM (Kcal)	9605,8	9314,5	8941,1	9311,2	9171,8	NS	NS	6,94

L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PF=peso final; GPD=ganho de peso diário; CRD=consumo de ração diário, CLD=consumo de lisina diário, CA= conversão alimentar; CRGP= custo da ração por kg de ganho de peso; CLGP=consumo de lisina necessário para uma unidade de ganho de peso; ELGP=eficiência de lisina por ganho de peso; CDEM = consumo diário de energia metabolizável.

A conversão alimentar melhorou de forma quadrática, com melhor nível estimado de 0,95% de lisina digestível segundo a equação  $\hat{Y}=5,43850-6,16322X+3,29608X^2$  ( $r^2=0,84$  e  $P<0,10$ ). Levando-se em consideração o metabolismo dos animais melhorados geneticamente para produção de carne magra, era esperado efeito nestas variáveis já que a lisina é o aminoácido mais requerido para deposição muscular, contudo, o nível máximo (1,12%) de lisina digestível utilizado neste experimento não foi suficiente para aumentar o gasto energético na excreção de nitrogênio, justificando os efeitos lineares observados neste experimento.

Gomes et al. (2000) relatam que suínos com alta taxa de ganho de proteína podem apresentar maior exigência de consumo de aminoácidos para expressar seu máximo potencial de ganho, já que quando os níveis de lisina estão abaixo da exigência há comprometimento do desempenho. Da La Llata et al. (2007) observaram que o aumento da relação lisina:energia em fêmeas suínas dos 27 aos 120 kg elevou o ganho de peso diário e melhorou a eficiência alimentar sem que houvesse efeito no consumo. Orlando et al. (2006), avaliando níveis de lisina digestível para leitoas dos 65 aos 95 kg, verificaram variação significativa no ganho de peso médio diário dos animais em função do nível de lisina e indicaram o nível de 0,95% de lisina digestível como o ideal para essa fase. Contudo, Shelton et al. (2011) observaram efeito linear crescente sobre o ganho de peso dos níveis de 0,66 a 1,06% de lisina digestível para fêmeas dos 55 aos 80 kg.

Os níveis de lisina digestível influenciaram o custo da ração por kg de ganho de peso, com melhor nível estimado de 0,83% de lisina digestível a partir da equação  $\hat{Y}=4,36520 - 4,76626X+2,88258X^2$  ( $r^2=0,69$  e  $P<0,10$ ).

Observou-se efeito linear crescente dos níveis de lisina sobre a conversão de lisina em ganho de peso de acordo com a equação  $\hat{Y} = 3,41068+22,81076X$  ( $r^2 = 0,96$  e  $P<0,10$ ). Porém, à medida que os níveis de lisina foram aumentados, a eficiência de utilização de

lisina para ganho de peso foi diminuindo linearmente como pode ser observado pela equação  $Y=84,56966-45,55113X$  ( $r^2=0,98$  e  $P<0,001$ ).

A redução da eficiência de utilização da lisina ocorre em consequência do metabolismo proteico e aminoacídico, no qual a síntese proteica ocorre até o nível do aminoácido presente em menor quantidade, sendo prontamente depositado e os aminoácidos excedentes sofrem desaminação e seus resíduos nitrogenados são excretados, o que torna o metabolismo menos eficiente, já que este processo acarreta alto custo energético para o metabolismo animal (SAKOMURA et al., 2014).

### **Experimento 2 (Machos castrados)**

Não foi observado efeito dos tratamentos ( $P>0,10$ ) sobre o consumo de ração diário, custo da ração por kg de ganho de peso e consumo diário de energia.

Observou-se efeito quadrático no peso final e no ganho de peso diário, que aumentaram até o nível de 0,93 e 0,96% de LD representados pelas equações,  $\hat{Y}=66,44807+55,81380X - 30,04174X^2$  ( $r^2=0,97$  e  $P<0,10$ ) e  $\hat{Y}=0,32959+1,67565X-0,87110X^2$  ( $r^2=0,95$  e  $P<0,10$ ), respectivamente. Já o consumo de lisina diário aumentou e a conversão alimentar reduziu linearmente de acordo com o modelo ajustado pela equação  $\hat{Y}= - 0,32037+29,65019X$  ( $r^2=0,99$  e  $P<0,10$ ) e  $\hat{Y}=3,24603-0,64752X$  ( $r^2=0,76$  e  $P<0,10$ ), respectivamente.

O aumento do ganho de peso associado à melhora linear da conversão alimentar com dietas com maior concentração de lisina digestível seria uma evidência de que pode ter ocorrido modificação na composição do ganho de peso com provável aumento da deposição diária de proteína em detrimento da deposição diária de gordura. Essa hipótese é confirmada em estudo realizado por Latorre et al. (2008), que constataram correlação alta e positiva entre ganho diário de proteína e conversão alimentar, indicando que suínos com alta taxa de ganho diário de tecido proteico apresentam melhor eficiência alimentar.

Moreira et al. (2004), em estudo sobre a exigência de lisina para suínos machos castrados em crescimento e terminação não observaram variação na conversão alimentar em função dos níveis de lisina e Abreu et al. (2007) avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos castrados dos 60 aos 90 kg verificaram variação significativa no ganho de peso médio diário até o nível de 0,87% de lisina digestível. Por outro lado, Fortes et al. (2012) não observaram influência no ganho de peso diário dos suínos machos castrados.

Outros autores (KILL et al., 2003, ABREU et al., 2007), avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético em fase de terminação constataram efeito quadrático sobre a conversão alimentar, e recomendaram o nível de 0,97% e 0,93%, respectivamente.

As diferentes respostas observadas na literatura ocorrem em razão do genótipo e da variação na faixa de níveis de lisina avaliados, sendo dependente do potencial de crescimento dos animais, já que quando o nível de lisina excede a exigência dos suínos a tendência é que ocorra um declínio no desempenho devido ao custo energético para excreção dos aminoácidos excedentes.

Observou-se efeito linear crescente sobre a conversão de lisina em função do ganho de peso de acordo com a equação  $\hat{Y} = 3,55119 + 22,52389X$  ( $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,10$ ). Porém, à medida que os níveis de lisina aumentaram a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso diminuiu linearmente, como pode ser observado pela equação  $Y = 89,97178 - 51,63633X$  ( $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,001$ ). Segundo Edmonds e Baker (1987), os suínos toleram excessos de aminoácidos nas dietas, principalmente lisina. Contudo, acredita-se que essa tolerância tenha um limite em função da exigência e do perfil aminoacídico, que pode limitar a síntese proteica em função do nível de aminoácido que está em menor quantidade, sendo o excesso desaminado e excretado com custo energético na forma de nitrogênio (BERTECHINI, 2012).

### Experimento 3 (Machos inteiros)

Não foi observado efeito dos tratamentos ( $P>0,10$ ) sobre o peso final, ganho de peso diário, consumo de ração diário e consumo diário de energia metabolizável.

Observou-se aumento linear no consumo de lisina diário e no custo da ração por kg de ganho de peso de acordo com o modelo ajustado pela equação  $\hat{Y}=2,61381+22,88270X$  ( $r^2=0,98$  e  $P<0,10$ ) e  $\hat{Y} = 1,82968 + 0,85120X$  ( $r^2=0,82$  e  $P<0,10$ ), respectivamente. Já a conversão alimentar apresentou efeito quadrático com nível mínimo estimado em 1,03% de lisina digestível, como pode ser observado pela equação  $\hat{Y}=4,23706-3,47778X+1,69249X^2$  ( $r^2=0,68$  e  $P<0,10$ ). Como não se observou variação na ingestão voluntária de alimento entre os tratamentos, o aumento do consumo de lisina diário está diretamente relacionado à concentração de lisina digestível na dieta e, portanto, é um resultado esperado. O efeito observado na conversão alimentar pode ser justificado pelo fato de que a deposição de tecido proteico, por agregar maior quantidade de água (1:3,4) em relação à deposição de lipídios na carcaça (HALAS et al., 2010), melhora a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso dos suínos, porém isto ocorre até o nível ótimo, e a partir daí a conversão pode piorar.

Outros autores (DONZELE et al., 1998 e KIEFER et al., 2011), avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos não castrados e inteiros dos 60 aos 100 kg, observaram que o nível de 1,00% foi o que apresentou melhor resultado para a conversão alimentar com redução da espessura de toucinho e aumento na quantidade de carne magra na carcaça.

A conversão de lisina em ganho de peso aumentou linearmente de acordo com a equação  $\hat{Y} = 3,63481 + 18,91668X$  ( $r^2 = 0,95$  e  $P<0,10$ ). Porém, à medida que os níveis de lisina aumentaram a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso reduziu linearmente como pode ser observado pela equação  $Y=90,15392-45,59993X$  ( $r^2=0,96$  e

$P < 0,10$ ). Já que a lisina é o aminoácido mais requerido para deposição muscular, é necessário que o perfil aminoacídico esteja adequado e de acordo com a exigência do animal para que não haja catabolismo na tentativa de suprir o déficit aminoacídico necessário para completar a síntese proteica nem custo metabólico para excretar o excesso de aminoácido pela via da ureia (NELSON; COX, 2011).

Kiefer et al. (2011), avaliando os planos nutricionais de lisina digestível para suínos inteiros em crescimento e terminação, observaram aumento linear do consumo de lisina por quilograma de ganho de peso em função do aumento da concentração de lisina digestível na dieta. Estes autores relataram que houve maior consumo de lisina por quilograma de ganho de peso dos machos castrados em relação aos machos inteiros e deduziram que os machos castrados são menos eficientes na utilização da fração proteica em função de não produzirem hormônios sexuais.

### **Características de Carcaça**

Não foi observado efeito ( $P > 0,10$ ) do nível de lisina sobre o rendimento de carcaça (RC) nos três experimentos, assim como no ganho de toucinho ( $P_2F - P_2I$ ) e na espessura de toucinho final ( $P_2F$ ) dos machos castrados e machos inteiros, no ganho estimado de carcaças machos inteiros e nas fêmeas, bem como no peso da carcaça quente (PCQ), profundidade de lombo (PL) e espessura de toucinho (ET) nos machos inteiros como pode ser observado na Tabela 6.

A espessura de toucinho inicial ( $P_2I$ ) demonstra a homogeneidade entre os tratamentos para esta característica no início dos tratamentos, sendo os resultados observados na espessura de toucinho dos animais consequência dos níveis de lisina utilizados no experimento.

Tabela 6. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.

Exp	Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
		0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	L	Q	
F	PCQ (kg)	65,327	68,419	72,896	69,141	70,349	*	NS	3,63
	RC (%)	72,318	71,754	77,422	71,963	73,410	NS	NS	6,38
	PL (mm)	62,471	69,929	68,050	66,386	68,800	*	NS	4,33
	ET (mm)	16,629	15,329	14,050	14,186	13,971	*	NS	4,03
	P <sub>2</sub> I (mm)	9,429	9,714	9,500	9,429	9,857	NS	NS	12,09
	P <sub>2</sub> F (mm)	14,286	13,714	13,375	12,714	12,286	*	NS	11,78
	P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	4,857	4,000	3,875	3,286	2,429	*	NS	50,47
	CLC (kg)	22,950	25,540	26,880	33,700	39,970	*	NS	7,28
	GEC (Kg)	22,130	25,679	30,143	26,198	27,956	*	NS	9,87
		0,52	0,66	0,80	0,94	1,08			
MC	PCQ (Kg)	62,375	63,918	63,203	64,509	65,099	*	NS	5,07
	RC (%)	71,490	70,705	69,177	69,507	71,166	NS	NS	4,83
	PL (mm)	60,213	60,917	64,329	65,788	65,213	*	NS	11,18
	ET (mm)	18,875	19,017	19,314	16,413	16,875	*	NS	5,43
	P <sub>2</sub> I (mm)	9,250	11,500	9,571	9,000	9,625	NS	NS	13,54
	P <sub>2</sub> F (mm)	13,125	12,833	13,000	11,750	12,000	NS	NS	18,98
	P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	3,875	1,333	3,429	2,750	2,375	NS	NS	80,11
	CLC (Kg)	19,890	24,230	31,110	33,350	38,020	*	NS	3,96
	GEC (Kg)	21,138	22,422	21,625	23,152	23,862	*	NS	2,66
		0,64	0,78	0,92	1,06	1,20			
MI	PCQ (Kg)	66,375	69,043	67,638	66,643	68,100	NS	NS	3,29
	RC (%)	68,324	69,325	68,575	67,796	68,864	NS	NS	1,51
	PLU (mm)	59,963	61,243	59,875	60,843	63,200	NS	NS	6,95
	ETU (mm)	14,938	14,929	14,100	15,143	14,014	NS	NS	15,73
	P <sub>2</sub> I (mm)	8,875	8,571	8,000	8,571	8,375	NS	NS	13,11
	P <sub>2</sub> F (mm)	12,000	11,714	13,125	12,429	13,000	NS	NS	11,31
	P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	3,125	3,143	5,125	3,857	4,625	NS	NS	50,75
	CLC (Kg)	23,610	24,190	29,830	37,260	37,510	*	NS	7,47
	GEC (Kg)	26,906	29,682	28,260	27,368	28,682	NS	NS	7,71

Exp=experimentos; L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PCQ=peso de carcaça quente; RC=rendimento de carcaça; PL=profundidade de lombo medido pelo ultrassom ALOKA; ET=espessura de toucinho medido pelo ultrassom ALOKA; P<sub>2</sub>I=espessura de toucinho do início do experimento; P<sub>2</sub>F=espessura de toucinho no final do experimento; P<sub>2</sub>F - P<sub>2</sub>I=ganho em toucinho no período experimental; CLC=consumo de lisina na carcaça; GEC=ganho estimado na carcaça.

Os níveis de lisina promoveram aumento linear do peso da carcaça quente e da profundidade de lombo nas fêmeas (F) e nos machos castrados (MC), representados pelas equações (F:  $\hat{Y} = 62,76696 + 7,68980X$ ,  $r^2 = 0,52$  e  $P < 0,10$  e  $\hat{Y} = 61,65857 + 6,51020X$ ,  $r^2$

= 0,52 e  $P < 0,10$ ; MC:  $\hat{Y} = 60,37050 + 4,31280X$ ,  $r^2 = 0,79$  e  $P < 0,10$  e  $\hat{Y} = 54,79393 + 10,62202X$   $r^2 = 0,85$  e  $P < 0,10$ , respectivamente). O aumento observado no peso da carcaça é consequência direta do peso de abate. O aumento observado na profundidade de lombo está relacionado com a maior disponibilidade de lisina e com o potencial genético do animal para depositar músculo na carcaça.

A espessura de toucinho (ET) das fêmeas e dos machos castrados sofreu efeito linear decrescente à medida que aumentou o nível de lisina na ração, como pode ser observado nas equações,  $\hat{Y} = 18,70714 - 4,61224X$  ( $r^2 = 0,79$  e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y} = 21,87250 - 4,71726X$  ( $r^2 = 0,60$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente. Redução linear também foi observada na espessura de toucinho final (P<sub>2</sub>F) das fêmeas com o aumento dos níveis de lisina na ração, representado pela equação  $\hat{Y} = 16,27500 - 3,57143X$  ( $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,10$ ).

Usry e Boyd (2001) demonstram que, animais de genótipos modernos, alimentados com dietas ricas em energia e balanceadas em proteína com relação à energia, têm sido eficiente em manter a qualidade de carcaça de suínos na fase de terminação, com aumento do rendimento de carcaça.

Observou-se aumento linear na conversão de lisina em carcaça nas fêmeas, machos castrados e machos inteiros segundo as equações ( $Y = 4,4858 + 3014148X$ ,  $r^2 = 0,93$  e  $P < 0,10$  para fêmeas;  $Y = 3,38932 + 32,41089X$ ,  $r^2 = 0,98$  e  $P < 0,10$  para machos castrados e  $Y = 3,6289 + 29,18669X$ ,  $r^2 = 0,91$  e  $P < 0,10$  para machos inteiros), sugerindo que o aumento do nível de lisina proporcionou uma melhora significativa nas características da carcaça.

Estas respostas são indicativos importantes da porcentagem de carne magra na carcaça, demonstrando que a lisina exerce influência no aumento de músculo, sendo ela o aminoácido mais requerido neste aspecto.

Rao e McCracken (1990), Friesen et al. (1994) e Pimenta et al. (1995) afirmam que o potencial genético para ganho de músculo é um dos principais fatores que influem na taxa

de crescimento e na conversão alimentar. Pettigrew e Moser (1991) verificaram que o aumento dos níveis de energia das rações, mesmo que seja mantida constante a relação entre a proteína ideal e a energia, poderia influenciar a composição da carcaça, reduzindo o percentual de carne magra e aumentando o de gordura.

Gomes et al. (2000) relataram que as variáveis de carcaça sofrem pouca ou nenhuma influência da quantidade de nutrientes ingeridos, principalmente a lisina, o que foi constatado por Kill et al. (2003) quando avaliaram os níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra não encontraram diferença na taxa de crescimento em músculo e na conversão alimentar em músculo com o aumento dos níveis de lisina da dieta.

Marinho et al. (2007), quando avaliaram níveis de lisina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos em terminação, observaram melhora na qualidade de carcaça, com diminuição da espessura de toucinho e aumento da profundidade do lombo, porcentagem de carne magra e taxa de deposição de carne magra diária, evidenciando a tendência de melhoria das características de carcaça de suínos, com maior acúmulo de músculo e menor acúmulo de gordura quando os níveis de proteína ou de lisina na ração foram aumentados.

Contudo, diversos autores (MOREIRA et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2003; AROUCA et al., 2004), em pesquisas com suínos machos e fêmeas na fase de terminação, não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a espessura de toucinho e Arouca et al. (2004); Main et al. (2008) e Campos et al. (2010) não observaram variação na profundidade de lombo dos animais entre os tratamentos avaliados. Essa variação entre os resultados pode ser explicada, em parte, pelos genótipos utilizados nos trabalhos sendo a deposição de carne limitada pelo potencial genético (SANTOS et al., 2011). A melhora na eficiência de utilização do alimento nos animais submetidos aos níveis de lisina digestível,

no presente trabalho, pode ser um indicativo de que ocorreu variação na composição do ganho, com aumento na deposição de proteína e redução na deposição de gordura.

### **CONCLUSÃO**

Recomenda-se para suínos dos 60 aos 90 kg de peso vivo o nível de 0,96% de lisina digestível para macho castrado, em função do ganho de peso diário e 0,95 e 1,03% de lisina digestível para fêmea e macho inteiro, respectivamente, em função da conversão alimentar e para um melhor desempenho e acabamento de carcaça.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, M.L.T. et al. Níveis de lisina digestível em rações, utilizando-se o conceito de proteína ideal, para suínos machos de alto potencial genético, dos 30 aos 60 Kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 62-67, 2007.
- AROUCA, C.L.C. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados, de 95 a 122 kg, selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, n. 3, p. 773-781, 2004.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástrico**. Lavras: Ed. UFLA, 2012. 373p.
- CAMPOS, P.F. et al. Digestible lysine levels for gilts and barrows with high genetic potential for lean meat gain from 30 to 110 kg. **In: 3<sup>rd</sup> EAAP INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION**, 2010, Parma. **3<sup>rd</sup> ESSP INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION**. Wagening, NL: Wageningen Academic Publishers, 2010, p. 633-6634.
- DA LA LLATA, M. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean meal based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2420-2432, 2002.
- DONZELE, J.L. et al. Níveis de Lisina para Suínos Machos Inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.117-122, 1998.
- 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, n. 6, p. 1664-1671, 1987.
- FÁVERO, J.A. Importância do processo de tipificação na melhoria de carcaça de suínos. XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. **Anais...** SBZ, Piracicaba-SP, p.158 -163. 2001.
- FORTES, E.I. et al. Sequências de lisina digestível para suínos de duas linhagens selecionadas para alta deposição de carne. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 480-490, 2012.
- FRIESEN, K. G. et al. Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 72 p. 1761, 1994.
- GOMES, E.F. et al. Planos de nutrição baseados em níveis de lisina para suínos de diferentes genótipos abatidos aos 80 e 100 kg de peso vivo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 479-489, 2000.
- HALAS, V. et al. Efficiency of fat deposition from non-starch polysaccharides, starch and unsaturated fat in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 103, p. 123-133. 2010.

- KIEFER, C. et al. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1955-1960, 2011.
- KILL, J.L. et al. Planos de nutrição para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1330-1338, 2003.
- LATORRE, M.A. 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.
- 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.
- MARINHO, P.C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dieta sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061-1068, 2007.
- MOREIRA, I. et al. Exigência de lisina para suínos em crescimento e terminação, alimentados com ração de baixo teor de proteína, formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 26, n. 4, p. 537-542, 2004.
- \_\_\_\_\_. Exigência de lisina para machos castrados de dois grupos genéticos de suínos na fase de terminação, com base no conceito de proteína ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 96-103, 2002.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger: Princípios de Bioquímica**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed-Sarvier, 2011. 1274p.
- NOGUEIRA, E.T. et al. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recria e terminação de suínos. In: ENCONTROS TÉCNICOS ABRAVES, 2001. Embrapa Suínos e Aves/SC, 2001.
- NRC (2012) **Nutrient Requirements of Swine** (11th ed.), Washington, DC: National Academy Press. 2012. 400 p.
- OLIVEIRA, A.L.S. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 110 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 2, p. 337-343, 2003.
- ORLANDO, U.A.D. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 2, p. 478-484, 2006.
- PETTIGREW, J.E., MOSER, R.L. Fat in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. (ed) **Swine Nutrition**. Butterwrth-Heinemann: Stoneham. p. 133-146, 1991.

- RAO, D.S.; McCracken, K.J. Effects of protein intake on energy and nitrogen balance and chemical composition of gain in growing boars of high genetic potential. **Animal Production**, v. 51, n. 2, p. 389-397, 1990.
- ROSTAGNO, H.S. et al. 2011. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa, MG. 252p.
- SAKOMURA, N.K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: Funesp, 2014. 678 p.
- SANTOS, F.A. et al. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1038-1044, 2011.
- SHELTON, N. W. et al. Effects of increasing dietary standardized ileal digestible lysine for gilts grown in a commercial finishing environment. **Journal of Animal Science**, 2011, 89:3587-3595.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary: 2001. 1 CD-ROM.
- USRY, J.; BOYD, R.D. Realidade da nutrição nos EUA: Sistemas de energia modificada, proporção entre lisina e energia e dietas com altos teores de energia para suínos em crescimento relacionados ao desempenho animal, produção de carne e custos de produção. In: Workshop Latino-Americano Ajinomoto Biolatina, 1., Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: Ajinomoto Biolatina, 2001, p. 103-133.
- WAGNER, J. R. et al. Analysis of body composition changes of swine during growth and development. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1442-1466, 1999.
- WHITTE, H.M. et al. Effects of temperature stress on growth performance and bacon quality in grow-finish pigs housed at two densities. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 1789-1798, 2008.

### **CAPÍTULO 3**

---

**Exigência de lisina digestível para fêmeas, machos castrados e machos  
imunocastrados de 90 a 120 kg: desempenho e avaliação de carcaça**

## RESUMO

Foram realizados três experimentos para determinar a exigência de lisina digestível (LD) para suínos dos 90 aos 120 kg. Em cada experimento foram estabelecidos cinco níveis de lisina digestível (LD) com oito repetições por tratamento, totalizando 40 animais alojados em baias individuais e o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados considerando o peso inicial. Em cada um dos três experimentos o período experimental foi de 28 dias. O peso médio inicial foi de  $90,28 \pm 2,35$  kg para as fêmeas (F) no experimento um (Exp1),  $89,81 \pm 2,35$  kg para machos castrados (MC) no experimento dois (Exp2) e  $89,72 \pm 2,72$  kg para macho imunocastrado (MI) no experimento três (Exp3). Os níveis de LD avaliados foram de 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% no Exp1 (F), 0,50; 0,64; 0,78; 0,92 e 1,06 % no Exp2 (MC) e 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12 % no Exp3 (MI). Foram avaliadas as variáveis de desempenho (conversão alimentar, peso final, ganho de peso diário e consumo de ração) e, as características de carcaça (peso quente, rendimento, espessura de toucinho e profundidade de lombo). No Exp1 foi observado efeito quadrático no peso final (0,86% LD) e ganho de peso diário (0,87% LD), porém, para estas variáveis não foi observado efeito dos níveis de LD no Exp2 e Exp3. Foi observado efeito quadrático na conversão alimentar com níveis ótimos de 0,96; 0,85 e 0,85% de LD, respectivamente, no Exp1, Exp2 e Exp3. O efeito dos níveis de LD foi quadrático para consumo de ração no Exp1 (0,77% de LD) e Exp2 (0,89% de LD) e foi observado efeito linear crescente no consumo de lisina diário e custo da ração por kg de ganho nos três experimentos. Nas características de carcaça foi observada redução quadrática na área de gordura (0,81% LD) no Exp2 e no peso da carcaça quente (0,93% LD), espessura de toucinho na região sacral (0,87% LD), espessura de toucinho da última costela (0,88% LD) e aumento quadrático na relação carne:gordura (0,86% LD) no Exp3. A conversão de lisina na carcaça aumentou linearmente ( $P < 0,10$ ) nos três experimentos. Recomenda-se o nível de 0,96% de LD para fêmeas e 0,85% para machos castrados e imunocastrados, em função da conversão alimentar para suínos da faixa de peso de 90 a 120 kg.

**Palavras chave:** aminoácidos digestíveis, características de carcaça, desempenho, exigência nutricional, proteína ideal, suínos

## ABSTRACT

Three experiments have been done to determine the ideal digestible lysine requirement for pigs weighing between 90 to 120 kg. In each experiment five levels of digestible lysine (LD) were established with eight replicates per treatment totalizing forty pigs lodged in individual crates and the experimental design adopted was in randomized blocks considering initial weight. Each of the three trials lasted 28 days. The mean starter weight was  $90.28 \pm 2.35$  kg for gilts (F) in first trial (Exp1),  $89.81 \pm 2.35$  kg for barrows (MC) in second trial (Exp2) and  $89.72 \pm 2.72$  kg for immunocastrated boars (MI) in third trial (Exp3). The evaluated LD levels were 0.52; 0.66; 0.80; 0.94 and 1.08% in Exp1 (F), 0.50; 0.64; 0.78; 0.92 and 1.06% in Exp2 (MC) and 0.56; 0.70; 0.84; 0.98 and 1.12% in Exp3 (MI). There were evaluated performance (feed to gain ratio, final weigh and daily weight gain and feed consumption) and carcass characteristics (hot weight, yield, back fat and loin depths). In Exp1 were observed quadratic effect on final weight (0.86% LD) and daily weight gain (0.87% LD), but for those variables there weren't observed effect of LD levels in Exp2 and Exp3. There were observed quadratic effect on feed to gain ratio with optimal levels of 0.96; 0.85; and 0.85% of LD, respectively, on Exp1, Exp2 and Exp3. The effect of LD levels on daily feed consumption were quadratic on Exp1 (0.77% of LD) and on Exp2 (0.89% of LD) and there were observed a positive linear effect on daily lysine consumption and cost of diet per kg of weight gain in the three trials. On carcass characteristics there were observed a quadratic drop on fat area (0.81% LD) on Exp2 and on hot carcass weight (0.93% LD), fat depth on first sacral (0.87% LD), back fat depth on last rib (0.88% LD) and quadratic increase on meat to fat ratio (0.86% LD) on Exp3. The ratio of daily ingested lysine to carcass weight increased linearly ( $p < 0.10$ ) on the three trials. There were recommended the LD level of 0.96% for gilts and 0.85% for barrows and immunocastrated boars because of feed to gain ratio for pigs on weight range of 90 to 120 kg.

**Keywords:** carcass characteristics, digestible amino acids, ideal protein, nutritional requirement, performance, swine

## INTRODUÇÃO

Na nutrição animal, a nutrição de precisão é realizada por meio de estratégias nutricionais que buscam melhorar a utilização do nitrogênio, entre outros nutrientes provenientes da dieta, e reduzir assim o custo e a excreção de nutrientes para o ambiente (POMAR et al., 2009). Para isso, exige-se como pré-requisito o conhecimento do valor nutricional dos ingredientes e a formação de dietas em função da categoria animal (fêmea, macho castrado e macho inteiro/imunocastrado), da genética e das condições ambientais, para ajustar o fornecimento de nutrientes com a exigência nutricional dos animais (FÁVERO, 2001).

Outro fator que devem ser levados em consideração na produção de suínos e estudos das exigências é o aumento do peso de abate e as diferentes velocidades de crescimento entre tecidos corporais em função da fase de crescimento e da maturidade fisiológica do animal (LAWRENCE; FOWLER, 1997) e a imunocastração, já que os níveis nutricionais ainda podem ser afetados por estes fatores.

A vantagem da imunocastração é que este método permite que os machos inteiros produzam hormônios anabolizantes andrógenos até a aplicação da segunda dose da vacina, possibilita a manutenção da superioridade do desempenho e deposição de carne magra na carcaça, que tem sido uma alternativa cada vez mais utilizada na produção de suínos em substituição ao método tradicional de castração cirúrgica dos machos (KIEFER et al., 2011).

Main et al. (2008) relataram que a seleção de suínos para deposição de tecido muscular tem resultado no aumento da exigência de lisina digestível, dessa forma, é necessária a constante revisão, por meio de estudos de desempenho, das exigências das atuais linhagens de suínos, já que as linhagens modernas disponíveis no mercado apresentam ritmos elevados de crescimento e altas taxas de deposição muscular.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a exigência de lisina para fêmeas, machos castrados e machos imunocastrados dos 90 aos 120 kg de peso vivo em função do desempenho e avaliação da carcaça.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido à avaliação do comitê de ética e aprovado e protocolado com o número 007/2010, sob o título “**Desenvolvimento de estratégias para uso e para o melhoramento genético da produtividade, rendimento industrial e qualidade de carne das raças e linhagens de suínos brasileiros**”.

Foram conduzidos três experimentos nas instalações da granja experimental do sistema de produção de suínos da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, com objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para suínos em terminação dos 90 aos 120 kg oriundos do cruzamento do macho Embrapa MS-115 (Tri Cross) x fêmea F1 GA2012 (Landrace x Large White).

### **Experimento 1**

Foram utilizadas 40 fêmeas suínas com peso médio inicial de  $90,28 \pm 2,35$  kg e período experimental de 28 dias (13 de março a 10 de abril de 2012). Os níveis de lisina digestível utilizados neste experimento foram de 0,52; 0,66; 0,80; 0,94 e 1,08% da dieta. O nível central foi definido segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos fêmea de alto potencial para deposição de carne magra. Partindo do nível central recomendado, os demais níveis estabelecidos foram dois níveis acima do recomendado e dois níveis abaixo. As temperaturas médias máximas e mínimas observadas neste experimento foram, respectivamente, de  $27,39 \pm 2,57^\circ\text{C}$  e  $18,61 \pm 2,37^\circ\text{C}$ .

## **Experimento 2**

Foram utilizados 40 suínos machos castrados com peso inicial de  $89,81 \pm 2,35$  kg e período experimental de 28 dias (08 de março a 04 de abril de 2012). Os níveis de lisina digestível utilizados neste experimento foram de 0,50; 0,64; 0,78; 0,92 e 1,06% da dieta. O nível central foi definido segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos machos castrados de alto potencial para deposição de carne magra. Partindo do nível central recomendado, os demais níveis estabelecidos foram determinados com dois níveis acima do recomendado e dois níveis abaixo. As temperaturas médias máximas e mínimas observadas neste experimento foram de  $27,68 \pm 3,32^{\circ}\text{C}$  e  $18,79 \pm 2,92^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

## **Experimento 3**

Foram utilizados 40 suínos machos imunocastrados com peso inicial de  $89,72 \pm 2,72$  kg e período experimental de 28 dias (28 de maio a 25 de junho de 2012). Os suínos foram imunocastrados por meio da aplicação de vacina específica à base de análogo sintético incompleto do GnRF conjugado a uma proteína carreadora.

A imunocastração foi realizada através de duas aplicações subcutâneas na base do pescoço, imediatamente atrás da orelha com intervalos de 4 semanas entre as aplicações, no qual a primeira dose foi aplicada quando os animais estavam com 60 kg, necessário para preparar o sistema imunológico do suíno e não altera a função testicular, e a segunda dose no início do experimento com os animais em torno de 90 kg, para estimular uma resposta de anticorpos, os quais bloqueiam a ação da substância responsável pela função testicular por até oito semanas após a segunda dose.

Os níveis de lisina digestível utilizados neste experimento foram de 0,56; 0,70; 0,84; 0,98 e 1,12% da dieta. O nível central foi estimado segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011) para suínos machos inteiros de alto potencial para deposição de carne magra. Partindo do nível central recomendado os demais níveis estabelecidos foram

determinados com dois níveis acima do recomendado e dois níveis abaixo. As temperaturas médias de máxima e mínima observadas neste experimento foram de  $19,61 \pm 3,44^{\circ}\text{C}$  e  $13,74 \pm 2,94^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

O delineamento utilizado nos três experimentos foi em blocos ao acaso, em função do peso inicial, com oito repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram distribuídos em baias individuais com piso parcialmente ripado, dimensões de 1,8 x 1,1 metros, bebedouro com altura regulável tipo chupeta e comedouro automático. Água e ração seca farelada foram disponibilizadas para consumo à vontade. As rações experimentais (Tabela 1, 2 e 3) foram formuladas à base de milho e farelo de soja sendo mantida a relação aminoacídica (Tabela 4) ajustada para variação de peso utilizada no experimento pela tabela de Rostagno (2011) e foram suplementadas com minerais e vitaminas para atender às exigências nutricionais dos suínos na fase avaliada.

Os valores nutricionais dos ingredientes foram ajustados em função da faixa de peso do experimento, segundo as recomendações de Rostagno et al. (2011).

As dietas atenderam às exigências nutricionais, de acordo com cada categoria (fêmea, macho castrado e macho inteiro), exceto para os níveis de PB e lisina. A ração fornecida, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente. Os animais, no entanto, foram pesados no início, no 14º dia e ao final do período experimental, quando atingiram  $121,84 \pm 6,05$  kg no experimento 1;  $121,08 \pm 5,08$  kg no experimento 2 e  $126,93 \pm 5,65$  kg no experimento 3.

As variáveis de desempenho avaliadas foram o peso final (PF), ganho de peso diário (GPD) e o consumo de ração diário (CRD). Também foram calculados: o consumo de lisina diário (CLD), conversão alimentar (CA), custo da ração por kg de ganho de peso (CRGP - calculado pelo produto entre o custo da ração e a conversão alimentar), conversão de lisina pelo ganho de peso (CLGP) (relação entre o consumo de lisina diário em gramas e

o ganho de peso diário em kg), eficiência da lisina para ganho de peso diário (ELGP - ganho de peso diário em gramas/consumo de lisina diário em gramas) e o consumo diário de energia metabolizável (CDEM).

Tabela 1. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 1 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de fêmeas suínas dos 90 aos 120 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,52	0,66	0,80	0,94	1,08
Milho	86,352	81,021	75,734	70,448	65,188
Farelo soja	10,057	15,231	20,334	25,437	30,501
Óleo de soja	0,393	0,518	0,622	0,726	0,823
Fosfato bicalcico	1,137	1,110	1,083	1,057	1,031
Calcário calcítico	0,780	0,768	0,756	0,744	0,732
Sal comum	0,329	0,329	0,329	0,330	0,330
Adsorventes	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Suplemento min.	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vit.	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sulfato de colistina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
L-lisina	0,156	0,183	0,213	0,243	0,274
DL-metionina	0,013	0,047	0,081	0,105	0,155
L-treonina	0,000	0,007	0,056	0,115	0,149
L-triptofano	0,012	0,016	0,021	0,026	0,031
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,002	0,017
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína bruta	11,28	13,22	15,16	17,10	19,04
EMAn (Kcal/kg)	3245	3245	3245	3245	3245
Cálcio	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Fósforo disponível	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,520	0,660	0,800	0,940	1,080
Metionina	0,166	0,211	0,256	0,301	0,346
Metionina+cistina	0,338	0,429	0,5200	0,6110	0,702
Treonina	0,364	0,462	0,560	0,658	0,756
Triptofano	0,104	0,132	0,160	0,188	0,216
Arginina	0,234	0,297	0,360	0,423	0,486
Valina	0,380	0,482	0,584	0,686	0,788
Isoleucina	0,307	0,389	0,472	0,555	0,637
Leucina	0,546	0,693	0,840	0,987	1,134
Histidina	0,182	0,231	0,280	0,329	0,378
Fenilalanina	0,276	0,350	0,424	0,498	0,572
Fenilalanina+tirosina	0,536	0,680	0,824	0,968	1,112

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00 UI, Vit.E (min) 15000.00 UI, Vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit. B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit. B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, Vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 2. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 2 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de suínos machos castrados dos 90 aos 120 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,50	0,64	0,78	0,92	1,06
Milho	88,180	82,812	77,556	72,270	67,014
Farelo soja	8,865	14,078	19,150	24,253	29,312
Óleo de soja	0,109	0,238	0,341	0,445	0,540
Fosfato bicalcico	0,873	0,846	0,820	0,793	0,767
Calcário calcítico	0,684	0,672	0,660	0,648	0,636
Sal comum	0,329	0,329	0,329	0,329	0,329
Adsorventes	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Suplemento min.	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vit.	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sulfato de colistina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Cloreto de colina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
L-lisina	0,164	0,190	0,221	0,251	0,282
DL-metionina	0,000	0,002	0,051	0,100	0,150
L-treonina	0,013	0,046	0,080	0,114	0,149
L-triptofano	0,013	0,017	0,022	0,027	0,032
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,020
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína bruta	10,90	12,85	14,78	16,72	18,66
EMAn (Kcal/kg)	3245	3245	3245	3245	3245
Cálcio	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Fósforo disponível	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,500	0,640	0,780	0,920	1,060
Metionina	0,160	0,205	0,250	0,294	0,339
Metionina+cistina	0,325	0,416	0,507	0,598	0,689
Treonina	0,350	0,448	0,546	0,644	0,742
Triptofano	0,100	0,128	0,156	0,184	0,212
Arginina	0,225	0,288	0,351	0,414	0,477
Valina	0,365	0,467	0,569	0,672	0,774
Isoleucina	0,295	0,378	0,460	0,543	0,625
Leucina	0,525	0,672	0,819	0,966	1,113
Histidina	0,175	0,224	0,273	0,322	0,371
Fenilalanina	0,265	0,339	0,413	0,488	0,562
Fenilalanina+tirosina	0,515	0,659	0,803	0,948	1,092

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00 UI, Vit.E (min) 15000.00 UI, Vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit. B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit. B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, Vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 3. Composição percentual e nutricional das rações do experimento 3 utilizadas para determinação da exigência de lisina digestível de suínos machos imunoocastrados dos 90 aos 120 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível (%)				
	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12
Milho	84,797	79,511	74,225	68,973	63,727
Farelo soja	11,384	16,505	21,611	26,681	31,728
Óleo de soja	0,498	0,613	0,717	0,818	0,910
Fosfato bicalcico	1,140	1,113	1,086	1,060	1,033
Calcário calcítico	0,877	0,863	0,850	0,837	0,824
Sal comum	0,329	0,329	0,330	0,330	0,330
Adsorventes	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Suplemento min.	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Suplemento vit.	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sulfato de colistina	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Cloreto de colina	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
L-lisina	0,167	0,196	0,224	0,254	0,285
DL-metionina		0,022	0,071	0,120	0,169
L-treonina	0,025	0,058	0,092	0,126	0,161
L-triptofano	0,014	0,018	0,023	0,028	0,033
L-valina				0,003	0,029
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína bruta	11,79	13,73	15,68	17,62	19,57
EMAn (Kcal/kg)	3245	3245	3245	3245	3245
Cálcio	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Fósforo disponível	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,560	0,700	0,840	0,980	1,120
Metionina	0,179	0,224	0,269	0,314	0,358
Metionina+cistina	0,364	0,455	0,546	0,637	0,728
Treonina	0,392	0,490	0,588	0,686	0,784
Triptofano	0,112	0,140	0,168	0,196	0,224
Arginina	0,252	0,315	0,378	0,441	0,504
Valina	0,409	0,511	0,613	0,715	0,818
Isoleucina	0,330	0,413	0,496	0,578	0,661
Leucina	0,588	0,735	0,882	1,029	1,176
Histidina	0,196	0,245	0,294	0,343	0,392
Fenilalanina	0,297	0,371	0,445	0,519	0,594
Fenilalanina+tirosina	0,577	0,721	0,865	1,009	1,154

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, vit. D3 (min) 1500000.00ui, vit.E (min) 15000.00ui, vit. K3 (min) 1500.00 mg, vit B1 (min) 1350.00 mg, vit. B2 (min) 40000.00 mg, vit B6 (min) 2000.00 mg, vit. B12 (min) 20000.00 mcg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 4. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.

Aminoácidos digestíveis	Relação
Metionina	32
Metionina + cistina	65
Arginina	45
Histidina	35
Isoleucina	59
Leucina	105
Fenilalanina	53
Fenilalanina + tirosina	103
Treonina	70
Triptofano	20
Valina	73

Fonte: Ajustado de acordo com Rostagno et al., 2011.

No início e no final de cada experimento foi medida, em cada animal, a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (na região da última costela), com auxílio de um aparelho de ultrassom (EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup>), obtendo-se a espessura de toucinho inicial (P<sub>2</sub>I) e a espessura de toucinho final (P<sub>2</sub>F), como pode ser observado na figura 1. Posteriormente, foi calculado o aumento da espessura de toucinho durante o período experimental (P<sub>2</sub>F – P<sub>2</sub>I).



Figura 1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>.

No final do experimento foram realizadas medidas de espessura de toucinho (ETU) e da profundidade de lombo (PLU) com aparelho de ultrassom ALOKA SSD-500v acoplado

com transdutor de arranjo linear modelo UST 5011-3.5 MHz gerenciado via software BioSoft Toolbox<sup>®</sup> for Swine da Biotronics Inc, como observado na figura 2.



Figura 2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V.

O abate foi feito em abatedouro comercial, localizado a 15 km de distância das instalações experimentais. Os animais foram pesados no dia anterior ao abate. A ração foi retirada às 15h00min e o carregamento foi feito às 3h00min da manhã seguinte. O transporte durou 25 minutos e o período de descanso pré-abate foi de três horas. O tempo total entre o início do jejum e o abate foi de aproximadamente 16 horas.

Após o abate, procedeu-se a toailete e evisceração e as carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi calculado multiplicando-se o PCQ por 100 e dividindo-se pelo peso final. O ganho estimado em carcaça (GEC) foi obtido subtraindo-se o PCQ do peso vivo inicial multiplicado por 0,734 no experimento 1 (F); 0,705 no experimento 2 (MC) e 0,690 no experimento 3 (MI), equivalente aos rendimentos de carcaça observados nos experimentos com suínos abatidos aos 90 kg (dados não publicados). A partir destes dados calculou-se a conversão de lisina em carcaça ( $CLC = \text{ganho estimado na carcaça no período experimental dividido pelo consumo de lisina diário em gramas}$ ).

Com a carcaça resfriada, 24 horas após o abate, foram feitas avaliações na meia carcaça esquerda da espessura de toucinho, utilizando-se um paquímetro digital, em três pontos da carcaça: na primeira costela (ET\_1°C), na última costela (ET\_UC) e na primeira vertebra sacral (ET\_S), como pode ser observado na figura 3, e em seguida foi calculada a média da espessura de toucinho na carcaça (METC).

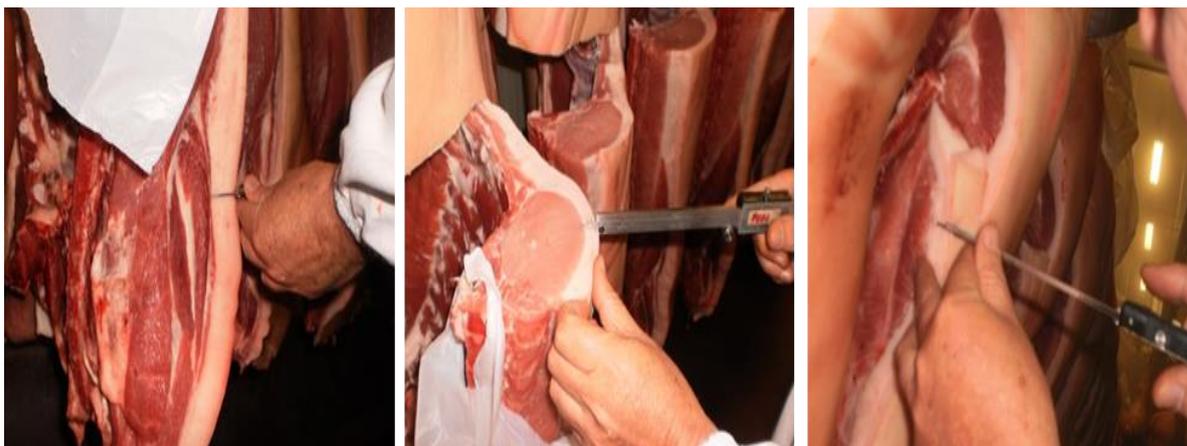


Figura 3. Medida de espessura de toucinho na primeira costela (ET\_1°C), na última costela (ET\_U) e na primeira vertebra sacral (ET\_S).

A meia carcaça esquerda foi serrada no ponto P<sub>2</sub> (última costela) e medida a espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorsal (P<sub>2</sub>\_6,5 cm) com a utilização do paquímetro. Na mesma região foram feitos os desenhos da área de lombo (AOL) e área de gordura (AG) em papel manteiga como pode ser observado na figura 4.



Figura 4. Meia carcaça esquerda, medidas de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> e desenho da área de olho de lombo (AOL) e área gordura (AG).

Posteriormente, calculou-se as áreas de olho de lombo e gordura, segundo a metodologia descrita pela ABCS (1973), com o auxílio de um planímetro (Figura 5). Com os dados de área de lombo e da área de gordura foi possível calcular a relação carne:gordura (RC:G).



Figura 5. Planímetro e medida de área de olho de lombo e área de gordura.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS Institute Inc., 2001), decompondo-se a soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais. O conjunto de dados referente a cada um dos experimentos foi analisado de forma independente e as equações de regressão foram geradas utilizando-se o procedimento REG do SAS, considerando o nível de 10% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Desempenho

Os resultados de desempenho em função dos níveis de lisina digestível obtidos nos três experimentos são apresentados na tabela 5.

O consumo de lisina diário, custo da ração por kg de ganho de peso e a conversão de lisina em ganho de peso apresentaram efeito linear crescente ( $P < 0,10$ ) com o aumento dos níveis de lisina da ração nos três experimentos, segundo as equações (Exp1:  $\hat{Y}_{CLD} = 2,02354 - 30,55937X$ ;  $r^2 = 0,96$ ;  $\hat{Y}_{CRGP} = 2,63260 + 0,55521X$ ;  $r^2 = 0,45$  e  $\hat{Y}_{CLGP} = 5,00413 + 24,87532X$ ;  $r^2 = 0,98$ ); (Exp2:  $\hat{Y}_{CLD} = 3,06837 + 31,56108X$ ;  $r^2 = 0,98$ ;  $\hat{Y}_{CRGP} = 2,23768 +$

1,02700X;  $r^2 = 0,78$  e  $\hat{Y}_{CLGP} = 2,04509 + 28,99660X$ ;  $r^2 = 0,99$ ) e (Exp3:  $\hat{Y}_{CLD} = -0,51680 + 42,07464X$ ;  $r^2=0,99$ ;  $\hat{Y}_{CRGP} = 2,11457 + 1,36764X$ ;  $r^2=0,86$  e  $\hat{Y}_{CLGP} = 1,25081 + 31,13232X$ ;  $r^2 = 0,97$ ), respectivamente.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho zootécnico de arraçoados com diferentes níveis de lisina digestível.

Exp.	Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
		0,52	0,66	0,80	0,94	1,08	L	Q	
F	PF (Kg)	115,386	125,071	120,829	122,150	121,443	*	**	2,90
	GPD (Kg)	0,882	1,183	1,056	1,123	1,056	*	**	5,66
	CRD (g)	3,161	3,600	3,298	3,418	3,115	NS	**	5,55
	CLD (g)	16,437	23,761	26,384	32,130	33,644	*	NS	6,35
	CA (g/g)	3,612	3,052	3,126	3,047	2,957	*	**	5,20
	CRGP (R\$/ Kg)	3,084	2,786	3,058	3,178	3,277	*	NS	5,13
	CLGP (g/ Kg)	18,781	20,143	25,012	28,643	31,943	*	NS	3,61
	ELGP (%)	53,962	49,833	40,123	31,367	31,367	*	NS	4,22
	CDEM (Kcal)	10257,3	11682,3	10701,9	11091,8	10108,7	NS	**	5,55
Níveis de lisina (%)		0,50	0,64	0,78	0,92	1,06			
MC	PF (Kg)	120,986	122,629	122,371	119,586	121,343	NS	NS	3,19
	GPD (Kg)	1,110	1,171	1,180	1,060	1,136	NS	NS	10,50
	CRD (g)	3,862	3,629	3,537	3,324	3,559	*	**	2,74
	CLD (g)	19,310	23,227	27,586	30,582	37,725	*	NS	4,16
	CA (g/g)	3,482	3,120	3,054	3,135	3,137	*	**	2,64
	CRGP (R\$/ Kg)	2,897	2,777	2,916	3,198	3,405	*	NS	4,53
	CLGP (g/ Kg)	17,411	19,966	23,819	28,846	33,269	*	NS	3,41
	ELGP (%)	57,733	50,375	42,938	34,793	30,123	*	NS	2,37
	CDEM (Kcal)	12531,9	11776,8	11476,6	10787,0	11548,7	*	**	2,73
Níveis de lisina (%)		0,56	0,70	0,84	0,98	1,12			
MI	PF (Kg)	126,457	127,300	123,600	128,357	127,971	NS	NS	3,27
	GPD (Kg)	1,2663	1,304	1,183	1,306	1,314	NS	NS	10,82
	CRD (g)	4,058	4,219	4,034	4,292	4,099	NS	NS	7,75
	CLD (g)	22,727	29,536	33,887	42,064	45,916	*	NS	3,16
	CA (g/g)	3,213	3,247	3,451	3,298	3,124	NS	**	2,59
	CRGP (R\$/ Kg)	2,805	3,032	3,447	3,509	3,524	*	NS	4,30
	CLGP (g/ Kg)	17,991	22,726	28,987	32,319	34,987	*	NS	4,56
	ELGP (%)	55,748	44,267	34,763	30,994	28,629	*	NS	9,62
	CDEM (Kcal)	13169,5	13692,2	13090,8	13928,2	13303,2	NS	NS	7,75

Exp = experimentos; L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PF=peso final; GPD=ganho de peso diário; CRD=consumo de ração diário, CLD=consumo de lisina diário, CA= conversão alimentar; CRGP= custo da ração por kg de ganho de peso; CLGP=consumo de lisina necessário para uma unidade de ganho de peso; ELGP=eficiência de lisina por ganho de peso; CDEM = consumo diário de energia metabolizável.

Já a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso que reduziu linearmente ( $P < 0,10$ ) nos três experimentos, como pode ser observado pela equação Exp1:  $Y_{ELGP} = 76,30866 - 42,78309X$  ( $r^2 = 0,97$ ); Exp2:  $Y_{ELGP} = 82,63931 - 50,57298X$  ( $r^2 = 0,99$ ) e Exp3:  $Y_{ELGP} = 79,38589 - 48,22105X$  ( $r^2 = 0,92$ ).

A redução da eficiência de utilização da lisina ocorre em consequência do metabolismo proteico e aminoacídico, no qual a síntese proteica ocorre até o nível do aminoácido presente em menor quantidade, sendo prontamente depositado e os aminoácidos excedentes sofrem desaminação e seus resíduos nitrogenados são excretados, o que torna o metabolismo menos eficiente já que este processo acarreta alto custo energético para o metabolismo animal (SAKOMURA et al., 2014).

### **Experimento 1 (fêmeas)**

Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) no peso final (0,86% LD), no ganho de peso diário (0,87% LD), no consumo de ração (0,77% LD), na conversão alimentar (0,96% LD) e no consumo diário de energia metabolizável (0,77% LD), representados pelas equações,  $\hat{Y}_{PF} = 82,39527 + 95,32101X - 55,47168X^2$ ; ( $r^2 = 0,50$ );  $\hat{Y}_{GPD} = -0,28896 + 3,35988X - 1,97148X^2$  ( $r^2 = 0,88$ );  $\hat{Y}_{CRD} = 1,14970 + 5,99655X - 3,86998X^2$  ( $r^2 = 0,56$ );  $\hat{Y}_{CA} = 5,63164 - 5,52491X + 2,86703X^2$  ( $r^2 = 0,80$ ) e  $\hat{Y}_{CDEM} = 3730,77035 + 19459X - 12558X^2$  ( $R^2 = 0,56$ ), respectivamente.

De acordo com Stahly (1991), animais de alto potencial genético são mais eficientes na utilização do alimento para deposição de carne e respondem de forma positiva ao aumento no nível de lisina das dietas. Porém, para que tal resultado seja obtido, é necessário que este aumento ocorra de acordo com o genótipo até o limite da exigência animal, para que não haja comprometimento da síntese proteica e excreção dos aminoácidos excedentes com alto custo metabólico, refletindo no desempenho do animal.

Almeida et al. (2010), avaliando níveis de lisina para suínos em fase de terminação sem restrição alimentar, não observaram diferenças na conversão alimentar dos animais avaliados. Porém, Kill et al. (2003) e Sobrinho et al. (2013), avaliando níveis de lisina digestível para suínos dos 95 a 115 kg, observaram efeito quadrático sobre a conversão alimentar para fêmeas, com nível de lisina ótimo estimado em 0,97 e 0,98% respectivamente, corroborando com os resultados obtidos neste experimento. Sobrinho et al. (2013) constataram que a melhora do ganho de peso observado no seu experimento possibilitou o aumento na eficiência de utilização dos nutrientes e conseqüente redução na conversão alimentar.

### **Experimento 2 (machos castrados)**

Não se observou efeito dos níveis de lisina ( $P > 0,10$ ) sobre o peso final e ganho de peso diário.

Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) no consumo de ração diário (0,89% LD), na conversão alimentar (0,85% LD) e no consumo diário de energia metabolizável (0,89% LD), representados pelas equações:  $\hat{Y}_{CRD} = 5,78011 - 5,28345X + 2,96969X^2$  ( $r^2 = 0,87$ ),  $\hat{Y}_{CA} = 5,38417 - 5,47872X + 3,20444X^2$  ( $r^2 = 0,88$ ) e  $\hat{Y}_{CDEM} = 18756 - 17145X + 9636,64294X^2$  ( $r^2 = 0,87$ ), respectivamente. O resultado observado no consumo de energia diário é um reflexo do consumo de ração diário. Porém, analisando o resultado da conversão alimentar observa-se que ocorreu melhora na eficiência da utilização dos nutrientes, mesmo não tendo ocorrido diferença no consumo de ração.

Webster et al. (2007) relataram que o aumento no nível de lisina das dietas pode afetar a magnitude com que os suínos respondem ao metabolismo proteico. Ferreira et al. (2006) comentam que esse processo de catabolismo de aminoácidos excedentes aumenta a produção de calor e faz com que o animal reduza a quantidade de nutriente indispensáveis para produção.

O que tem se observado na literatura em relação à exigência de lisina para suínos são resultados conflitantes. Por exemplo, Santos et al. (2011) trabalharam com suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg e recomendaram o nível de 0,80% para se obter maior ganho de peso e 0,81% de lisina digestível para melhor conversão alimentar. Porém, Fortes et al. (2012) trabalharam com sequencias de lisina digestível para suínos para machos castrados selecionados para alta deposição de carne dos 24 aos 125 kg e não observaram efeito no ganho de peso. Por outro lado, Sobrinho et al. (2013), avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos castrados do 95 aos 115 kg em estresse por calor recomendaram 0,98% de lisina digestível.

Essas diferenças observadas na literatura ocorrem em razão do genótipo e da variação nas faixas de níveis de lisina avaliados, sendo dependente do potencial de crescimento dos animais, já que quando o nível de lisina excede a exigência dos suínos a tendência é que ocorra um declínio no desempenho devido ao custo energético para excreção.

### **Experimento 3 (machos imunocastrados)**

Não foi observado efeito dos níveis de lisina ( $P > 0,10$ ) sobre o peso final, ganho de peso diário, consumo de ração diário e consumo diário de energia metabolizável.

Foi observado efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) na conversão alimentar (0,85% LD), representada pela equação  $\hat{Y}_{CA} = 1,46473 + 4,64278X - 2,81728X^2$  ( $r^2 = 0,76$ ). O efeito observado nesta variável pode ser justificado pelo fato de que a deposição de tecido proteico, por agregar maior quantidade de água (1:3,4) em relação à deposição de lipídios na carcaça (HALAS et al., 2010), melhora a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso, porém isto ocorre até o nível ótimo e, a partir daí, a conversão pode piorar.

Johnston (1993), em experimento com suínos dos 105 aos 127 kg e Da La Llata et al. (2002), com suínos dos 90 aos 120 kg, não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o

ganho de peso dos suínos, no entanto, efeito positivo dos níveis de lisina da dieta sobre a eficiência de utilização do alimento para ganho de peso foi observado por Witte et al. (2000) e Oliveira et al. (2003b) em suínos na fase de terminação tardia.

Donzele et al. (1998), avaliando níveis de lisina digestível para suínos machos não castrados dos 60 aos 100 kg observaram que o nível de 0,86% foi o que apresentou melhor resultado para a conversão alimentar com redução da espessura de toucinho e aumento na quantidade de carne magra na carcaça. Kiefer et al. (2011) avaliaram planos nutricionais de lisina digestível e recomendaram 0,90% de lisina digestível para suínos imunocastrados dos 136 aos 165 dias.

### **Avaliação de Carcaça**

Não foi verificado efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de lisina sobre a área de olho de lombo (AOL), profundidade de lombo medida por ultrassom ALOKA (PLU), espessuras de toucinho medida por ultrassom ALOKA (ETU), espessura de toucinho medida por ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> no final do experimento ( $P_2F$ ), espessura de toucinho a 6,5 cm da linha lombar ( $P_2_{6,5cm}$ ), media de espessura de toucinho da carcaça (METC) e ganho estimado de carcaça (GEC) nos três experimentos, como pode ser observado nas tabelas (6, 7 e 8).

Não foi verificado efeito ( $P>0,10$ ) dos níveis de lisina sobre a área de gordura (AG) nos fêmeas e machos imunocastrados e no ganho de toucinho no período experimental ( $P_2F - P_2I$ ) e relação carne:gordura (RC:G) nas fêmeas e machos castrados.

Os níveis de lisina utilizados afetaram de forma quadrática ( $P<0,10$ ) a área de gordura (0,81% LD) nos machos castrados, representado pela equação  $\hat{Y}_{AG} = 43,84913 - 61,27832X + 37,02103X^2$  ( $r^2 = 0,85$ ), no peso da carcaça quente (0,93% LD) e na relação carne:gordura (0,86% LD) nos machos imunocastrados, representado pelas equações  $\hat{Y}_{PCQ}$

= 111,42204 - 54,14140X + 29,41483X<sup>2</sup> (r<sup>2</sup>= 0,73) e  $\hat{Y}_{RC:G} = -2,69997 + 13,00073X - 7,60666X^2$  (r<sup>2</sup>= 0,62), respectivamente.

Tabela 6. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de fêmeas suínas alimentadas com diferentes níveis de lisina digestível.

Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
	0,52	0,66	0,80	0,94	1,08	L	Q	
PCQ (Kg)	84,271	90,386	87,543	87,500	88,071	NS	NS	2,57
RCQ (%)	73,040	72,263	72,472	71,644	72,518	NS	NS	2,06
AOL (mm)	47,709	52,107	49,159	49,548	53,994	NS	NS	11,59
PLU (mm)	71,743	73,943	70,214	71,000	76,571	NS	NS	6,82
AG (mm)	16,123	15,870	16,494	16,820	15,391	NS	NS	18,53
ETU (mm)	18,957	17,500	16,686	18,033	16,814	NS	NS	15,21
P <sub>2</sub> I (mm)	11,857	11,714	11,571	11,500	11,714	NS	NS	14,69
P <sub>2</sub> F (mm)	15,714	16,000	15,714	15,667	14,571	NS	NS	11,64
P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	3,857	4,286	4,143	4,167	2,857	NS	NS	53,33
P <sub>2</sub> (6,5cm) (mm)	14,817	14,340	13,759	14,517	13,040	NS	NS	17,73
METC (mm)	19,913	19,227	20,059	20,326	19,356	NS	NS	14,10
RC:G (Kg)	3,033	3,365	3,010	3,137	3,615	NS	NS	23,78
GEC (Kg)	18,268	23,638	21,215	21,743	21,334	NS	NS	9,27
CLC (g/Kg)	26,466	29,191	36,017	43,103	46,158	*	NS	4,12

L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PCQ=peso de carcaça quente; RCQ=rendimento de carcaça quente; AOL=área de olho de lombo; PLU=profundidade de lombo medido pelo ultrassom ALOKA; AG=área de gordura; ETU=espessura de toucinho medido pelo ultrassom ALOKA; P<sub>2</sub>I=espessura de toucinho do início do experimento; P<sub>2</sub>F=espessura de toucinho no final do experimento; P<sub>2</sub>F - P<sub>2</sub>I=ganho em toucinho no período experimental; P<sub>2</sub>(6,5CM)=espessura de toucinho P<sub>2</sub>; METC =media de espessura de toucinho da carcaça; RC:G=relação carne gordura; GEC=ganho estimado na carcaça e CLC=conversão de lisina na carcaça.

Tabela 7. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de machos castrados submetidos a diferentes níveis de lisina digestível.

Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
	0,50	0,64	0,78	0,92	1,06	L	Q	
PCQ (Kg)	86,471	87,671	86,471	84,257	85,157	NS	NS	3,30
RCQ (%)	71,450	71,513	70,696	70,491	70,188	*	NS	0,29
AOL (mm)	47,164	46,496	45,304	47,333	46,770	NS	NS	11,51
PLU (mm)	69,614	73,586	69,400	68,000	70,343	NS	NS	5,92
AG (mm)	22,797	19,237	18,257	19,790	20,053	NS	**	4,58
ETU (mm)	25,214	22,229	22,271	23,871	23,071	NS	NS	13,51
P <sub>2</sub> I (mm)	12,286	12,857	13,000	14,000	14,000	*	NS	1,85
P <sub>2</sub> F (mm)	18,286	18,857	18,571	17,857	18,714	NS	NS	10,86
P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	6,000	6,000	5,571	3,857	4,714	*	NS	12,25
P <sub>2</sub> (6,5cm) (mm)	20,223	16,901	18,649	20,779	19,034	NS	NS	18,91
METC (mm)	27,540	23,785	24,568	24,911	23,450	NS	NS	18,87
RC:G (Kg)	2,096	2,431	2,503	2,546	2,399	NS	NS	20,11
GEC (Kg)	23,075	24,114	23,478	20,962	22,033	NS	NS	10,82
CLC (g/Kg)	23,566	26,927	33,198	41,052	48,138	*	NS	4,48

L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PCQ=peso de carcaça quente; RCQ=rendimento de carcaça quente; AOL=área de olho de lombo; PLU=profundidade de lombo medido pelo ultrassom ALOKA; AG=área de gordura; ETU=espessura de toucinho medido pelo ultrassom ALOKA; P<sub>2</sub>I=espessura de toucinho do início do experimento; P<sub>2</sub>F=espessura de toucinho no final do experimento; P<sub>2</sub>F - P<sub>2</sub>I=ganho em toucinho no período experimental; P<sub>2</sub>(6,5CM)=espessura de toucinho P<sub>2</sub>; METC =media da espessura de toucinho da carcaça; RC:G=relação carne gordura; GEC=ganho estimado na carcaça e CLC=conversão de lisina na carcaça.

Tabela 8. Médias, coeficientes de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de machos imunocastrados alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.

Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
	0,56	0,70	0,84	0,98	1,12	L	Q	
PCQ (Kg)	90,843	86,986	86,457	87,886	87,086	NS	**	1,44
RCQ (%)	71,928	68,405	69,948	68,464	68,059	NS	NS	1,76
AOL (mm)	48,174	48,341	50,463	53,175	47,653	NS	NS	10,05
PLU (mm)	70,029	66,871	66,686	68,171	67,500	NS	NS	5,57
AG (mm)	21,784	20,690	16,660	21,800	20,787	NS	NS	11,93
ETU (mm)	19,929	22,357	20,300	20,600	19,014	NS	NS	15,32
P <sub>2</sub> I (mm)	9,571	11,714	9,571	11,857	10,286	NS	NS	13,26
P <sub>2</sub> F (mm)	16,143	16,571	14,000	15,857	15,143	NS	NS	9,34
P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	6,571	4,857	4,429	4,000	4,857	NS	NS	48,75
P <sub>2</sub> (6,5cm) (mm)	18,967	17,620	16,644	18,237	17,711	NS	NS	22,95
METC (mm)	24,007	22,409	21,002	19,059	22,085	NS	NS	20,84
RC:G (Kg)	2,254	2,451	3,168	2,538	2,365	NS	**	12,16
GEC (Kg)	29,109	25,359	25,204	25,896	25,243	NS	NS	5,40
CLC (g/Kg)	22,672	33,964	39,560	47,994	53,535	*	NS	4,48

L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PCQ=peso de carcaça quente; RCQ=rendimento de carcaça quente; AOL=área de olho de lombo; PLU=profundidade de lombo medido pelo ultrassom ALOKA; AG=área de gordura; ETU=espessura de toucinho medido pelo ultrassom ALOKA; P<sub>2</sub>I=espessura de toucinho do início do experimento; P<sub>2</sub>F=espessura de toucinho no final do experimento; P<sub>2</sub>F - P<sub>2</sub>I=ganho em toucinho no período experimental; P<sub>2</sub>(6,5CM)=espessura de toucinho P<sub>2</sub>; METC =média de espessura de toucinho da carcaça; RC:G=relação carne gordura; GEC=ganho estimado na carcaça e CLC=conversão de lisina na carcaça.

Observou-se efeito linear crescente ( $P < 0,10$ ) na conversão de lisina em carcaça nas fêmeas, machos castrados e machos imunocastrados, segundo as equações  $\hat{Y}_{CLC} = 5,73235 + 38,06822X$  ( $r^2 = 0,98$ ),  $\hat{Y}_{CLC} = - 0,67369 + 45,19207X$  ( $r^2 = 0,98$ ) e  $\hat{Y}_{CLC} = - 0,67369 + 45,19207X$  ( $r^2 = 0,98$ ), respectivamente, e redução linear ( $P < 0,10$ ) no rendimento de carcaça e no ganho de toucinho nos machos castrados, representados pelas equações  $\hat{Y}_{RC} = 72,84383 - 2,53325X$  ( $r^2 = 0,90$ )  $\hat{Y}_{P_{2F}-P_{2I}} = 7,85510 - 3,36735X$  ( $r^2 = 0,64$ ).

Os resultados sugerem que o aumento do nível de lisina proporcionou uma melhora significativa nas características da carcaça. A redução observada nas variáveis de gordura subcutânea são indicativos importantes da eficiência de utilização dos nutrientes, principalmente a lisina, pelos genótipos melhorados geneticamente para produção de carne magra; porém, quando os níveis excedem a exigência os aminoácidos, o excedente pode ser direcionado para o metabolismo energético, acarretando aumento na deposição de

gordura, ou ser excretado, com alto custo metabólico, interferindo no resultado do desempenho em ambos os casos.

Kill et al. (2003) não constataram efeito significativo dos tratamentos sobre a espessura de toucinho, profundidade de lombo (PL) e porcentagem de carne magra que são indicativos da quantidade de carne ou gordura na carcaça, uma vez que está bem estabelecido na literatura (HENRY et al. 1992; IRVIN et al. 1995; SOUZA FILHO et al. 2000), que a deposição de músculo na carcaça está relacionada com a quantidade de proteína (lisina) ingerida pelo animal.

Trindade Neto et al. (2004) relataram que quando o consumo de lisina está abaixo das necessidades a utilização dos outros aminoácidos essenciais é prejudicada, afetando o ganho muscular, e a retenção proteica se torna praticamente constante. Sendo assim, animais com alta taxa de deposição proteica necessitam de maior concentração de aminoácidos na dieta em decorrência de proteína diária.

## **CONCLUSÃO**

Recomenda-se o nível de 0,96% de LD para fêmeas e 0,85% de LD para machos castrados e imunocastrados para uma melhor conversão alimentar e melhor acabamento de carcaça para suínos dos 90 aos 120 kg.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, E.C. et al. Ractopamine and lysine levels on performance and carcass characteristics of finishing pigs. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1961-1968, 2010.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Métodos Brasileiros de Classificação de Carcaça**. Estrela-RS. ABCS, 1973, 17 p.
- DA LA LLATA, M. et al. Effects of increasing L-lysine HCl in corn or sorghum-soybean meal based diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2420-2432, 2002.
- DONZELE, J.L. et al. Níveis de lisina para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 1, p. 117-122, 1998.
- FÁVERO, J.A. Importância do processo de tipificação na melhoria de carcaça de suínos. XXXVIII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, Piracicaba-SP. **Anais...** SBZ, Piracicaba-SP, p. 158-163, 2001.
- FERREIRA, R.A. et al. Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambientes de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1056-1062, 2006.
- FORTES, E.I. et al. Sequências de lisina digestível para suínos de duas linhagens selecionadas para alta deposição de carne. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 2, p. 480-490, 2012.
- HALAS, V. et al. Efficiency of fat deposition from non-starch polysaccharides, starch and unsaturated fat in pigs. **British Journal of Nutrition**, v. 103, p. 123-133, 2010.
- HENRY, Y. et al. Effects of dietary level of lysine and of level and source of protein on feed intake, growth performance, and plasma amino acid pattern in the finishing pig. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 1, p. 188-195, 1992.
- IRVIN, K.M. et al. Influence of dietary protein level on swine with different growth capabilities. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 5, p. 1031-1047, 1995.
- JOHNSTON, M.E. et al. The effects of porcine somatotropin and dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of finishing swine fed to 105 or 127 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2986-2995, 1993.
- KIEFER, C. et al. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1955-1960. 2011.
- KILL, J.L. et al. Planos de nutrição para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 105 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1330-1338, 2003.

- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**. New York: Cab International, 1997.
- 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.
- OLIVEIRA, A.L.S. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 150-155, 2003.
- POMAR, C. et al. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operations, In: XI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá-PR, **Anais...** Viçosa-MG: SBZ, p. 226-237, 2009.
- ROSTAGNO, H.S. et al. 2011. **Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de Alimentos e Exigências Nutricionais**. Viçosa, MG. 252p.
- SAKOMURA, N.K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: FUNESP, 2014. 678 p.
- SANTOS, F. A. et al. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1038-1044, 2011.
- SOBRINHO, D.C.S. et al. Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 546-557, 2013.
- SOUZA FILHO, G.A. et al. Efeito de planos de nutrição e de genótipos sobre características físicas de carcaça de suínos. **Revista Ciência Agrotécnica**, v. 24, n. 4, p. 1060-1067, 2000.
- STAHLY, T.S. et al. Responses of high, medium and low lean growth genotypes to dietary amino acid regimen. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 364, 1991. (suppl. 1).
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. System for Microsoft Windows: release 8.2. Cary: 2001. 1 CD-ROM.
- TRINDADE NETO, M.A. et al. Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 kg e 19,0 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, p. 1777-1789, 2004.
- WEBSTER, M.J. et al. Interactive effects between Ractopamine Hydrochloride and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics, pork quality, and tissue accretion. **The Professional Animal Scientist**, v. 23, p. 597-611, 2007.
- WITTE, D.P. et al. Effect of dietary lysine and environmental temperature during the finishing phase on the intramuscular fat content of pork. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1272-1276, 2000.

## **CAPÍTULO 4**

---

**Exigência de lisina digestível para suínos fêmeas e machos castrados de 120 a 150 kg:  
desempenho e avaliação de carcaça**

## RESUMO

Foram realizados dois experimentos para determinar a exigência de lisina digestível (LD) para suínos com terminação tardia (120 a 150 kg). Foram estabelecidos cinco níveis de lisina digestível (LD) com oito repetições por tratamento totalizando 40 animais alojados em baias individuais e o delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados considerando o peso inicial, que foi de  $119,7 \pm 2,73$  kg para as fêmeas (F) no experimento um (Exp 1) e  $118,9 \pm 2,17$  kg para os machos castrados (MC) no experimento dois (Exp 2). Os níveis de LD avaliados foram 0,50; 0,62; 0,74; 0,86 e 0,98%, durante 28 dias. Foram avaliadas as variáveis do desempenho (peso final, ganho de peso, consumo de ração diário, consumo de lisina diário, conversão alimentar e consumo de energia metabolizável) e as características de carcaça (peso da carcaça quente, rendimento de carcaça, espessura de toucinho e profundidade de lombo). Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) para os níveis de LD para conversão alimentar, ganho de peso e peso final nos MC (0,77; 0,78 e 0,77% LD) e F (0,75; 0,75 e 0,76% LD), respectivamente. Não foi observado efeito ( $P > 0,10$ ) sobre o consumo de ração nas F, porém observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) para esta mesma variável nos MC (0,80% LD). Observou-se efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) no peso da carcaça quente nas fêmeas (0,75% LD) e MC (0,76% LD). As espessuras de toucinho na primeira costela e no ponto P<sub>2</sub> apresentaram um efeito quadrático ( $P < 0,10$ ) nas F 0,76% e 0,84%, respectivamente). Com o objetivo de obter melhor desempenho e qualidade de carcaça são recomendados os níveis de 0,75% e 0,77% e de LD para fêmeas e machos castrados, respectivamente, quando suínos de abate são alimentados na faixa de peso entre 120 a 150 kg.

**Palavras chave:** aminoácidos digestíveis, exigência nutricional, proteína ideal, suínos de abate pesados

## ABSTRACT

Two experiments have been done to determine the ideal digestible lysine requirement for heavy weighing slaughter pigs with weight varying from 120 to 150 kg. In each experiment five levels of digestible lysine (LD) were established with eight replicates per treatment totalizing forty pigs lodged in individual crates and the experimental design adopted was in randomized blocks considering initial weight. The mean starter weight was  $119.7 \pm 2.73$  kg for gilts (F) in first trial (Exp1) and  $118.9 \pm 2.17$  kg for barrows (MC) in second trial (Exp2). Both experiments lasted 28 days and the evaluated LD levels were 0.50; 0.62; 0.74; 0.86 and 0.98%. There were evaluated performance (feed to gain ratio, final weigh, daily weight gain and feed consumption) and carcass characteristics (hot weight, yield, back fat and loin depths). A quadratic effect ( $P < 0.10$ ) of LD levels were established for feed to gain ratio, weight gain and final weight for MC (0.77; 0.78 and 0.77% LD) and F (0.75; 0.75 and 0.76% LD), respectively. No effect ( $P > 0.10$ ) was observed on the daily feed consumption of gilts, on the other hand, this variable presented a quadratic effect ( $P < 0.10$ ) in MC (0.80). On the carcass characteristics, the weight of hot carcass presented a quadratic effect ( $P < 0.10$ ) for F (0.75% LD) and MC (0.76% LD). The fat thickness of the first rib and back fat thickness at the P<sub>2</sub> point presented a quadratic effect ( $P < 0.10$ ) in F (0.76 and 0.84% LD, respectively). In order to ensure a better performance and quality of carcass, there were recommended 0.75% and 0.77% LD levels in diets for gilts and barrows, respectively, while slaughter pigs were fed in the range of 120 to 150 kg live weight.

**Keywords:** digestible amino acids, heavy-weight slaughter pigs, ideal protein, nutritional requirements

## INTRODUÇÃO

O peso ideal de abate de suínos tem sido determinado pela eficiência alimentar e qualidade de carcaça, sendo que nos últimos anos têm sido utilizados animais mais pesados nos frigoríficos brasileiros (AROUCA et al., 2007). Grandes empresas produtoras de suínos têm enfatizado a maximização da deposição de tecido magro por meio de programas de seleção genética; neste sentido, pesquisas sobre nutrição têm sido desenvolvidas no intuito de diminuir a deposição de gordura e aumentar a deposição de músculo nas carcaças dos suínos melhorados geneticamente como forma de atender o mercado consumidor e permitir o abate de animais mais pesados (MARINHO et al., 2007).

As potenciais vantagens da produção de suínos com alto peso de abate são reconhecidas pela indústria, dentre as quais estão o aumento da produção de carne por matriz alojada, aumento da produtividade na planta frigorífica e o aumento do peso dos cortes nobres da carcaça. Contudo, as maiores limitações na obtenção de animais com peso elevado de abate estão relacionadas aos teores de gordura na carcaça e sua associação com a redução na eficiência alimentar (SANTOS et al., 2012).

Main et al. (2008) relataram que a deposição de tecido muscular com o consumo de energia só é eficientemente obtida se o aporte de aminoácidos, principalmente lisina, for suficiente para permitir a expressão genética do animal. Sendo assim, a seleção de suínos para deposição de tecido muscular tem resultado no aumento da exigência de lisina digestível, dessa forma, é necessária a constante revisão, por meio de estudos de desempenho, das exigências das atuais linhagens de suínos, já que as linhagens modernas disponíveis no mercado apresentam ritmos elevados de crescimento e altas taxas de deposição muscular.

Neste sentido, objetivou-se com este trabalho avaliar a exigência de lisina para suínos fêmeas e machos castrados dos 120 aos 150 kg de peso vivo em função do desempenho e avaliação da carcaça.

## MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi submetido à avaliação do comitê de ética e aprovado e protocolado com o número 007/2010, sob o título “**Desenvolvimento de estratégias para uso e para o melhoramento genético da produtividade, rendimento industrial e qualidade de carne das raças e linhagens de suínos brasileiros**”.

Foram conduzidos dois experimentos nas instalações da granja experimental do sistema de produção de suínos da Embrapa Suínos e Aves, em Concórdia, SC, com o objetivo de determinar a exigência de lisina digestível para suínos em terminação tardia dos 120 aos 150 kg oriundos do cruzamento do macho Embrapa MS-115 (Tri-Cross) x fêmea F1 GA2012 (Landrace x Large White).

No experimento 1 foram utilizadas 40 fêmeas suínas com peso inicial de  $119,7 \pm 2,73$  e período experimental de 28 dias (sete de agosto a quatro de setembro de 2012). As temperaturas máximas e mínimas observadas no período experimental foram de  $24,84 \pm 3,57^\circ\text{C}$  e  $16,38 \pm 2,09^\circ\text{C}$ , respectivamente.

No experimento 2 foram utilizados 40 suínos machos castrados com peso inicial de  $118,9 \pm 2,17$  e período experimental de 28 dias (18 de julho a 15 de agosto de 2012). As temperaturas médias das máximas e mínimas observadas no período experimental foram de  $22,05 \pm 4,46^\circ\text{C}$  e  $14,79 \pm 2,52^\circ\text{C}$ .

O delineamento utilizado foi o em blocos ao acaso, em função do peso inicial, com oito repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram distribuídos em baias individuais com piso parcialmente ripado, medindo 1,8 x 1,1 metros, bebedouro com altura regulável tipo chupeta e comedouro automático. Água e ração seca farelada foram disponibilizadas para consumo à vontade. As rações experimentais (Tabela 1) foram formuladas à base de milho e farelo de soja e suplementadas com minerais e vitaminas, para atender às exigências nutricionais dos animais, tendo sido estimados de acordo com o NRC (1998), exceto os níveis de PB e lisina e foram mantidas as relações aminoacídicas (Tabela 2). Os tratamentos foram constituídos de uma ração basal e os níveis de lisina (0,50; 0,62; 0,74; 0,86 e 0,98% LD) utilizados foram determinados em função da redução da exigência de lisina digestível em função do aumento do ganho de peso para a linhagem estudada, observado em experimentos anteriores com peso de abate de 60 a 90 kg e de 90 a 120 kg (dados não publicados). Os demais níveis estabelecidos foram determinados com uma variação de 0,12 entre eles sendo dois níveis acima e dois níveis abaixo do estimado como nível central.

As rações, as sobras e os desperdícios foram pesados semanalmente. Os animais, no entanto, foram pesados no início, no 14º dia e no final do período experimental, quando atingiram  $147,52 \pm 5,05$  kg no experimento 1 (fêmea) e  $147,86 \pm 5,69$  kg no experimento 2 (machos castrados).

As variáveis avaliadas foram o peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD). Também foram calculados: o consumo de lisina diária (CLD), conversão alimentar (CA), custo de ração por kg de ganho de peso (CRGP – calculado pelo produto entre o custo da ração e a conversão alimentar), conversão de lisina pelo ganho de peso (CLGP - relação entre o consumo de lisina diário em gramas e o ganho de peso diário), eficiência de lisina em função do ganho de peso (ELGP – é o produto do ganho de peso diário em gramas pelo consumo de lisina diário) e o consumo diário de

energia metabolizável (CDEM – calculado multiplicando o nível de energia metabolizável pelo consumo de ração).

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais com diferentes níveis de lisina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 120 aos 150 kg de peso vivo.

Ingrediente (%)	Níveis de lisina digestível				
	0,50	0,62	0,74	0,86	0,98
Milho	86,5414	83,4262	80,3069	77,1970	74,0610
Farelo soja	10,5115	13,6753	16,7892	19,8170	22,8726
Fosfato bicálcico	0,7637	0,7465	0,7297	0,7138	0,6977
Calcário calcítico	0,6954	0,6874	0,6796	0,6718	0,6639
Sal comum	0,3289	0,3289	0,3289	0,3290	0,3290
Adsorvente de micotoxina	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450
Suplemento mineral	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000	0,1000
Suplemento vitamínico	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500	0,1500
Cloreto de colina	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203	0,0203
L-Lisina	0,1142	0,1743	0,2361	0,3006	0,3643
DL-metionina	-	-	0,0053	0,0524	0,0992
L-Treonina	-	0,0038	0,0427	0,0829	0,1228
L-Triptofano	-	0,0086	0,0175	0,0258	0,0350
Caulim	0,3246	0,2287	0,1438	0,0895	0,0343
<b>Nutrientes (%)</b>					
Proteína bruta	11,46	12,69	13,93	15,16	16,40
EMAn (Kcal/kg)	3230	3230	3230	3230	3230
Cálcio	0,470	0,470	0,470	0,470	0,470
Sódio	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Fósforo disponível	0,230	0,230	0,230	0,230	0,230
<b>Aminoácidos digestíveis</b>					
Lisina	0,500	0,620	0,740	0,860	0,980
Metionina	0,135	0,167	0,200	0,232	0,265
Metionina+cistina	0,300	0,372	0,444	0,516	0,588
Treonina	0,325	0,403	0,481	0,559	0,637
Triptofano	0,095	0,118	0,141	0,163	0,186
Arginina	0,155	0,192	0,229	0,267	0,304
Valina	0,335	0,415	0,496	0,576	0,657
Isoleucina	0,280	0,347	0,414	0,482	0,549
Leucina	0,490	0,608	0,725	0,843	0,960
Histidina	0,155	0,192	0,229	0,267	0,304
Fenilalanina	0,300	0,372	0,444	0,516	0,588
Fenilalanina+tirosina	0,470	0,583	0,696	0,808	0,921

Suplemento mineral e vitamínico. Quantidade/kg de suplemento: sulfato de ferro, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, iodato de cálcio, óxido de zinco, sulfato de manganês, pantotenato de cálcio, selenito de sódio, biotina, ácido fólico, Vit. D3 (min) 1500000.00UI, Vit.E (min) 15000.00UI, vit. K3 (min) 1500.00 mg, Vit B1 (min) 1350.00 mg, Vit. B2 (min) 40000.00 mg, Vit B6 (min) 2000.00 mg, Vit. B12 (min) 20000.00 mg, ácido pantotênico (min) 9350.00 mg, niacina (min) 20g, ácido fólico (min) 600.00mg, selênio (min) 300.00mg, biotina (min) 80.00 mg, vit. A (min) 6000000.00 UI.

Tabela 2. Relação aminoacídica utilizada nos experimentos.

Aminoácidos digestíveis	Relação
Metionina	27
Metionina + cistina	60
Arginina	31
Histidina	31
Isoleucina	56
Leucina	98
Fenilalanina	60
Fenilalanina + tirosina	94
Treonina	65
Triptofano	19
Valina	67

Fonte: NRC, 1998.

No início e final do experimento foi medida em cada animal a espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> (região da última costela) com auxílio de um aparelho de ultrassom (EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup>), obtendo-se a espessura de toucinho inicial (P<sub>2</sub>I), a espessura de toucinho final (P<sub>2</sub>F), como pode ser observado na figura 1. Em seguida, foi calculado o aumento de espessura de toucinho durante o período experimental (P<sub>2</sub>F – P<sub>2</sub>I).



Figura 1. Ultrassom EMBRAPA MTU 100<sup>®</sup> e medida de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub>.

No final do experimento foram realizadas medidas de e espessura de toucinho (ETU) e da profundidade de lombo (PLU) com aparelho de ultrassom ALOKA SSD-500v

acoplado com transdutor de arranjo linear modelo UST 5011-3.5 MHZ, gerenciado via software Biosoft Toolbox<sup>®</sup> for Swine da Biotronics Inc (figura 2).



Figura 2. Medida de espessura de toucinho e profundidade de lombo com o aparelho ALOKA SSD-500V.

O abate foi realizado em abatedouro comercial, localizado a 15 km de distância das instalações experimentais. Os animais foram pesados no dia anterior ao abate. A ração foi retirada às 15h00 e o carregamento foi feito às 3h00 da manhã seguinte. O transporte durou 25 minutos, o período de descanso pré-abate foi de três horas. O tempo total entre o início do jejum e o abate foi de aproximadamente 16 horas.

Após o abate, procedeu-se a toailete e evisceração e as carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi calculado multiplicando-se o PCQ por 100 e dividindo-se pelo peso final. O ganho estimado em carcaça (GEC) foi obtido subtraindo-se o PCQ do peso vivo inicial multiplicado por 0,723 no experimento 1 (F) e 0,709 no experimento 2 (MC), equivalente ao rendimento de carcaça observados no experimento com suínos abatidos aos 120 kg (dados não publicados) e a partir deste dado calculou-se a conversão de lisina na carcaça (CLC) pelo produto do ganho estimado da carcaça dividido pelo período experimental dividido pelo consumo de lisina diário.

Com a carcaça resfriada, 24 horas após o abate, foram feitas avaliações na meia carcaça esquerda da espessura de toucinho, utilizando-se um paquímetro digital, em três pontos da carcaça: na primeira costela (ET\_1°C), na última costela (ETUC) e na primeira vertebra sacral (ET\_S), como pode ser observado na figura 3, e em seguida foi calculada a média de espessura de toucinho na carcaça (METC).

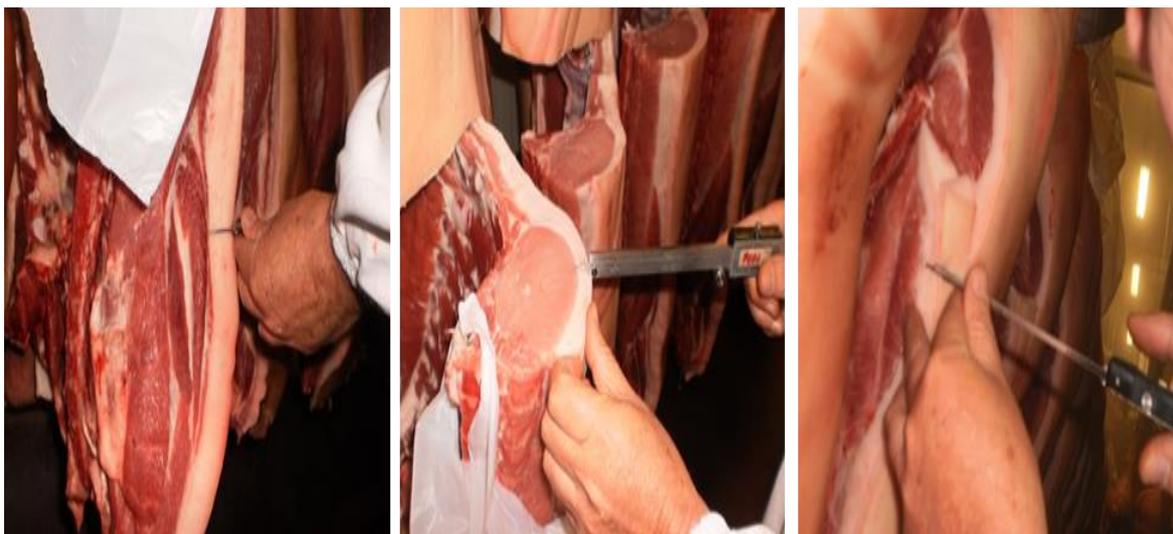


Figura 3. Medida de espessura de toucinho na primeira costela (ET\_1°C), na última costela (ET\_U) e na primeira vértebra sacral (ET\_S).

A meia carcaça foi serrada no ponto P<sub>2</sub>(6,5) (última costela) e medida a espessura de toucinho a 6,5 cm da linha dorsal com a utilização do paquímetro. Na mesma região foram feitos os desenhos da área de lombo (AOL) e área de gordura (AG) em papel manteiga (Figura 4).

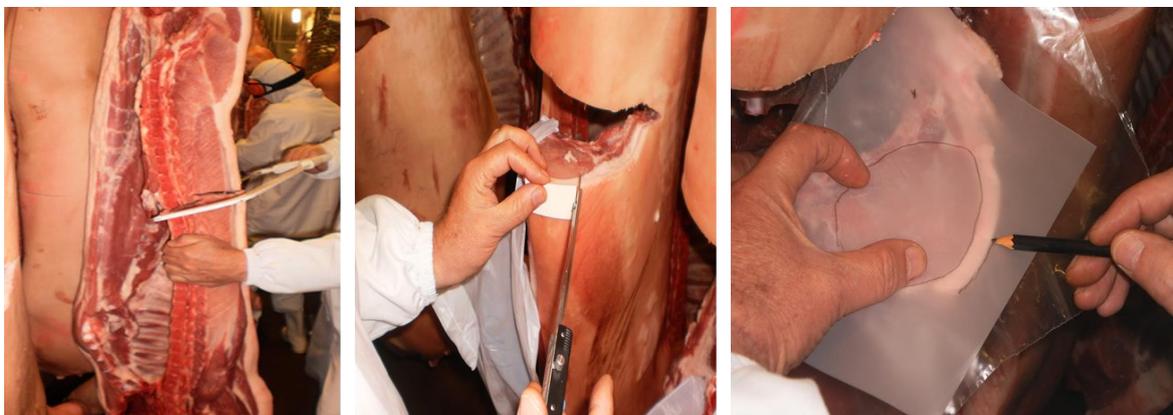


Figura 4. Meia carcaça esquerda, medidas de espessura de toucinho no ponto P<sub>2</sub> e desenho da área de olho de lombo (AOL) e área gordura (AG).

Posteriormente, calculadas as áreas de olho de lombo e gordura, seguindo a metodologia descrita pela ABCS (1973), com o auxílio de um planímetro, como demonstrado na figura 5. Com os dados de área de lombo e da área de gordura foi possível calcular a relação carne:gordura (RC:G).



Figura 5. Planímetro e medida de área de olho de lombo e área de gordura.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS Institute Inc., 2001), decompondo-se a soma de quadrados dos tratamentos em contrastes ortogonais. O conjunto de dados referente a cada um dos experimentos foi analisado de forma independente e as equações de regressão foram geradas utilizando-se o procedimento REG do SAS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Desempenho

Os resultados de desempenho em função dos níveis de lisina digestível obtidos nos dois experimentos são apresentados na tabela 3.

#### Experimento 1 (fêmea)

Não foi observado efeito dos níveis de lisina ( $P > 0,10$ ) sobre o consumo de ração diário e o consumo de energia metabolizável diário.

Tabela 3. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de desempenho zootécnico de suínos arraçadas com diferentes níveis de lisina digestível.

Exp	Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
		0,50	0,62	0,74	0,86	0,98	L	Q	
F	PF (kg)	144,957	149,517	149,986	145,829	148,114	NS	**	1,73
	GPD (kg)	0,919	1,090	1,102	0,962	1,007	NS	**	8,06
	CRD (g)	3,424	3,757	3,600	3,468	3,628	NS	NS	8,71
	CLD (g)	17,119	23,295	26,638	29,733	35,551	*	NS	3,88
	CA (g/g)	3,770	3,550	3,270	3,650	3,630	NS	**	4,66
	CRGP (R\$/Kg)	2,954	2,947	2,883	3,415	3,605	NS	**	4,71
	CLGPD (g/kg)	18,842	22,011	24,214	31,258	35,580	*	NS	5,58
	ELGP (g/kg)	54,404	46,377	41,352	32,386	28,495	*	NS	3,31
	CDEM (Kcal)	11110,0	12192,5	11681,2	11254,9	11771,6	NS	NS	8,71
	MC	PF (kg)	143,100	145,650	148,757	151,571	144,171	NS	**
GPD (kg)		0,881	0,957	1,053	1,156	0,915	NS	**	8,69
CRD (g)		3,507	3,891	3,951	4,115	3,701	NS	**	2,86
CLD (g)		17,537	24,126	29,241	35,389	36,270	*	NS	6,48
CA (g/g)		4,016	4,112	3,767	3,563	4,122	NS	**	6,87
CRGP (R\$/kg)		3,149	3,413	3,319	3,335	4,093	NS	**	7,12
CLGPD (g/kg)		20,081	25,498	27,875	30,644	40,392	*	NS	8,00
ELGP (g/kg)		50,519	39,592	36,133	32,877	25,279	*	NS	7,35
CDEM (Kcal)		11381,6	12627,5	12822,7	13353,3	12009,8	NS	**	2,86

Exp=experimentos; L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PF=peso final; GPD=ganho de peso diário; CRD=consumo de ração diário, CLD=consumo de lisina diário, CA= conversão alimentar; CRGP= custo da ração por kg de ganho de peso; CLGP=consumo de lisina necessário para uma unidade de ganho de peso; ELGP=eficiência de utilização de lisina para ganho de peso; CDEM= consumo diário de energia metabolizável.

Edmonds e Baker (1987) já afirmavam que o excesso de lisina entre outros aminoácidos não influenciavam a ingestão de ração pelos suínos. De forma semelhante, Corino et al. (2007), trabalhando com a influência do ácido linoleico conjugado e níveis de lisina para suíno machos castrados e fêmeas de terminação tardia abatidos aos 150 kg, também não verificaram efeito do nível de lisina sobre o consumo de ração.

Observou-se efeito quadrático no peso final (0,76% LD), no ganho de peso diário (0,75% LD), na conversão alimentar (0,75% LD) e no custo da ração por kg de ganho de peso (0,59% LD), representados pelas equações,  $\hat{Y}_{PF}=122,45299+69,53590X-45,50501X^2$  ( $r^2=0,34$  e  $P<0,10$ );  $\hat{Y}_{GPD}=-0,05525+3,01172X-2,00775X^2$  ( $r^2=0,47$  e  $P<0,10$ );  $\hat{Y}_{CA}=6,39816-7,89259X+5,23301X^2$  ( $r^2=0,60$  e  $P<0,10$ ) e  $\hat{Y}_{CRGP}=4,62225-5,80778X+4,92071X^2$  ( $r^2=0,90$  e  $P<0,10$ ), respectivamente. Além dos níveis de lisina utilizados, o aparecimento de cio durante o período avaliado também pode ter tido influência nestes resultados.

Kiefer et al. (2011) comentaram que quando os níveis de lisina estão abaixo da exigência, a piora observada no desempenho pode ser justificado pela baixa eficiência de utilização da fração proteica da dieta para deposição de proteína na carcaça, o que é esperado com o aumento do peso de abate em função da mudança da curva de crescimento muscular influenciando o peso final. Entretanto, quando os níveis de aminoácidos excedem a exigência do animal a síntese proteica vai ocorrer até o nível de aminoácido limitante e o excesso vai ser excretado com alto custo metabólico, o que pode ter ocorrido neste experimento.

Friesen et al. (1995) avaliaram o efeito da lisina em leitoas de terminação tardia (104 a 136 kg) e observaram aumento quadrático no ganho de peso até o nível de 0,71% de LD e melhor conversão alimentar com o nível de 0,74% de LD. Cline et al. (2000) avaliaram fêmeas suínas de 54 a 116 kg e recomendaram o nível de 0,80% de LD, correspondendo ao que apresentou melhor conversão alimentar para fase estudada. Da La Llata et al. (2007) observaram que o aumento da relação lisina:caloria em fêmeas suínas dos 27 aos 120 kg elevou o ganho de peso diário e melhorou a eficiência alimentar, assim como Shelton et al. (2011) que observaram efeito linear crescente sobre o ganho de peso e eficiência alimentar dos níveis de 0,54 a 0,89% de lisina digestível para fêmeas suínas dos 84 aos 110 Kg.

O que se observa é que as divergências dos resultados observados entre os trabalhos, quanto à influência dos níveis de lisina digestível dos suínos podem estar relacionadas aos diferentes genótipos utilizados e ao potencial genético dos animais para deposição muscular, sustentando que as respostas de desempenho e de deposição de carne podem estar associadas ao nível de lisina da ração, devido à exigência em maior quantidade desse aminoácido para deposição proteica, e em razão de sua elevada concentração nos tecidos musculares dos suínos (TREVISI et al., 2009).

O consumo de lisina diário e a conversão de lisina no ganho de peso apresentaram efeito linear crescente com o aumento dos níveis de lisina da ração, segundo as equações  $\hat{Y}_{CLD} = -0,23528 + 36,08426X$  ( $r^2 = 0,98$  e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y}_{CLGP} = 0,03515 + 35,60246X$  ( $r^2 = 0,97$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente. Já a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso reduziu linearmente como pode ser observado pela equação  $Y_{ELGP} = 81,18482 - 54,84053X$  ( $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,10$ ). Segundo Edmonds e Baker (1987), os suínos toleram excessos de aminoácidos nas dietas, principalmente lisina. Contudo, acredita-se que essa tolerância tenha um limite em função da exigência e do perfil aminoacídico que podem limitar a síntese proteica em função do nível de aminoácido que está em menor quantidade, sendo o excesso desaminado e excretado na forma de nitrogênio (BERTECHINI, 2012).

### **Experimento 2 (macho castrado)**

Observou-se efeito quadrado no consumo de ração diário (0,80% LD), no peso final (0,77% LD), no ganho de peso diário (0,78% LD), na conversão alimentar (0,77% LD), no consumo diário de energia metabolizável (0,77% LD) e no custo da ração por kg de ganho de peso (0,60% LD), representados pelas equações:  $\hat{Y}_{CRD} = -0,38438 + 11,46632X - 7,40357X^2$  ( $r^2 = 0,89$  e  $P < 0,10$ ),  $\hat{Y}_{PF} = 89,71247 + 154,96145X - 100,16298X^2$ ; ( $r^2 = 0,74$  e  $P < 0,10$ ),  $\hat{Y}_{GPD} = -0,78184 + 4,81537X - 3,10357X^2$  ( $r^2 = 0,70$  e  $P < 0,10$ ),  $\hat{Y}_{CA} = 6,86882 - 8,10984X + 5,28896X^2$  ( $r^2 = 0,39$  e  $P < 0,10$ ),  $\hat{Y}_{CDEM} = -1247,29726 + 37208X - 24025X^2$  ( $r^2 = 0,39$  e  $P < 0,10$ ).

= 0,89 e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y}_{CRGP} = 5,16928 - 6,54678x + 5,44253X^2$  ( $r^2 = 0,77$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente.

Nas linhagens com alto consumo e alta taxa de crescimento o aumento do consumo ocorre especialmente na fase de terminação, no qual o suíno procura ajustá-lo de acordo com o nível energético da dieta (REZENDE et al., 2006). Rodríguez-Sánchez et al. (2011) conduziram um experimento com suínos macho castrados com peso de abate de 130 kg e relataram que os suínos foram menos eficientes na transformação do alimento em ganho de peso vivo, tendo em vista uma maior espessura de toucinho na carcaça.

Santos et al. (2011), em experimento para determinar o nível de lisina digestível para suínos machos castrados dos 95 aos 125 kg, observaram efeito quadrático no peso final e justificaram que suínos com alto potencial para deposição de carne na carcaça respondem positivamente ao nível de lisina da dieta, determinado pelo potencial do genótipo. No entanto, Kiefer et al., (2011) comentaram que quando os níveis de lisina estão abaixo da exigência, a piora observada no desempenho pode ser justificado pela baixa eficiência de utilização da fração proteica da dieta para deposição de proteína na carcaça, influenciando o peso final.

Muitas divergências tem sido observadas na literatura para estas variáveis no qual Arouca et al. (2005), ao trabalharem com suínos machos castrados na fase de terminação (96 a 120 kg), observaram efeito quadrático indicando o nível de 0,75% para maior ganho de peso. Em contrapartida, Fortes et al. (2012) trabalharam com sequências de lisina digestível para suínos selecionados para alta deposição de carne dos 24 aos 125 kg, não observaram influenciaram no ganho de peso dos suínos machos castrados.

Este comportamento provavelmente ocorreu em função do aumento do peso de abate, no qual a deposição de proteína é menos eficiente, principalmente quando relacionado com o aumento dos níveis de aminoácidos, favorecendo o metabolismo

energético e conseqüentemente a deposição de gordura subcutânea, afetando negativamente o ganho de peso.

Observou-se efeito linear crescente em função dos níveis de lisina sobre o consumo de lisina diário e a conversão de lisina em ganho de peso, segundo as equações:  $\hat{Y}_{CLD} = 1,53638 + 40,60712X$  ( $r^2 = 0,96$  e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y}_{CLGP} = 0,67490 + 38,13913X$  ( $r^2 = 0,93$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente. Entretanto, a eficiência de utilização de lisina para ganho de peso reduziu linearmente, como já era esperado, como pode ser observado pela equação  $Y_{ELGP} = 72,14964 - 47,66178X$  ( $r^2 = 0,93$  e  $P < 0,10$ ).

A redução da eficiência de utilização da lisina ocorre em consequência do metabolismo proteico e aminoácido, no qual a síntese proteica irá ocorrer até o nível do aminoácido limitante presente em menor quantidade, sendo prontamente depositado e os aminoácidos excedentes sofrem desaminação e são excretados sendo menos eficiente já que este processo acarreta alto custo energético para o metabolismo animal (SAKOMURA, et al., 2014).

Kiefer et al. (2011) avaliaram diferentes planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos castrados e inteiros em crescimento e terminação observaram aumento do consumo de lisina por quilograma de ganho em peso dos suínos em função do aumento da concentração de lisina digestível na dieta. Os autores relataram que os resultados observados podem ter ocorrido em função da baixa eficiência de utilização da fração proteica da dieta para deposição de proteína na carcaça.

### **Avaliação de Carcaça**

Não foi verificado efeito ( $P > 0,10$ ) do nível de lisina sobre o rendimento de carcaça (RC), área de olho de lombo (AOL), profundidade de lombo (PLU), área de gordura (AG), espessuras de toucinho pelo ultrassom (ET\_U), espessura de toucinho no final do experimento ( $P_2F$ ), ganho de toucinho no período experimental ( $P_2F - P_2I$ ), na media de

espessura de toucinho na carcaça e relação carne gordura (RC:G) nos experimentos de fêmeas e machos castrados e na espessura de toucinho da primeira costela e do ponto P<sub>2</sub> (6,5) no experimento de macho castrado, como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4. Médias, coeficiente de variação e parâmetros da análise de regressão das variáveis de carcaça de suínos alimentados com diferentes níveis de lisina digestível.

Exp	Variáveis	Níveis de lisina (%)					Efeito do modelo		CV (%)
		0,50	0,62	0,74	0,86	0,98	L	Q	
F	PCQ (Kg)	105,93	109,57	108,53	107,06	107,60	NS	**	1,40
	RC (%)	73,09	73,33	72,36	73,45	72,67	NS	NS	2,20
	AOL (mm)	61,24	64,13	60,32	59,60	59,11	NS	NS	8,65
	PLU (mm)	76,96	78,67	80,27	76,71	78,13	NS	NS	4,86
	AG (mm)	24,53	27,20	26,34	27,67	26,60	NS	NS	13,96
	ETU (mm)	19,49	20,88	21,79	23,04	21,26	NS	NS	16,08
	P <sub>2</sub> I (mm)	11,71	12,83	12,29	12,57	11,14	NS	NS	13,75
	P <sub>2</sub> F (mm)	13,57	14,67	14,14	14,43	14,86	NS	NS	15,89
	P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	1,86	1,83	1,86	1,86	3,71	NS	NS	102,7
	P <sub>2</sub> (6,5) (mm)	14,51	16,11	17,21	17,53	16,93	NS	**	14,13
	METC (mm)	22,68	25,69	25,28	25,44	23,90	NS	NS	14,25
	RC:G (Kg)	2,52	2,40	2,35	2,28	2,24	NS	NS	19,32
	GEC (Kg)	19,75	23,57	22,42	21,13	20,93	NS	**	6,43
MC	PCQ (Kg)	104,10	105,82	106,74	109,03	104,06	NS	**	1,61
	RC (%)	72,73	72,68	71,77	71,93	72,18	NS	NS	1,70
	AOL (mm)	48,93	49,90	53,30	50,22	51,46	NS	NS	13,35
	PLU (mm)	74,47	71,67	75,10	71,37	76,04	NS	NS	5,30
	AG (mm)	28,45	29,50	29,45	28,73	29,02	NS	NS	11,23
	ETU (mm)	29,40	29,82	28,38	29,46	26,87	NS	NS	15,64
	P <sub>2</sub> I (mm)	13,50	16,50	15,29	15,14	14,43	NS	**	6,70
	P <sub>2</sub> F (mm)	17,67	17,00	17,57	17,86	17,43	NS	NS	10,66
	P <sub>2</sub> F-P <sub>2</sub> I (mm)	4,17	0,50	2,29	2,71	3,00	NS	NS	88,12
	P <sub>2</sub> (6,5) (mm)	24,00	23,58	23,81	25,07	20,66	NS	NS	15,46
	METC (mm)	31,73	29,44	30,11	29,86	30,30	NS	NS	13,45
	RC:G (Kg)	1,73	1,70	1,87	1,75	1,80	NS	NS	14,04
	GEC (Kg)	20,18	21,59	22,21	24,55	20,05	NS	**	7,58

Exp=experimentos; L=efeito linear; Q=efeito quadrático; NS=não significativo; PCQ=peso de carcaça quente; RC=rendimento de carcaça; AOL=área de olho de lombo; PLU=profundidade de lombo medido pelo ultrassom ALOKA; AG=área de gordura; ETU=espessura de toucinho medida pelo ultrassom ALOKA; P<sub>2</sub>I=espessura de toucinho do início do experimento; P<sub>2</sub>F=espessura de toucinho no final do experimento; P<sub>2</sub>F - P<sub>2</sub>I=ganho em toucinho no período experimental; P<sub>2</sub>(6,5)=espessura de toucinho a 6,5 da linha lombar; ET<sub>1</sub>C=espessura de toucinho na primeira costela; ET<sub>S</sub>= espessura de toucinho na região sacral; ETC=espessura de toucinho da 10ª costela; RC:G=relação carne:gordura e GEC=ganho estimado na carcaça.

Os níveis de lisina influenciaram o peso da carcaça quente (PCQ), de forma quadrática, no experimento de fêmeas e machos castrados, no qual se constatou maior peso da carcaça quente quando se utilizou 0,75 e 0,76% de LD, representado pelas equações  $\hat{Y} = 90,17651 + 49,32162X - 25,71807X^2$  ( $r^2 = 0,41$  e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y} = 73,09739 + 90,82275X - 59,60648X^2$  ( $r^2 = 0,66$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente.

Provavelmente, a variação observada no peso da carcaça esteja relacionada com a resposta observada no peso final, que também apresentou efeito quadrático (0,76 e 0,77% de LD) no experimento de fêmeas e machos castrados, respectivamente.

Sobrinho et al. (2013) e Corassa et al. (2013), em experimento com suínos em terminação, também observaram efeito no peso da carcaça com o aumento do nível de lisina digestível, contudo os primeiros pesquisadores observaram efeito quadrático, indicando o nível de 0,95% e os segundos aumento linear.

Houve efeito significativo do ganho estimado na carcaça (GEC), em função da alteração dos níveis de lisina digestível, tanto para fêmeas quanto para machos castrados, no qual os maiores ganhos na carcaça foram observados com os níveis de 0,74 e 0,76% de LD, segundo as equações  $\hat{Y} = 0,54936 + 60,01338X - 40,59878X^2$  ( $r^2 = 0,55$  e  $P < 0,10$ ) e  $\hat{Y} = - 5,99630 + 76,55581X - 50,20703X^2$  ( $r^2 = 0,60$  e  $P < 0,10$ ), respectivamente.

Os resultados indicaram que a magnitude da resposta a maiores níveis de lisina dietética pode estar diminuída com o aumento do peso do suíno acima de 100 kg. Nos animais mais pesados pode ocorrer maior deposição de lipídeos em detrimento da deposição de proteína na carcaça, sendo função do potencial de deposição de carne magra do animal. Assim, nos suínos em crescimento ocorre alteração na relação deposição de gordura e proteína, isto é, há aumento de proteína na carcaça como resultado do aumento da ingestão da lisina da dieta. Entretanto, quando ocorre aumento de ganho lipídico com

taxa de ganho proteico semelhante, pode estar havendo excesso de ingestão de energia (FRIESEN et al. 1995).

Em relação à espessura de toucinho  $P_2$  (6,5 cm) observou-se efeito quadrático no experimento de fêmeas, no qual as leitoas que consumiram 0,84% de LD apresentaram maior espessura de toucinho, como pode ser constatado pela equação  $\hat{Y} = - 0,74536 + 43,28020X - 32,85620X^2$  ( $r^2 = 0,99$  e  $P < 0,10$ ).

Schinckel (1992) comentou que a taxa de deposição de proteína é obtida entre os 40 e 50 kg, dependendo do genótipo, nutrição, meio ambiente e estado de saúde, sendo que a deposição lipídica tende a aumentar em suínos abatidos com pesos mais elevados, constatando conseqüente aumento no ganho de lipídio semelhante às taxas de ganho de proteína que pode ser atribuída ao excessivo consumo de energia. Friesen et al. (1995) relataram que o aumento da deposição de lipídios foi associada com o ganho de tecido adiposo, e que a maior taxa de deposição de lipídio em suínos abatidos com 136 kg pode ter ocorrido em função do maior consumo de ração em comparação com suínos mais leves.

Contudo, diversos autores (OLIVEIRA et al., 2003; AROUCA et al., 2005), em pesquisas com suínos machos castrados e fêmeas na fase de terminação, dos 90 aos 125 kg, não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a espessura de toucinho. Já Santos et al. (2011) avaliaram níveis de lisina digestível para suínos de alto potencial genético de terminação tardia e observaram redução linear na espessura de toucinho com o aumento dos níveis de lisina digestível na ração.

Outro fator que pode ter contribuído para a resposta observada na espessura de toucinho é o sistema de alimentar adotado (à vontade). Em geral, é recomendado pela literatura uma restrição alimentar de 10% do consumo à vontade, podendo ou não ser o suficiente para que apareçam os efeitos na eficiência alimentar e nas características de carcaça em animais com terminação tardia. Portanto, nos animais de alto consumo

voluntário de alimento, é necessária a restrição de energia neste período, de forma a reduzir a deposição de gordura, mantendo, assim, alta proporção de músculo na carcaça (BERTOL et al., 2001).

### **CONCLUSÃO**

Para um melhor desempenho e acabamento de carcaça são recomendados os níveis de 0,75 e 0,77% de lisina digestível para fêmeas e machos castrados, respectivamente, quando os suínos são alimentados na faixa de peso entre 120 e 150 kg de peso vivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AROUCA, C.L.C. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados dos 96 aos 120 kg, selecionados para eficiência de crescimento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 57, n. 1, p. 104-111, 2005.
- \_\_\_\_\_. Níveis de lisina para suínos machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne magra na carcaça dos 95 aos 122kg, **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 2, p. 531-539, 2007.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Métodos Brasileiros de Classificação de Carcaças**. Estrela-RS, ABCS, 1973, 17 p.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástrico**. Lavras: ed. UFLA, 2012. 373p.
- BERTOL, T. M. et al. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 231-241, 2001.
- CLINE, T.R. ET AL. Further assessment of the dietary lysine requirement of finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v. 78, n. 3, p. 987-992, 2000.
- CORASSA, A. et al. Níveis de lisina digestível em dietas contendo ractopamina para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 485-489, 2013.
- CORINO, C. et al. Influences of dietary conjugated linoleic acid (CLA) and total lysine content on growth, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Meat Science** v. 79, p. 307–316, 2007.
- DA 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. **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, n. 6, p. 1664-1671, 1987.
- FORTES, E.I. et al. Sequências de lisina digestível para suínos de duas linhagens selecionadas para alta deposição de carne. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 13, n. 2, p. 480-490, 2012.
- FRIESEN, K.G. et al. The effect of dietary lysine on growth, carcass composition, and lipid metabolism in high-lean growth gilts fed from 72 to 136 kilograms. **Journal of Animal Science**, v. 73, p. 3392-3401, 1995.

- KIEFER, C. et al. Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v. 40, n. 9, p. 1955-1960, 2011.
- 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.
- MARINHO, P.C. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dieta sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1061-1068. 2007.
- NRC (1998) **Nutrient Requirements of Swine** (10th ed.) Washington, DC: National Academy Press. 1998. 383 p.
- OLIVEIRA, A.L.S. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra na carcaça dos 110 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 150-155, 2003.
- REZENDE, W.O. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 1101-1106, 2006 (supl.).
- RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, J.A. et al. The influence of dietary lysine restriction during the finishing period on growth performance and carcass, meat, and fat characteristics of barrows and gilts intended for dry-cured ham production. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3651-3662, 2011.
- SAKOMURA, N.K. et al. **Nutrição de Não Ruminantes**. Jaboticabal: FUNESP, 2014. 678 p.
- SANTOS, F. A. et al. Níveis de lisina digestível para suínos machos castrados de alto potencial genético dos 95 aos 125 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 1038-1044, 2011.
- SANTOS, A.P. et al. Restrição alimentar para suínos machos castrados e imunocastrados em terminação. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n. 1, p. 147-153, 2012.
- SCHINCKEL, A. P. Concepts of lean growth modeling and methods of describing genetic differences for application to lean growth models. In: proc. **National Pork Producers Council Lean-growth Modeling Symp.** p. 53-73, 1992.
- SHELTON, N.W. et al. Effects of increasing dietary standardized ileal digestible lysine for gilts grown in a commercial finishing environment. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 3587-3595, 2011.
- SOBRINHO, D.C.S. et al. Lisina digestível para suínos machos castrados submetidos a estresse por calor dos 95 aos 115 kg. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 3, p. 546-557, 2013.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **System for Microsoft Windows**: Release 8.2. Cary: 2001. 1 CD-ROM.

TREVISI, P. et al. A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with Escherichia Coli K88. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 148-156, 2009.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estimar o melhor nível de lisina digestível em suínos híbridos MS-115 x GA2012, selecionados para maior deposição de carne magra, implica em maiores ganhos de peso, melhor conversão alimentar, melhores características de carcaça e menores porcentagens de gordura, mesmo em suínos com alto peso de abate, fatores importantes para a qualidade da produção suinícola e do produto final, que visa atender ao mercado consumidor.

Observar as diferentes respostas ao uso e quantidades de lisina digestível em cada categoria animal utilizada neste trabalho (fêmea, machos castrados e machos inteiros) e nos diferentes períodos de criação (60 a 90; 90 a 120 e 120 a 150 kg/PV) deixa claro a variabilidade nutricional em função dessas variáveis econômicas que se deseja alcançar, podendo direcionar o fornecimento do aminoácido em função do que se deseja obter, sem perder na qualidade e rentabilidade da produção.