

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM
RAÇÕES PARA LEITÕES DE 9 A 25 KG**

Márcio Gilberto Zangeronimo

2006

MÁRCIO GILBERTO ZANGERONIMO

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA LEITÕES DE
9 A 25 KG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientador
Prof. Elias Tadeu Fialho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Zangeronimo, Márcio Gilberto.

Níveis de lisina digestível em rações para leitões de 9 a 25 kg / Márcio Gilberto
Zangeronimo. -- Lavras : UFLA, 2006.

95 p. : il.

Orientador: Elias Tadeu Fialho
Tese (Doutorado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Proteína ideal. 2. Desempenho. 3. Composição corporal. 4. Suíno I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-636.40855

MÁRCIO GILBERTO ZANGERONIMO

**NÍVEIS DE LISINA DIGESTÍVEL EM RAÇÕES PARA LEITÕES DE 9
A 25 KG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 09 de março de 2006.

Prof. Otto Mack Junqueira	UNESP/Jaboticabal - SP
Prof. Luis David Solis Murgas	DMV/UFLA
Prof. José Augusto de Freitas Lima	DZO/UFLA
Prof. Paulo Borges Rodrigues	DZO/UFLA
Prof. Raimundo Vicente de Sousa	DMV/UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Ofereço

Aos meus pais, Ana Carmen e Gilberto,
pela minha formação, exemplo de vida, pelo amor, amizade
e apoio incondicional em todos os momentos de minha vida.
Ao meu irmão Michel e ao meu grande amor Renata, pela amizade e incentivo
sinceros.

Aos meus familiares e amigos, especialmente àqueles
que acreditaram em meu potencial.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Elias Tadeu Fialho, pela orientação, apoio e confiança durante todas as etapas deste trabalho.

Ao Professor Luis David Solis Murgas, pela amizade, confiança e incentivo durante toda minha formação profissional.

Ao professor Rilke Tadeu Fonseca de Freitas, pela paciência e pelos ensinamentos para a elaboração deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da UFLA, Hélio Rodrigues e Marcelo, pela amizade e dedicação durante a condução do experimento.

Ao funcionário do Departamento de Medicina Veterinária, Wiliam César Cortez, pelo apoio durante a realização das análises laboratoriais.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFLA.

Aos companheiros João Carlos Gomes Neto, Renato Philomeno e Marcelo José Milagres de Almeida, pelo grande auxílio e dedicação durante a condução do experimento.

Ao colega Vinícius de Souza Cantarelli, pelo imenso companheirismo de idéias durante a execução dos trabalhos.

Aos companheiros do Núcleo de Estudos em Suinocultura (NESUI), pelo apoio na realização dos trabalhos, em especial à Érica Rocha.

Aos colegas de república Renato Hспанhol (Serjo), Rodrigo Vieira (Timpô) e Nelson Feldberg, pela convivência durante esses dois anos.

A todos aqueles que, de alguma forma ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

E a DEUS, pela vida e oportunidade de realização dos meus objetivos.

BIOGRAFIA

MÁRCIO GILBERTO ZANGERONIMO, filho de Gilberto Zangeronimo e Ana Carmen Paifer Zangeronimo, nasceu em Porto Feliz, SP, em 25 de março de 1978.

Concluiu o ensino médio na Escola Estadual de Primeiro e Segundo Grau “Monsenhor Seckler”, Porto Feliz, SP, em 1995.

Em agosto de 1997, ingressou na Universidade Federal de Lavras onde, em agosto de 2002, obteve o título de Médico Veterinário.

Em fevereiro de 2003, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na mesma universidade, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, obtendo o título de “Mestre” em fevereiro de 2004.

Em março de 2004, iniciou o curso de Doutorado (via programa de mudança de nível oferecido pela CAPES) em Zootecnia, também na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 09 de março de 2006, submeteu-se à defesa de tese para obtenção do título de “Doutor”.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS	i
LISTA DE FIGURAS	iii
RESUMO	v
ABSTRACT	vii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Aplicação do Conceito de Proteína Ideal na Formulação de Rações para Suínos	2
2.2 Fundamentos para o Desenvolvimento de um Perfil Ideal de Aminoácidos	4
2.3 Utilização de Nitrogênio pelos Suínos	8
2.4 Nível Protéico na Dieta e Composição Corporal.....	10
2.5 Aspectos Nutricionais Relacionados à Poluição Ambiental por Dejetos de Suínos .	14
2.6 Aspectos Nutricionais do Leitão na Fase Inicial	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Local dos Experimentos	20
3.2 Animais, Instalações e Período Experimental.....	20
3.2.1 Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo	20
3.2.2 Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio.....	21
3.3 Dietas Experimentais.....	21
3.4 Procedimento Experimental.....	26
3.4.1 Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo	26
3.4.2 Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio	28
3.5 Análises Laboratoriais.....	29
3.5.1 Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo	29
3.5.2 Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio	29
3.6 Análises Estatísticas.....	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
4.1 Desempenho	32
4.2 Abate Comparativo	41
4.3 Balanço de Nitrogênio.....	57
5 CONCLUSÕES.....	64
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
ANEXOS.....	77

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Composição bromatológica e perfil de aminoácidos dos ingredientes usados na formulação das rações experimentais.....	22
TABELA 2 - Composição percentual das rações utilizadas no experimento. .	23
TABELA 3 - Composição química das rações experimentais.....	24
TABELA 4 - Relação aminoacídica das rações experimentais.....	25
TABELA 5 - Ganho de peso médio diário, consumo de ração e conversão alimentar de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	33
TABELA 6 - Consumo diário de lisina e energia metabolizável e eficiência de utilização de lisina de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	38
TABELA 7 - Níveis de uréia plasmática (mg/dL) em leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	41
TABELA 8 - pH do estômago e do ceco de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	43
TABELA 9 - Peso relativo do fígado, pâncreas e dos rins de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	44
TABELA 10 - Altura de vilosidades, profundidade de criptas e relação vilosidade : cripta do jejuno de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	47
TABELA 11 - Peso ao abate e composição química da carcaça de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	48

TABELA 12 - Taxa de deposição de proteína e lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	54
TABELA 13 - Balanço de nitrogênio de leitões aos 25 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	58
TABELA 14 - Nitrogênio excretado nas fezes e nitrogênio excretado na urina de leitões aos 25 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	62

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 - Ganho de peso médio diário (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	34
FIGURA 2 - Conversão alimentar de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.....	36
FIGURA 3 - Consumo médio diário de lisina por leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	39
FIGURA 4 - Eficiência de utilização de lisina por leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	40
FIGURA 5 - Níveis de uréia plasmática de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	42
FIGURA 6 - Proteína na carcaça (%) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	50
FIGURA 7 - Lipídios na carcaça (%) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	52
FIGURA 8 - Taxa de deposição protéica (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	55
FIGURA 9 - Taxa de deposição lipídica (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira	56

- FIGURA 11 - Eficiência de utilização do nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira..... 61
- FIGURA 12 - Nitrogênio excretado na urina (g/dia) de leitões aos 25 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira 63

RESUMO

ZANGERONIMO, Márcio Gilberto. **Níveis de lisina digestível em rações para leitões de 9 a 25 kg.** 2006. 95 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras*

Dois experimentos foram conduzidos no Departamento de Zootecnia da UFLA, com o objetivo de avaliar níveis de lisina digestível (LISD) e proteína bruta (PB) na dieta e verificar a influência de diferentes relações nitrogênio essencial : nitrogênio total (NE:NT) no efeito poluente dos dejetos de suínos na fase inicial. No Experimento I, 80 suínos machos castrados e fêmeas (peso inicial = $9,1 \pm 1,2$ kg e final de $21,5 \pm 4,8$ kg), mestiços (Landrace x Large White), desmamados aos 28 dias, foram alojados em grupos de dois na creche, em um delineamento em blocos casualizados (DBC) no tempo de início do período experimental em fatorial 2x4 (PB x LISD) com cinco repetições e dois animais por unidade experimental, para avaliar o desempenho de animais submetidos durante 35 dias a rações para leitões na fase inicial, formuladas com dois níveis de PB (16 e 18%) e quatro níveis de lisina digestível verdadeira (0,7; 0,9; 1,1 e 1,3%), com correção dos valores de metionina e treonina, de acordo com o conceito de proteína ideal. Ao final do período experimental, um animal de cada baía foi sacrificado para mensuração da uréia plasmática, peso relativo do fígado, pâncreas e rins, pH do estômago e ceco, integridade das vilosidades e profundidade das criptas do jejuno, composição corporal e taxa de deposição de proteína e lipídeos da carcaça. No Experimento II, 32 suínos machos castrados (peso inicial = $25 \pm 1,3$ kg), provenientes do experimento anterior, foram alojados em gaiolas de metabolismo em um DBC no tempo em fatorial 2x4 (PB x LISD), com quatro repetições e um animal por unidade experimental, para avaliar o balanço de N das rações estabelecidas anteriormente. Houve efeito da interação PB x LISD para níveis de uréia plasmática ($P < 0,05$), que diminuiu até os níveis de 1,08 e 1,0% LISD respectivamente em rações com 18 e 16% PB; para % de proteína e lipídios na carcaça, que aumentaram ($P < 0,01$) até os níveis de 1,01 e 0,99% LISD, em rações com 18% e 16% PB; para taxa de deposição de proteína na carcaça ($P < 0,01$), que aumentou até o nível de 1,02% LISD em rações com 18% PB; e para taxa de deposição de lipídios ($P < 0,05$), que aumentou até 1,08 e 1,0% LISD para rações com 18 e 16% PB respectivamente. Para níveis de LISD, independente dos níveis de PB, houve efeito quadrático no ganho de peso ($P < 0,01$), que aumentou até o nível de 1,04% LISD; efeito

*Comitê de Orientação: Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (orientador), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Prof. Luis David Solis Murgas – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

quadrático para conversão alimentar ($P<0,05$), que diminuiu até o nível de 1,09% LISD; efeito linear crescente para consumo de lisina ($P<0,01$) e efeito linear decrescente para eficiência de utilização de lisina ($P<0,01$). Não houve diferenças ($P>0,05$) para consumo de ração, pH estomacal e cecal, peso relativo do fígado, pâncreas e rins, altura de vilosidades (V), profundidade de criptas (C) e relação V:C. Para as variáveis do ensaio de metabolismo (experimento II), não houve efeito da interação PB x LISD nas variáveis estudadas ($P>0,05$). Constatou-se efeito linear crescente ($P<0,01$) dos níveis de lisina para N ingerido e efeito quadrático ($P<0,01$) para N retido, que aumentou até o nível de 1,05% LISD e porcentagem de N retido que foi absorvido, que aumentou até 1,06% LISD. Houve efeito quadrático ($P<0,01$) para N excretado na urina, cuja relação NE:NT que resultou em menor excreção foi de 0,42 e 0,41, para rações contendo 16 e 18% PB respectivamente. Não houve efeito dos níveis de LISD e PB no N absorvido e das relações NE:NT no N excretado nas fezes. Conclui-se que os níveis de 1,05% de LISD para suínos na fase inicial devem ser mantidos ao se formular dietas com níveis reduzidos de PB, baseando-se no conceito de proteína ideal e que a manipulação dos níveis desses nutrientes pode reduzir a excreção de N de 20 a 25% nos dejetos. A relação ótima NE:NT obtida para esse nível de lisina recomendado foi de 0,41 e 0,42 para rações com 18 e 16%, respectivamente.

ABSTRACT

ZANGERONIMO, Márcio Gilberto. **Levels of digestible lysine in rations for piglets of 9 at 25 kg.** 2004. 95 p. Thesis (Doctor in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras*

Two experiments were conducted in de Animal Science Department at UFLA, to evaluate the levels of lysine digestible (LYSD) and crude protein (CP) in diets and to verify the influence of the different relations between essential nitrogen : total nitrogen (EN:TN) in pollution power of dejects of the piglets. In Experiment I, 83 barrows and females (initial weight = 9,1 kg \pm 1.2 kg and final weight = 21,5 \pm 4.8 kg), crossbred (Landrace x Large White), weaned at 28 days old, were allotted in groups of two in nursery in randomized block design (RBD) in time of initial of the experimental period, in 2x4 factorial scheme (CP x LYSD) with five repetitions and two animals per experimental unit for evaluate the performance of the animals submitted during 35 days in rations for piglets formulatated with two levels of CP (16 and 18%) and four levels of true digestible lysine (0,7; 0,9; 1,1 and 1,3%) being corrected the values for metionine and treonine following the ideal protein concept. At final experimental period, one animal of each stall was sacrificed for to evaluate the plasmatic urea, relative weight of the liver, pancreas and kidneys, pH of stomach and cecum contents, integrity of villous and crypts depth of jejune, corporal composition and protein and lipid accretion in carcass. In the Experiment II, 32 barrows (initial weight = 25 \pm 1,3 kg) proceeding from previous experiment, were allotted in metabolism cages in RBD in time, in 2x4 factorial scheme (CP x LYSD) with four repetitions and one animal for experimental unit for to evaluate the nitrogen balance of experimental rations established previously. There was effect of LYS x CP interactions for plasmatic urea levels ($P < 0,05$), that decreased until 1,08 and 1,0% LYSD respectively in rations with 18 and 16% CP; for % of protein and lipid in carcass, that increased ($P < 0,01$) until 1,01 and 0,99% LYSD in rations with 16 and 18% respectively; for protein tax deposition in carcass ($P < 0,01$), that increased until 1,02% LYSD in rations with 18% CP; and lipids tax deposition ($P < 0,05$), that increased until 1,08 and 1,0% LYSD for rations with 18 and 16% CP respectively. For LYSD levels, independent of the CP levels, there was quadratic effect in weight gain ($P < 0,01$), that increased until 1,04% LYSD; quadratic effect for feed:gain ($P < 0,05$), that decreased until 1,09% LYSD; crescent linear effect for lysine consume ($P < 0,01$) and decrease

*Guidance Committee: Prof. Elias Tadeu Fialho – UFLA (adviser), Prof. José Augusto de Freitas Lima – UFLA, Luis David Solis Murgas – UFLA, Prof. Paulo Borges Rodrigues – UFLA.

linear ($P < 0,01$) effect for efficiency of lysine utilization (lysine:weight gain ratio). There was not differences ($P > 0,05$) for feed intake, pH of stomach and cecum contents, relative weight of the liver, pancreas and kidneys, height of villous (V), crypts depth (C) and V:C relation. For the variables in metabolism (experiment II), there was not have effect of the LYSD x CP interactions in the studied variables ($P > 0,05$). It was verified crescent linear effect ($P < 0,01$) of LYSD levels for N intake and quadratic effect ($P < 0,01$) for N retained that increased until 1,05% LYSD and percentage of N retained that was absorbed, that increased until 1,06% LYSD. There was quadratic effect ($P < 0,01$) for N excreted in urine, whose NE:NT ratio that provided lesser excretion was of 0,42 and 0,41, for rations with 16 and 18% CP, respectively. There was not effect of the LYSD and CP levels in N absorbed and the NE:NT ratio in N excreted in feces. It is conclude that the levels of 1,05% LYSD for piglets must be kept to if formulate diets with reduced levels of CP, basing on the ideal protein concept and that the manipulation of the levels of these nutrients can reduce the excretion of N of 20 at 25% in dejects. The excellent relation NE:NT got for this level of LYSD recommended was of 0,41 and 0,42 for rations with 18 and 16% CP, respectively.

1 INTRODUÇÃO

Visando satisfazer a demanda do mercado consumidor de carne suína, as empresas de melhoramento genético têm se preocupado em produzir ou melhorar novas linhagens, objetivando o aumento da produção de carne em detrimento da produção de gordura. Dessa forma, o crescente avanço da suinocultura nos últimos anos tem direcionado os pesquisadores a desenvolver novos estudos, principalmente no que diz respeito à formulação de dietas para suínos. No entanto, isso não tem sido acompanhado de forma similar em outras áreas, dentre as quais a nutrição, o que de fato constitui um dos fatores que tem limitado a produtividade do setor suinícola como um todo.

Aliado a isso, existe hoje a necessidade de se formular dietas mais adequadas ao desenvolvimento dos animais através de informações que possam contribuir para o banco de dados de futuras tabelas de exigências nacionais, principalmente quando se trata da utilização de novos conceitos, tais como o de proteína ideal com o uso de aminoácidos cristalinos, o que já é uma realidade em países em que a suinocultura se destaca. Além disso, a formulação de dietas que melhorem o aproveitamento de nutrientes e, ao mesmo tempo, reduza o potencial poluente nos dejetos, constitui em desafios do setor suinícola atual.

A possibilidade da redução da proteína bruta, aplicando o conceito de proteína ideal, supõe a necessidade de melhor definição das exigências de aminoácidos e de suas relações com os próprios níveis de proteína bruta na dieta. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi verificar se a exigência de lisina digestível verdadeira se mantém em rações com níveis reduzidos de proteína bruta quando se corrige os níveis dos principais aminoácidos limitantes (metionina e treonina), baseando-se no conceito de proteína ideal, através do desempenho, composição corporal e balanço de nitrogênio em suínos na fase inicial; e de avaliar o efeito de diferentes relações N essencial : N total na dieta sobre a excreção de nitrogênio nos dejetos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Aplicação do Conceito de Proteína Ideal na Formulação de Rações para Suínos

A formulação de rações para suínos tem como objetivo suprir as necessidades nutricionais, adequando as quantidades de nutrientes ingeridos de acordo com o nível de produção desejado. De um modo geral, os alimentos ricos em proteína são mais onerosos economicamente que os energéticos. Portanto, na prática da alimentação animal, deve-se conhecer a quantidade mínima de proteína para os animais apresentarem melhor desempenho (Ferreira et al., 2001).

Durante muitos anos, as formulações de rações para suínos foram baseadas no conceito de proteína bruta, resultando em dietas com conteúdo de aminoácidos acima do exigido pelos animais. Devido à variação na digestibilidade dos aminoácidos presentes nos alimentos, a formulação de dietas com base em suas biodisponibilidades é mais exata que a formulação com base no total deste nutriente (Apolônio et al., 2001). Baseado neste contexto, Stahly et al. (1994) preconizam que a melhora no balanço de aminoácidos na alimentação de suínos, associada à redução da proteína bruta na dieta, possibilita uma maior eficiência na utilização destes nutrientes por animais de alta produção.

A formulação de rações com níveis protéicos acima da real necessidade do animal, faz com que o excesso de aminoácidos seja catabolizado, acarretando sobrecarga ao fígado e aos rins, que necessitam eliminar o nitrogênio em excesso. O problema se agrava em ambientes de temperatura elevada, pois o processo de catabolismo dos aminoácidos aumenta a produção de calor (incremento calórico) e faz com que o animal reduza a quantidade de alimento

consumido, diminuindo a disponibilidade de outros nutrientes indispensáveis para a produção (Quiniou et al., 2000; Le Bellego et al., 2002).

Nesse sentido, a suplementação com aminoácidos nas rações para suínos, como forma de redução de parte do alimento protéico, tem recebido especial atenção de pesquisadores. Assim, desenvolveu-se o conceito da proteína ideal que, segundo Parsons & Baker (1994), é aquela que possui o equilíbrio ideal dos aminoácidos capaz de fornecer, sem deficiências e excessos, as exigências absolutas de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e crescimento da espécie. De acordo com esses autores, o conhecimento das reais necessidades de aminoácidos permite evitar problemas como a redução no consumo de ração, aumento das perdas energéticas por incremento calórico e excreção excessiva de uréia, uma vez que diminui o excesso de aminoácidos no sangue.

O conceito de proteína ideal estabelece que todos os aminoácidos podem ser relacionados com um aminoácido referência (normalmente a lisina) e, se a exigência desse aminoácido varia, devido ao genótipo ou peso vivo, por exemplo, o padrão dos demais aminoácidos altera-se proporcionalmente, mantendo uma relação constante com este aminoácido referência (Firman & Boling, 1998). Dessa forma, a aplicação desse conceito durante a formulação de rações, permite uma fácil adaptação da dieta a diferentes condições de criação, permitindo ao mesmo tempo a redução do custo da ração a partir da redução do nível protéico e da melhor utilização de ingredientes alternativos (Zervas & Zijlstra, 2002a e b), além de diminuir a emissão de poluentes no ambiente através da melhor utilização dos nutrientes (De la Llata et al., 2002).

Dessa forma, muitos autores têm comparado rações convencionais e rações contendo baixa concentração de proteína bruta com suplementação de aminoácidos. Kerr et al. (2003), estudando o desempenho e composição da carcaça de suínos em crescimento, alimentados com rações contendo diferentes teores de proteína bruta (16%, 12% ou 12% suplementada com lisina, treonina e

triptofano), observaram que os animais que receberam dietas contendo níveis reduzidos deste nutriente tiveram pior desempenho em relação aos demais ($P < 0,01$), exceto quando suplementadas com aminoácidos sintéticos ($P > 0,05$). Para composição de carcaça, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Resultados semelhantes para desempenho e composição de carcaça também foram obtidos por Tuitoek et al. (1997); Knowles et al. (1998) e Le Bellego et al. (2002). De acordo com esses autores, o teor de proteína das rações de suínos em crescimento pode atingir até quatro unidades percentuais sem alterações no ganho de peso, conversão alimentar e concentração de proteína e lipídios da carcaça, desde que suplementadas com os principais aminoácidos limitantes.

Dessa forma, o melhor conhecimento das exigências nutricionais dos suínos e a aplicação adequada de novos conceitos permitem a redução de margens de segurança na formulação de dietas e conseqüentemente reduzir os custos e a emissão de nitrogênio ao meio ambiente, além de potencializar o desempenho dos animais.

2.2 Fundamentos para o Desenvolvimento de um Perfil Ideal de Aminoácidos

O balanço aminoacídico da dieta é um importante fator na diferenciação da composição corporal dos suínos durante o crescimento. Por sua vez, a composição da carcaça é um importante fator comercial, seguindo sempre as exigências do mercado consumidor. Dentro deste contexto, o crescente avanço da genética tem proporcionado animais com ganho muscular cada vez mais rápido, exigindo constantemente novas atualizações das tabelas de exigências nutricionais. Dessa forma, a determinação precisa nas necessidades em cada fase

da vida produtiva do animal é extremamente necessária para que este possa desenvolver seu máximo potencial genético.

Durante o crescimento do suíno, o principal destino da maioria dos aminoácidos é o acúmulo de massa muscular (Schinckel & Lange, 1996). Segundo esses autores, a concentração da proteína corporal aumenta consideravelmente principalmente no intervalo que vai do nascimento até os 45 a 65 kg de peso vivo aproximadamente, período no qual a lisina se torna mais relevante na diferenciação das características corporais do suíno selecionado para acúmulo de carne magra (Trindade Neto et al., 2004; Arouca et al., 2004). Em muitos casos, quando este nutriente se encontra disponível em quantidades insuficientes, a deposição de músculo encontra-se limitada (Susenbeth, 1995). Por outro lado, segundo esse autor, o excesso de lisina também pode comprometer a utilização dos outros aminoácidos pela competição nos sítios de absorção ou de síntese.

A importância da lisina como aminoácido essencial para o crescimento e desenvolvimento dos suínos reside principalmente no fato de estar envolvida nos processos fisiológicos predominantemente na síntese protéica. Além disso, nas dietas à base de milho e farelo de soja, a lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante, sendo utilizada como referência para a formulação de dietas que têm como base o conceito de proteína ideal (Wang & Fuller, 1989).

Dessa forma, a variação da concentração de lisina na dieta tem profundas implicações no desenvolvimento desse tipo de tecido corporal. Chiba et al. (1991), trabalhando com suínos em crescimento, verificaram redução linear na percentagem de extrato etéreo corporal com o aumento dos níveis de lisina. Van Lunen & Cole (1998) também verificaram redução na cobertura lipídica da carcaça, em várias fases do crescimento à terminação, e incremento nas medidas do lombo, com o aumento dos níveis de lisina na dieta. Resultados semelhantes foram obtidos por Trindade Neto et al. (2004) e Arouca et al.

(2004). De acordo com esses autores, nesta fase da vida produtiva, o suíno maximiza o ganho protéico, direcionando a maior parte da lisina preferencialmente para a síntese da proteína muscular esquelética, apresentando, ao mesmo tempo, ganho lipídico mínimo.

Nesse sentido, a composição da carcaça pode ser usada como um ponto inicial para determinar a relação ideal entre os aminoácidos exigidos pelos suínos. Os primeiros pesquisadores a usar rações para testar relações entre aminoácidos e determinar a proteína ideal foram Dean & Scott (1965), trabalhando com aves. Desde então, outros estudos foram conduzidos para determinar a relação ideal entre aminoácidos para suínos (Fuller et al., 1989; Oliveira et al., 2003).

Diversos trabalhos apontam ainda que a deficiência de aminoácidos não essenciais pode limitar a utilização de lisina pelos animais, principalmente em rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta (Le Bellego et al., 2001; De la Llata et al., 2002). Kerr & Easter (1995) verificaram que rações contendo 12% de PB suplementadas com lisina, treonina e triptofano para suínos em crescimento não resultaram em desempenho semelhante a rações contendo 16% de PB, exceto quando suplementadas com aminoácidos não essenciais. Dessa forma, o principal limitante para o uso do conceito de proteína ideal é a própria adição de aminoácidos essenciais e não essenciais em proporções adequadas.

De acordo com Stahly et al. (1994), a redução da proteína bruta na dieta deve ser estabelecida de acordo com os níveis de aminoácidos adicionados, os quais, na maioria das vezes, seguem as recomendações propostas por Tabelas de Exigências, que por sua vez, se baseiam em experimentos com dietas contendo níveis elevados de proteína bruta (ARC, 1981; NRC, 1998; Rostagno et al., 2005). Segundo o NRC (1998), as exigências de aminoácidos durante uma determinada fase produtiva do animal são dependentes dos níveis de utilização destes nutrientes nos sítios celulares de síntese protéica, que por sua vez depende

da velocidade com que estes aminoácidos são absorvidos durante o processo de digestão dos alimentos. Entretanto, há evidências de que a absorção de aminoácidos sintéticos é mais rápida quando comparada à absorção de aminoácidos presentes na proteína dos alimentos (Partridge et al. 1985; Baker, 1996). Yen et al. (1991) sugeriram que a lisina e a treonina são absorvidas e transportadas para a veia porta mais rapidamente, quando fornecidas na forma sintética, e que isto seria responsável por um desequilíbrio nos sítios de síntese protéica. Dessa forma, o uso de aminoácidos sintéticos na formulação de rações com base no conceito de proteína ideal tem gerado algumas dúvidas com relação ao equilíbrio nos sítios de absorção dos aminoácidos no trato gastrointestinal.

De acordo com Webb (1990), as maiores taxas de absorção de aminoácidos ocorrem quando estes estão sob a forma de pequenos peptídios (di e tri-peptídios), cujos sítios de absorção são diferentes daqueles responsáveis pelo transporte de aminoácidos livres. Dessa forma, as inclusões de grandes quantidades de aminoácidos sintéticos poderiam prejudicar o processo absorptivo normal do intestino. Além disso, o processo competitivo pelos sítios de absorção, gerado pelos aminoácidos na forma livre, podem tornar outros aminoácidos limitantes, mesmo estando em quantidades adequadas na dieta. Isso explicaria o menor desempenho observado muitas vezes em suínos alimentados com rações contendo excesso de aminoácidos sintéticos (Yen et al., 1991; Kerr & Easter, 1995; De la Lata et al., 2002). Assim, acredita-se que exista uma relação ideal entre a proteína bruta e níveis de inclusão de aminoácidos na dieta.

O estudo das relações lisina:proteína bruta (LIS:PB) na dieta foi verificado pela primeira vez em aves. Surisdiarto & Farrell (1991) realizaram dois experimentos com frangos de corte para verificar se a necessidade de lisina estava relacionada com o teor de proteína bruta na dieta. Em ambos os experimentos, para cada nível de PB houve um teor ótimo de lisina para ganho de peso e conversão alimentar. Resultados semelhantes foram obtidos por

Sterling et al. (2003). Segundo esses autores, a relação de todos os aminoácidos em rações com baixos teores de PB deve ser levada em consideração neste caso.

Dessa forma, existem evidências de que a relação entre aminoácidos essenciais (AAE) e aminoácidos totais (AAT) pode interferir no aproveitamento do nitrogênio também em suínos. Heger et al. (1998), fornecendo rações purificadas e com diferentes relações AAE:AAT, observaram que a melhor retenção de nitrogênio, em suínos em crescimento, foi obtida na relação 0,46. Em experimento semelhante, Lenis et al. (1999) também verificaram que a relação ótima entre esses aminoácidos está próxima de 0,50, constatando que essa relação é fundamental em rações com baixos teores de proteína bruta. Com base no exposto, é provável que, em diferentes níveis de proteína bruta, a relação AAE : AAT deva ser corrigida para otimizar a utilização de nitrogênio pelos animais.

2.3 Utilização de Nitrogênio pelos Suínos

Durante o processo digestivo dos monogástricos, o primeiro local de hidrólise das proteínas ocorre no estômago onde, através da ação mecânica e enzimática (pepsina), ocorre a quebra inicial de compostos nitrogenados. Durante esse processo, é importante o pH do meio, cuja ação consiste na desnaturação das cadeias protéicas provindas dos alimentos, facilitando a ação enzimática e, conseqüentemente, a quebra dessas cadeias, liberando pequenas cadeias peptídicas. De acordo com Longland (1991), o pH ótimo para atuação da pepsina é de 2,0 e 3,5. Além disso, a intensidade e a eficiência com que ocorre essa hidrólise dependem do tempo de permanência das proteínas no estômago (Rerát & Corring, 1991).

Com relação a esse tempo de permanência, diversos fatores podem interferir, dentre eles a solubilidade da proteína, a consistência física da ração, a

presença de lipídios e a presença de fibras solúveis e insolúveis na dieta (Kudsen & Jorgensen, 1993). A adição de aminoácidos sintéticos pode aumentar a eficiência com que a quantidade de proteína ingerida é hidrolisada no estômago, uma vez que boa parte dos aminoácidos já se encontra em sua forma livre.

A fase seguinte do processo de digestão das proteínas ocorre no intestino delgado, local onde ocorre a maior parte do processo digestivo e o de absorção dos nutrientes. Ao atingir o duodeno, a digesta é misturada com a bile e o suco pancreático, cujo bicarbonato aumenta o pH. Neste local, a ação enzimática é exercida pelas proteases presentes no suco pancreático (tripsina, quimiotripsina, carboxilase e elastase) e na superfície dos enterócitos (di, tri e hexapeptidases), segundo Rerát & Corring (1991). Tais enzimas são responsáveis pela liberação, na luz do trato gastrointestinal, de aminoácidos livres, di e tri-peptídios, que por sua vez são absorvidos através de mecanismos específicos na mucosa do intestino delgado.

Os aminoácidos livres são absorvidos por sistemas específicos, localizados na borda em escova e membrana apical dos enterócitos, por meio de difusão simples, difusão facilitada (não dependente de sódio) e a maior parte por transporte ativo (dependente de sódio) e, portanto, com gasto de energia (Webb, 1990).

Por outro lado, os pequenos peptídios são absorvidos mais rapidamente que aminoácidos livres. De acordo com Webb (1990), há sistemas específicos para di e tri-peptídios, diferentes daqueles responsáveis pelo transporte de aminoácidos livres. Nos enterócitos, tais peptídios são hidrolisados a aminoácidos que por sua vez, seguem para a circulação portal (Rerát & Corring, 1991). Há evidências de que uma parcela significativa dos aminoácidos é catabolizada no interior dos enterócitos e não atinge a circulação portal (Wu, 1998). A deficiência desses aminoácidos pode acarretar em diminuição da atividade dessas células e, conseqüentemente, diminuição da altura das

vilosidades. Uma vez na circulação portal, os aminoácidos são conduzidos até o fígado, que é o principal órgão envolvido no metabolismo dos aminoácidos, regulando a variação do perfil de aminoácidos que chega do trato gastrointestinal.

De todo nitrogênio que chega ao organismo animal, parte é destinada à manutenção (exigência de manutenção) e parte é destinada ao crescimento, reprodução e outras necessidades vitais ao metabolismo (Moughan, 1994). A exigência para deposição tecidual (crescimento) está diretamente associada com a capacidade de síntese de proteína no animal (NRC, 1998). A quantidade de aminoácidos que é fornecida, acima das necessidades, é catabolizada até uréia e eliminada do organismo. Assim, o conteúdo de uréia sangüínea serve como indicador da qualidade da proteína fornecida aos suínos. Gómez et al. (2002) e Kerr et al. (2003), trabalhando com animais em crescimento, verificaram que rações com baixa proteína bruta, suplementadas com aminoácidos essenciais, resultaram em menor concentração de uréia no sangue.

De todo o nitrogênio consumido pelos suínos alimentados com rações convencionais, 50 a 60% é retido e o restante eliminado nas fezes e urina (Kerr et al., 1995; Figueroa et al., 2002). O nitrogênio das fezes é oriundo do nitrogênio não absorvido dos alimentos e do nitrogênio das perdas endógenas, que, por sua vez, é constituído pelo nitrogênio das descamações celulares, secreções do trato gastrointestinal e da microflora intestinal. Já o nitrogênio urinário, que é a principal via de eliminação deste elemento do organismo dos suínos (70 a 80%), é constituído pelo nitrogênio descartado no metabolismo animal. Mais de 95% do nitrogênio excretado na urina está na forma de uréia (Canh et al., 1998).

2.4 Nível Protéico na Dieta e Composição Corporal

A alimentação é um fator gerador de calor (incremento calórico), especialmente a proteína, quando comparada aos carboidratos e lipídios (Suida 2001a). O incremento calórico, segundo esse autor, nada mais é do que a produção de calor proveniente da quebra de ligações químicas de diversos compostos, dentre elas as ligações peptídicas e a deaminação de aminoácidos. Isso é extremamente importante, particularmente em animais submetidos a temperaturas mais elevadas, próximos ao limite superior da zona de conforto térmico. Para esse autor, uma das soluções para otimizar a performance dos animais nessas condições é a redução do nível protéico da ração, mantendo os níveis ideais dos aminoácidos limitantes.

De acordo com alguns pesquisadores, o incremento calórico está diretamente relacionado à composição corporal dos animais. Estudos conduzidos por Noblet et al. (1987), Chen et al. (1995) e Routh et al. (1999) mostram que o aumento nas taxas de síntese e degradação protéica estão relacionados ao aumento dos órgãos viscerais, em especial o fígado, os rins e o pâncreas.

O alto poder de incremento calórico das proteínas, na forma em que é fornecida pelos ingredientes das rações (intacta), é devido à série de reações complexas exigidas no seu metabolismo. Além disso, a taxa de síntese e degradação de proteína corporal é determinada, em parte, pela quantidade de proteína ingerida, ou seja, quanto maior o consumo de proteína, maior será o *turnover* protéico (Roth et al., 1999).

Durante o processo digestivo, a quantidade de suco pancreático liberado está diretamente ligada à quantidade de proteína presente na luz do trato gastrointestinal (Rerát & Corring, 1991). A diminuição da quantidade desse suco estaria relacionada à menor hidrólise na luz do trato gastrointestinal e, portanto, menor produção de calor. Makkink et al. (1994) observaram menor peso do pâncreas de leitões na segunda semana pós-desmame quando substituíram o farelo de soja por soro de leite em pó. De acordo com esses autores, o

fornecimento de alimentos contendo proteínas de maior digestibilidade é fundamental para o desenvolvimento dos leitões nessa fase.

Por outro lado, o fornecimento de uma ração desbalanceada em relação aos aminoácidos aumenta o processo de catabolização desses nutrientes em excesso no fígado. Nesse caso, o excesso de aminoácidos é deaminado e a cadeia carbonada é utilizada como fonte de energia para o metabolismo (Verstegen & De Greef, 1992).

Kerr et al. (2003), estudando três dietas para suínos em crescimento (25 a 35 kg), uma com 16% de proteína bruta, e duas com 12%, com e sem a suplementação de aminoácidos, observaram que a redução da proteína bruta, com suplementação de aminoácidos, manteve o mesmo desempenho do grupo que recebeu dieta com 16% PB e diminuiu a produção de calor, quando submetidos à alta e à baixa temperatura ambiente (23° e 33° C), porém observaram diferenças apenas para o peso do pâncreas no grupo de animais submetido à baixa temperatura. De acordo com esses autores, altas temperaturas reduziram o consumo pelos animais, afetando diretamente este parâmetro. Resultados semelhantes com relação à produção de calor também foram observados por Lopez et al. (1994) e Le Bellego et al. (2002).

Há evidências de que a taxa de síntese e degradação de proteína corporal exercem influência no metabolismo energético. Simon (1989) afirma que a energia gasta para a síntese total de proteína em suínos na fase de crescimento é cinco vezes maior que a taxa de deposição energética e que o custo diário de síntese e degradação de proteína equivale a 15% da energia ingerida nessa fase.

Alguns trabalhos mostram que suínos, consumindo rações com baixa quantidade de proteína, perdem menos energia na urina devido à menor síntese e excreção de uréia urinária (Noblet et al., 1987; Le Bellego et al., 2001). Estima-se que, a cada grama adicional no consumo de proteína digestível, haverá

aumento na energia perdida na urina de aproximadamente 6,8 kcal/ml (Le Bellego et al., 2001).

Assim, vários pesquisadores afirmam que, com o decréscimo do conteúdo de proteína da ração, há mais energia disponível para deposição tecidual (Noblet et al., 1987; Tuitoek et al., 1997; Le Bellego et al., 2001). De acordo com esses trabalhos, suínos alimentados com rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta apresentaram maior quantidade de gordura na carcaça em relação aos suínos alimentados com rações convencionais. No entanto, estes trabalhos foram conduzidos com suínos na fase de terminação. Le Bellego et al. (2002), trabalhando com animais na fase inicial, não verificaram influência do teor de proteína bruta da ração na composição corporal desses animais.

Noblet et al. (1994) sugere que o conceito de energia líquida (EL) deva ser usado para formular rações com diferentes concentrações de proteína bruta, sendo esta uma solução para evitar o acúmulo excessivo de gordura na carcaça de suínos alimentados com rações de baixa proteína bruta. Ainda segundo esses autores, as características químicas dos alimentos (açúcares, aminoácidos e ácidos graxos) influenciam na eficiência com que a energia metabolizável (EM) é convertida para EL. Além disso, a eficiência de utilização metabólica da EM para produção de EL é dependente de como é depositada, ou seja, da decomposição da energia nos diversos produtos animal (carne, gordura ou leite) (Le Bellego et al., 2001).

Resultados com suínos em crescimento confirmam que a eficiência de utilização da EM da ração é maior quando os conteúdos de gordura e amido são elevados e menor, quando a concentração de proteína ou fibra aumenta (Noblet et al., 1994). De acordo com esse autor, a EM fornecida pelo extrato etéreo digestível, amido, açúcares simples, proteína digestível e fibra digestível,

apresenta eficiência de conversão para EL de 90, 82, 72, 50 e 54% respectivamente.

Desta forma, ao se considerar os principais ingredientes utilizados na alimentação de suínos no Brasil, a redução do teor de proteína bruta da ração resultará em decréscimo na quantidade de farelo de soja e aumento do nível de milho, ou seja, haverá substituição de proteína por amido, resultando no aumento da quantidade de energia disponível para deposição de tecido adiposo. Neste caso, faz-se necessário a correção dos níveis de energia na dieta para minimizar esse efeito.

2.5 Aspectos Nutricionais Relacionados à Poluição Ambiental por Dejetos de Suínos

O nível protéico da ração é definido como o nível ótimo para responder as necessidades do animal em aminoácidos, considerando o contexto econômico dos preços dos ingredientes e o valor da carne produzida. Hoje ainda é comum encontrarmos formulações para aves e suínos com níveis mínimos de proteína muito altos, gerando este excesso de proteína, além de um custo adicional na formulação, um aumento na excreção de nitrogênio, podendo aumentar a incidência de problemas sanitários e também a diminuição de desempenho (Suida, 2001b). Segundo Perdomo et al. (2003), o nitrogênio é um dos principais componentes poluentes, consistindo em torno de 10 a 18% dos sólidos totais dos dejetos, na forma orgânica e amoniacal.

De acordo com o NRC (1998), vários fatores podem influenciar a quantidade de nutrientes excretados pelos animais, podendo-se destacar a qualidade do alimento, principalmente quanto à digestibilidade e disponibilidade dos nutrientes. Além disso, os níveis de nutrientes presentes na dieta (margens de segurança), os métodos de processamento dos alimentos e também fatores

ambientais podem influenciar a quantidade de elementos poluentes nos dejetos. Segundo Kerr et al. (1995), somente 35 a 45% do N protéico consumido pelos suínos é transformado em produto animal. Da mesma forma, o NRC (1998) menciona que de 40 a 55% do N consumido é utilizado pelo suíno.

O grande problema gerado pela excreção de nitrogênio pelos animais é a formação excessiva de nitratos contaminando os reservatórios subterrâneos de água. O excesso de nitratos nos alimentos e na água causa danos à saúde humana e aos animais, uma vez que diminui a capacidade de transporte de oxigênio no sangue (NRC, 1998). Além disso, a emissão de nitritos pode contribuir para a destruição da camada de ozônio. Outro problema é a emissão de amônia nas instalações, levando à perda de desempenho dos animais, riscos à saúde dos operadores e poluição atmosférica.

De acordo com Henry (1996), para cada redução de 0,10 na conversão alimentar, a excreção de N reduz em 3 unidades percentuais. Estes resultados evidenciam a importância de uma formulação adequada de rações como forma de melhorar o desempenho animal e reduzir a poluição ambiental.

A redução da excreção de elementos poluentes pelos suínos pode ser obtida através da utilização de alimentos processados (Santos et al., 2005) e também através da formulação de rações com base na digestibilidade dos aminoácidos (Apolônio et al., 2005). Além disso, o uso de enzimas exógenas específicas permite melhorar a digestibilidade dos nutrientes (Fialho et al., 2004) assim como a própria formulação de rações utilizando o conceito de proteína ideal, cuja prática vem apresentando resultados favoráveis, propiciando melhor utilização dos nutrientes através do uso de aminoácidos sintéticos (De la Llata et al., 2002; Zangeronimo et al., 2004a e b).

De acordo com Suida (2001b), um levantamento de 24 trabalhos científicos demonstrou que, em média, a redução de 1% da proteína bruta da dieta reduz em 10% a excreção de nitrogênio. De fato, Pfeiffer *et al.* (1995) observaram uma redução da excreção de uréia de 26,5 g/dia para 10 g/dia em

suínos em crescimento, com a redução de 6,5% da proteína bruta da dieta fornecida aos animais, enquanto que a emissão de nitrogênio amoniacal reduziu de 0,8 g/dia para 0,6 g/dia.

Le Bellego et al. (2002), formulando rações com 22, 20, 18 e 17% de proteína bruta, suplementadas com lisina, treonina, triptofano, metionina, valina e isoleucina, de acordo com o conceito de proteína ideal para leitões na fase inicial, verificaram que a excreção de nitrogênio nos dejetos reduziu significativamente com o decréscimo de proteína bruta na ração. Neste trabalho, para cada ponto percentual de diminuição na proteína da ração houve 12,5% de decréscimo na excreção de nitrogênio urinário. Resultados favoráveis nesse sentido também foram obtidos por Sutton et al. (1999), De la Llata et al. (2002) e Zangeronimo et al. (2004b).

Por outro lado, Keparth & Sherritt (1990) observaram que rações com 11% de proteína bruta resultaram em retenção de nitrogênio inferior a rações contendo 17% de proteína bruta para animais em crescimento, mesmo que o perfil de aminoácidos tenha sido idêntico. Pesquisas realizadas por Webb (1990), Rerát & Corring (1991) e Wu (1998) demonstram que, durante a digestão da proteína, é fundamental o tempo de ação enzimática na luz intestinal e que, com o excesso de aminoácidos disponíveis para absorção, estes podem competir entre si pelos locais de absorção presentes nos enterócitos ou pelos locais de síntese protéica, uma vez que são absorvidos mais rapidamente.

Dessa forma, torna-se necessário o aprofundamento de pesquisas nesse sentido e a aplicação do conceito de proteína ideal parece ser uma alternativa viável para a redução de resíduos nitrogenados nos dejetos, quando utilizada de forma adequada. No entanto, muito estudo deve ainda ser realizado para determinar até que ponto a redução da proteína bruta pode manter o desempenho dos animais e reduzir a emissão de nitrogênio nos dejetos e qual a melhor relação aminoacídica na dieta em cada nível de proteína bruta utilizado.

2.6 Aspectos Nutricionais do Leitão na Fase Inicial

O ajuste das dietas, de acordo com as exigências nutricionais dos suínos, passa pela correta avaliação destas exigências e do valor nutricional dos alimentos, o que está relacionado, entre outros fatores, à capacidade digestiva dos suínos nas diferentes faixas etárias. De acordo com Bertol & Ludke (1999), o desenvolvimento da capacidade digestiva dos leitões após o nascimento está associado à idade cronológica, à composição da dieta, à idade do desmame e ao nível sanitário do rebanho, entre outros.

Ao nascer, o leitão apresenta o trato digestivo ainda imaturo e passa por várias modificações com o decorrer da idade, principalmente durante as cinco primeiras semanas de vida. Tais mudanças são decorrentes principalmente de alterações na capacidade enzimática de glândulas e órgãos, assim como do aumento na disponibilidade de ácido no estômago (Iafigliola, 2001). Prohászka e Barón (1987) determinaram o pH gástrico dos leitões alimentados com teores variáveis de proteína e concluíram que esses animais são incapazes de produzir teores suficientes de ácido clorídrico para reduzir o pH gástrico a 3, nível ideal para a digestão de proteínas.

Diversos autores observaram a deficiência dos leitões em digerir a fração protéica da dieta, em especial as proteínas de origem vegetal (Trindade Neto et al., 2002; Oelke et al., 2005). Segundo Li et al. (1990), isso é relativamente verdadeiro, uma vez que existe uma diferença na eficiência digestiva da soja e da caseína por leitões muito jovens, que desaparece por volta da quinta semana. Além da baixa atividade das enzimas pancreáticas e intestinais, isso também ocorre em virtude da menor produção de ácido no estômago em relação a um animal adulto. Como consequência, o excesso de proteína não digerida favorece a proliferação de microorganismos patogênicos no trato digestivo, ocasionando o aumento da incidência de diarreias e, também, no ambiente via dejetos, interferindo, dessa forma, no aspecto sanitário da

produção. Além disso, antígenos dietéticos, presentes em alguns alimentos de origem vegetal, podem desenvolver uma resposta imune no intestino, provocando um encurtamento das vilosidades, hiperplasia das criptas e o aumento do *turnover* dos enterócitos, células responsáveis pela absorção dos nutrientes, quando em seu estágio máximo de desenvolvimento fisiológico (Suida, 2001b; Tucci, 2003).

A adição de aminoácidos sintéticos pode ser uma alternativa para se fornecer uma dieta altamente digestível aos leitões. Resultados favoráveis podem ser encontrados na literatura. Soares et al. (2000) constataram efeito ($P < 0,05$) da fonte de proteína na altura de vilosidades dos leitões aos 21 dias de idade, sendo que os animais que consumiram dieta com leite em pó apresentaram maiores valores que os leitões que consumiram dieta com soja integral extrusada e farelo de soja. Resultados semelhantes foram observados por Li et al. (1990, 1991), que também verificaram melhor integridade de mucosa nos leitões alimentados com dieta à base de leite em pó, em comparação com dietas com produtos de soja.

Por outro lado, Zangeronimo et al. (2004c), trabalhando com diferentes níveis de proteína bruta na ração (21,0; 19,5; 18,0 e 16,5%) e reduzindo o farelo de soja, não observaram diferenças na altura das vilosidades e profundidade de criptas nas três primeiras semanas pós-desmame. Neste trabalho, os níveis de redução deste ingrediente e o tempo de atuação de seus fatores alergênicos podem não ter sido suficientes para provocar alterações significativas neste período.

Bertol & Brito (1999), reduzindo a proteína bruta de 20 para 16% durante 15 dias após o desmame, observaram redução significativa ($P < 0,01$) na incidência e gravidade da diarreia. Os autores atribuem a um possível efeito de redução do tamponamento do pH do conteúdo gastrointestinal em função da menor capacidade ligadora de ácido das dietas que continham os níveis mais

baixos de PB, e menor agressão à parede intestinal causada pela redução da proporção do farelo de soja na dieta.

Zangeronimo et al. (2004c), reduzindo os níveis de farelo de soja na ração de leitões de 32 para 23 %, com adição de aminoácidos sintéticos, apesar de não observarem diferenças no desempenho dos animais, verificaram que houve redução na incidência de diarreia de 9% para 1,5% durante todo o período de creche. Resultados semelhantes com a redução deste ingrediente na ração por outras fontes, também foram citadas por Li et al. (1991) e Bertol & Brito (1999).

Assim, a redução do nível de PB da dieta é um recurso que pode ser utilizado para auxiliar na redução do pH do trato gastrointestinal, prevenindo a ocorrência de diarreia. Além disso, foi comprovado por Morés et al. (1990) que a redução do nível de PB tem efeito aditivo com os ácidos orgânicos na redução do pH do conteúdo gastrointestinal e na redução da incidência de diarreia.

Aliado a estes e outros fatores, torna-se necessário fornecer ingredientes de alta digestibilidade para leitões após o desmame, a fim de proporcionar um bom aproveitamento do alimento e, conseqüentemente, garantir adequados níveis nutricionais, sem predispor os animais a problemas digestivos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local dos Experimentos

Dois experimentos foram conduzidos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no município de Lavras, região sul do Estado de Minas Gerais, latitude 21° 14' 30'' (S), longitude 45° 00' 10'' (O) e 910 metros de altitude, entre os meses de março e agosto de 2004.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico, apresentando verões brandos e chuvosos. As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 19,4 °C, com máximas de 27,8 °C e mínimas de 13,5 °C. A precipitação média é de 1.411 mm, estando 65 a 70 % desse total concentrado nos meses de dezembro a março. Nos meses mais frios (junho e julho), o volume de chuva é muito reduzido, chegando a ser nulo, em alguns anos (Silva, 2006).

3.2 Animais, Instalações e Período Experimental

3.2.1 *Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo*

Para a avaliação do desempenho, eficiência de utilização da lisina dietética, pH do estômago e do ceco, integridade de mucosa do jejuno, composição corporal e taxas de deposição de proteína e lipídios nas carcaças, foram utilizados 83 suínos machos castrados e fêmeas, mestiços (Landrace x Large White), desmamados aos 28 dias de idade, oriundos do plantel da Universidade Federal de Lavras, com peso inicial de $9,1 \pm 1,2$ kg e peso final de $21,5 \text{ kg} \pm 4,8$ kg. Três animais foram abatidos no início do experimento para determinar a composição química inicial da carcaça, utilizada para o cálculo das taxas de retenção de proteína e deposição de lipídios neste período. O restante dos animais foi dividido em 8 tratamentos e alojado em sala de alvenaria, no

galpão de creche, em grupos de dois, mantidos em baias suspensas (2,0 x 1,2 m) a 1,2 m de altura, com piso ripado, dotadas de comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, durante um período experimental de 35 dias. A temperatura foi semi-controlada com lâmpadas para aquecimento e ventiladores. Antes do alojamento dos animais, a sala foi devidamente limpa e desinfetada, permanecendo por um período mínimo de sete dias de vazio sanitário. A temperatura mínima da sala foi de $18,6 \pm 2,2$ °C e a máxima de $24,7 \pm 2,3$ °C.

3.2.2 *Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio*

Para a determinação do nitrogênio ingerido, nitrogênio absorvido, nitrogênio retido, eficiência de utilização do nitrogênio (NR/NA), nitrogênio nas fezes e nitrogênio na urina, foram utilizados 32 suínos machos castrados (Landrace x Large White) aos $25 \pm 1,3$ kg de peso vivo. Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Sales et al. (2003), que permitiram a coleta de fezes e urina separadamente. As gaiolas permaneceram em salas equipadas com ar condicionado, permitindo o controle parcial da temperatura interna em torno de $22,0 \pm 1,8$ °C.

O experimento foi realizado em quatro períodos consecutivos (blocos) com oito tratamentos cada um, tendo duração de 11 dias, sendo sete para adaptação dos animais às gaiolas e às dietas experimentais e quatro para coleta total de fezes e urina.

3.3 Dietas Experimentais

As dietas experimentais foram oito rações isocalóricas e isonutrientes, com exceção da proteína bruta (PB) e aminoácidos, formuladas à base de milho, farelo de soja, leite em pó modificado e farelo de glúten, com 3.400 kcal de energia digestível, suplementadas com vitaminas e minerais, de forma a atender as exigências nutricionais de leitões entre 15 e 30 kg de peso vivo de acordo

com Rostagno et al. (2000). Os ingredientes utilizados para a formulação das rações foram comerciais e todos tiveram parte de sua composição química analisada no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras (Tabela 1).

TABELA 1 – Composição bromatológica e perfil de aminoácidos dos ingredientes usados na formulação das rações experimentais.

Composição ¹	Ingrediente							
	Milho	Farelo de soja	Far. de glúten	Leite em pó modificado	Fosfato bicálcico	Calcáreo calcítico	Óleo soja	Amido de miho
Matéria seca (%) ³	86,4	88,2	89,9	94,7	-	-	-	-
Prot. Bruta (%) ³	9,78	45,5	59,2	12,4	-	-	-	-
ED (Kcal/Kg) ⁴	3495 ²	3421	4212	3358	-	-	8469	3708
EM (Kcal/kg) ⁴	3331	3138	3894	3230	-	-	8217	3538
Cálcio	0,03	0,32	0,046	0,68	24,8	38,4	-	-
Fósforo disp. (%) ⁴	0,08	0,19	0,16	0,71	18,5	-	-	-
Lisina (%) ⁴	0,285	2,78	1,00	1,02	-	-	-	-
Treonina (%) ⁴	0,377	1,78	2,11	0,71	-	-	-	-
Triptofano (%) ⁴	0,068	0,65	0,28	0,17	-	-	-	-
Metionina (%) ⁴	0,194	0,65	1,44	0,20	-	-	-	-
Met. + Cist. (%) ⁴	0,422	1,27	2,50	0,47	-	-	-	-
Arginina (%) ⁴	0,456	3,33	1,94	0,30	-	-	-	-
Isoleucina (%) ⁴	0,331	2,11	2,56	0,70	-	-	-	-
Valina (%) ⁴	0,456	2,13	2,88	0,68	-	-	-	-
Leucina (%) ⁴	1,187	3,53	10,56	1,16	-	-	-	-
Histidina (%) ⁴	0,297	1,17	1,29	0,23	-	-	-	-
Fenilalanina (%) ⁴	0,456	2,3	3,95	0,4	-	-	-	-
Fen. + Tir. (%) ⁴	0,787	3,79	7,18	0,71	-	-	-	-

ED – energia digestível; EM – energia metabolizável

¹ Valores Expressos em matéria natural.

² Valor de energia digestível calculado de acordo com os a equação $ED = 1,391 + (0,58 EB) + (23 EE) + (12,7 PB)$; $R^2 = 0,96$, proposta por Noblet & Shi (1993).

³ Valores segundo análises realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

⁴ Valores segundo Rostagno et al. (2000).

As rações foram formuladas para conter dois níveis de proteína bruta (16 e 18% PB) e quatro níveis de lisina digestível (0,7; 0,9; 1,1; 1,3%), perfazendo as oito dietas experimentais. Os valores dos principais aminoácidos essenciais (metionina e treonina) foram corrigidos em relação aos níveis de lisina, baseando-se no conceito de proteína ideal. Os demais aminoácidos foram mantidos homogêneos dentro de cada nível de proteína bruta estudado. O balanço eletrolítico das rações foi calculado e corrigido segundo a equação de Mongin (1981): $BE = (\%Na^+ \times 100/22,990) + (\%K^+ \times 100/39,102) - (\%Cl^- \times 100/35,453)$, e expressos em mEq/kg. A relação entre nitrogênio essencial e nitrogênio total (NE:NT) foi calculada conforme Heger et al. (1998), de acordo com a relação AAE:AAT.

A composição percentual e química das rações experimentais encontram-se nas Tabelas 2 e 3, respectivamente, e a relação aminoacídica das mesmas, na Tabela 4. Entre os tratamentos, as rações experimentais tiveram a relação metionina e treonina constante em relação à lisina, seguindo o conceito de proteína ideal, com exceção dos tratamentos formulados para conterem 0,7% de lisina digestível, onde não foi possível a redução desses aminoácidos em relação ao aminoácido referência.

TABELA 2 – Composição percentual das rações utilizadas no experimento.

Ingrediente	Dieta Experimental							
	18% PB				16% PB			
	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis
Milho	59,00	59,00	59,00	59,00	59,00	59,00	59,00	59,00
Farelo de soja	20,00	20,00	20,00	20,00	15,60	15,6	15,60	15,60
Farelo de glúten	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
Óleo de soja	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90
Leite em pó modificado	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Amido	4,60	4,60	4,60	4,60	8,60	8,60	8,60	8,60
Fosfato bicálcico	1,63	1,63	1,63	1,63	1,68	1,68	1,68	1,68
Calcário calcítico	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Sal iodado	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Premix vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Premix mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
L-lisina HCl (78%)	0,00	0,28	0,56	0,85	0,15	0,43	0,72	1,00
DL-metionina	0,00	0,00	0,05	0,12	0,00	0,02	0,08	0,14
L-treonina	0,00	0,011	0,14	0,28	0,00	0,08	0,21	0,34
Antibiótico	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
BHT	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Caolim	2,30	1,90	1,30	0,70	2,30	1,80	1,20	0,50
Bicarbonato de sódio	0,00	0,13	0,26	0,39	0,25	0,38	0,52	0,65
TOTAL	100	100	100	100	100	100	100	100

lis – lisina digestível verdadeira

¹ Suplemento vitamínico contendo por kg do produto: Vitamina A, 8.000.000 UI; vitamina D₃, 1.200.000 UI; vitamina E, 20.000 mg; vitamina K₃, 2.500 mg; vitamina B₁, 1.000 mg; Riboflavina (B₂), 4.000 mg; Piridoxina (B₆), 2.000 mg; vitamina B₁₂, 20.000 mcg; Niacina, 25.000 mg; Ácido Pantotênico, 10.000 mg; Ácido Fólico, 600 mg; Biotina, 50 mg; vitamina C, 50.000 mg; Antioxidante, 125 mg.

² Suplemento Mineral contendo, por Kg do produto: Selênio, 500 mg; Ferro, 70.000 mg; Cobre, 20.000 mg; Manganês, 40.000 mg; Zinco, 80.000 mg; Iodo, 800 mg; Cobalto, 500 mg.

TABELA 3 – Composição química das rações experimentais¹.

Ingrediente	Dieta Experimental							
	18% PB				16% PB			
	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis
ED (Kcal/Kg)	3401	3401	3401	3401	3414	3414	3414	3414
EM (Kcal/kg)	3154	3154	3154	3154	3172	3172	3172	3172
Prot. Bruta (%)	18,00	18,00	18,00	18,00	16,00	16,00	16,00	16,00
Cálcio	0,83	0,83	0,83	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82
Fósforo disp. (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42	0,42
Lisina (%)	0,70	0,90	1,10	1,30	0,70	0,90	1,10	1,30
Treonina (%)	0,59	0,59	0,73	0,86	0,52	0,59	0,73	0,86
Triptofano (%)	0,16	0,16	0,16	0,16	0,14	0,14	0,14	0,14
Metionina (%)	0,29	0,289	0,34	0,40	0,26	0,28	0,34	0,40
Met. + Cist (%)	0,56	0,56	0,56	0,56	0,51	0,51	0,51	0,51
Arginina (%)	0,96	0,96	0,96	0,96	0,83	0,83	0,83	0,83
Isoleucina (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,58	0,58	0,58	0,58
Valina (%)	0,74	0,74	0,74	0,74	0,65	0,65	0,65	0,65
Leucina (%)	1,70	1,70	1,70	1,70	1,57	1,57	1,57	1,57
Histidina (%)	0,43	0,43	0,43	0,43	0,38	0,38	0,38	0,38
Fenilalanina (%)	0,82	0,82	0,82	0,82	0,73	0,73	0,73	0,73
Fen. + Tir. (%)	1,39	1,39	1,39	1,39	1,24	1,24	1,24	1,24
NE:NT digestível	0,39	0,40	0,42	0,45	0,40	0,42	0,44	0,46
Lis:PB	0,04	0,05	0,06	0,07	0,04	0,06	0,07	0,08
Lis:EM	0,22	0,29	0,35	0,41	0,22	0,28	0,35	0,41
BE (Na+K+Cl) ²	171	171	171	171	171	171	171	171

lis – lisina digestível verdadeira

ED – energia digestível

EM – energia metabolizável

NE:NT – nitrogênio essencial : nitrogênio total

Lis:PB – lisina : proteína bruta

Lis:EM – lisina : energia metabolizável

BE – balanço eletrolítico

¹ Valores de aminoácidos expressos em digestibilidade ileal verdadeira

² Expressos em miliequivalente por grama (meq/grama)

TABELA 4 – Relação aminoacídica das rações experimentais.

Ingrediente	Dieta Experimental							
	18% PB				16% PB			
	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis	0,7% lis	0,9% lis	1,1% lis	1,3% lis
Lisina (100) ¹	100	100	100	100	100	100	100	100
Treonina (63)	83	66	66	66	74	66	66	66
Triptofano (17)	23	18	15	13	20	15	13	11
Metionina (28)	41	32	31	31	37	31	31	31
M+C (56)	80	63	51	43	73	57	47	40
Arginina (42)	137	107	88	74	118	92	75	64
Isoleucina (55)	93	73	60	51	83	64	53	44
Valina (69)	103	81	66	56	92	72	59	50
Leucina (100)	241	189	155	131	224	174	142	121
Histidina (33)	61	48	39	33	55	43	35	29
Fenilalanina (50)	116	91	74	63	104	81	66	56
Fen. + Tir. (100)	196	154	126	107	177	137	112	95

lis – lisina digestível verdadeira

¹ Relações entre lisina e demais aminoácidos sugeridas por Rostagno et al. (2005).

3.4 Procedimento Experimental

3.4.1 Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo

No ensaio de desempenho e abate comparativo, a água e a ração foram fornecidas à vontade. Diariamente foi feita a limpeza das salas e, duas vezes ao dia, a ração fornecida e os desperdícios foram pesados para a determinação do consumo de cada baía.

Para a determinação do ganho de peso, os animais foram pesados no início e no final do experimento. A conversão alimentar foi obtida por meio da relação entre o consumo de ração e o ganho de peso durante o período experimental.

Ao final do experimento, um animal de cada baia (cinco animais/tratamento) foi abatido para a determinação do peso de órgãos, uréia plasmática, morfometria do jejuno e composição química da carcaça. No início do experimento, três animais foram abatidos para a determinação da porcentagem de proteína e lipídios na carcaça, cujos valores foram utilizados para o cálculo da taxa de deposição diária de proteína e lipídios durante o período experimental.

No momento do abate, os animais foram insensibilizados e procedeu-se a sangria, durante a qual se colheu uma amostra de 10 mL de sangue em tubos de ensaio contendo heparina, para a determinação da uréia plasmática. A seguir, foi feita uma abertura na cavidade abdominal por uma incisão ventral, seguida de evisceração e avaliação imediata do pH do estômago e do ceco, após homogeneização de seus conteúdos e incisão na parte ventral dos mesmos. Para essa avaliação, foi utilizado o medidor de pH F-1002, cujo eletrodo foi introduzido no conteúdo da víscera, de modo que este não se aproximasse da parede do órgão.

Em seguida, foram retirados o fígado, o pâncreas e os rins, os quais foram pesados e posteriormente determinados seus respectivos pesos em relação ao peso vivo do animal.

Quanto ao jejuno, um fragmento de aproximadamente 2 cm de comprimento foi retirado do seu terço médio, lavado em solução fisiológica, identificado e fixado em BOIN (solução aquosa saturada de ácido pícrico, formol e ácido acético) por 24 horas. Em seguida, esse material foi lavado e conservado em álcool 70% para futuras análises.

A carcaça inteira (contendo a cabeça, os pés e a cauda), sem as vísceras, foi dividida ao meio em um corte longitudinal ao longo da coluna vertebral e a metade esquerda (contendo a cauda) foi armazenada em congelador (-20 °C). Posteriormente, as meias carcaças foram moídas cinco vezes (peneira 2 mm) antes de se retirar uma amostra homogênea de cada animal. Em seguida, essas

amostras foram congeladas e posteriormente encaminhadas para o processamento das análises laboratoriais.

3.4.2 *Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio*

No ensaio de balanço de nitrogênio, os animais foram pesados no início do período de adaptação. As rações foram fornecidas às 7 e às 17 h, sendo a quantidade total diária estabelecida com base no peso metabólico ($PV^{0.75}$). A quantidade de ração foi ajustada pelo consumo do animal de menor ingestão, observado durante o período de adaptação, permitindo a todos os animais o consumo de quantidades iguais de nutrientes, em relação ao peso metabólico. A ração foi umedecida com água na proporção de 2:1 (água:ração). Após o consumo do alimento, todos os animais receberam água à vontade. Diariamente, recolheu-se a ração desperdiçada e determinou-se a matéria seca, a qual foi descontada da ração fornecida. Neste experimento, o óxido férrico (Fe_2O_3) foi utilizado como marcador fecal, sendo adicionado à ração na primeira e na última refeição do período de coleta (2%).

As fezes foram coletadas diariamente pela manhã e após a remoção de todo material estranho foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador (-20 °C). Posteriormente, foram mantidas em temperatura ambiente até o descongelamento, seguida de pesagem e homogeneização, a partir da qual foi retirada uma amostra de aproximadamente 400 g, que foi seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C e exposta ao ar por uma hora, para equilíbrio do teor de umidade à temperatura ambiente, sendo em seguida novamente pesada para a determinação da matéria pré-seca. Após esse período, foi novamente retirado todo material estranho (pêlos), sendo posteriormente moída para a realização das análises laboratoriais de quantificação de nitrogênio.

Da mesma forma, a urina foi coletada diariamente, com auxílio de um balde plástico com filtro, contendo 20 ml de ácido clorídrico (HCl) 1:1, para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio. Do total

coletado de cada animal, foi adicionada água destilada, objetivando a padronização do volume coletado. Desse total diário, uma alíquota de 10% do volume padronizado foi retirada e congelada a -20 °C, para futuras análises.

3.5 Análises Laboratoriais

3.5.1 Experimento 1 – Desempenho e Abate Comparativo

Os ingredientes e as rações experimentais foram moídos e submetidos às análises químicas de energia, nitrogênio e extrato etéreo. A energia bruta foi determinada com bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co), o conteúdo de nitrogênio foi determinado usando o método Kjeldahl, segundo a AOAC (1990) e as concentrações de extrato etéreo pela metodologia de Silva & Queiroz (2002).

As análises das carcaças foram realizadas em duplicata após a liofilização das mesmas. Para determinação da matéria pré-seca, as amostras foram pesadas e liofilizadas até atingirem peso constante e, em seguida, colocadas em estufa a 105 °C por 24 horas. O nitrogênio e o extrato etéreo foram quantificados, usando-se as mesmas técnicas descritas anteriormente para ingredientes e rações.

No sangue, foi determinada a concentração de uréia plasmática, através do método enzimático colorimétrico com urease, utilizando-se kits comerciais.

Com relação às amostras de jejuno, a preparação das lâminas foi realizada no Laboratório de Patologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA, utilizando-se a técnica descrita por Junqueira & Junqueira (1983), com algumas adaptações.

3.5.2 Experimento 2 – Balanço de Nitrogênio

As rações e fezes obtidas neste experimento foram moídas antes da realização das análises químicas. A matéria seca foi determinada após pesagem e secagem das amostras em estufa a 65 °C com ventilação forçada, até atingir peso constante e, posteriormente, em estufa a 105 °C por 24 horas.

O nitrogênio das rações, fezes e urina foi determinado usando-se o método Kjeldahl (AOAC, 1990) e a energia bruta, através da bomba calorimétrica adiabática (Parr Instruments Co).

Foram analisados o teor de matéria seca (com exceção da urina) e nitrogênio total, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002), a fim de se determinar os teores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio absorvido (NA), nitrogênio retido (NR) e relação NR/NA (%) pelo animal. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal da Universidade Federal de Lavras.

3.6 Análises Estatísticas

Em todos os experimentos foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 4 (2 níveis de proteína bruta e 4 níveis de lisina digestível), com 8 tratamentos e 5 ou 4 repetições para os experimentos 1 e 2, respectivamente. O critério para a formação dos blocos foi a época de início.

No Experimento 1 (desempenho e abate comparativo) foram analisados o ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário, conversão alimentar, consumo diário de energia metabolizável, consumo diário de lisina, eficiência de utilização de lisina, peso de fígado, rins e pâncreas, teor de matéria seca na carcaça, porcentagem de proteína, porcentagem de lipídios, taxa de deposição de proteína, taxa de deposição de lipídios e eficiência de utilização de lisina.

No Experimento 2 (metabolismo) foram analisados o nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado nas fezes, nitrogênio excretado na urina, nitrogênio absorvido e nitrogênio retido.

O modelo estatístico usado para a análise dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + P_i + L_j + PL_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

Onde

Y_{ijk} = Efeito do tratamento i no bloco j e na repetição k;

μ = média geral;

P_i = o efeito do nível de proteína i, com i = 1 e 2;

L_j = o efeito do nível de lisina j, com j = 1, 2, 3 e 4;

PL_{ij} = o efeito da interação entre o nível de proteína i e o nível de lisina j;

B_k = o efeito do bloco k, com k = 1, 2, 3, 4 ou 5

e_{ijk} = o erro experimental associado a Y, independente, que, por hipótese, tem distribuição normal com média 0 e variância σ^2

Para as variáveis ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar, cada unidade experimental foi representada por dois animais. Para as demais variáveis experimentais, um animal representou a parcela experimental.

As análises estatísticas dos dados foram realizadas no programa estatístico SISVAR, descrito por Ferreira (2000), sendo os dados submetidos à análise de variância e análise de regressão para níveis de lisina digestível na dieta.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Desempenho

Os resultados para ganho de peso médio diário, consumo de ração médio diário e conversão alimentar estão apresentados na Tabela 5.

Não houve efeito da interação entre níveis de lisina e proteína bruta na ração para ganho de peso médio diário ($P>0,05$). Os resultados mostram que houve efeito quadrático ($P<0,01$) dos níveis de lisina digestível, independente do nível de proteína bruta na dieta, sendo o melhor nível deste aminoácido 1,04% (Figura 1). Estes resultados estão coerentes com o NRC (1998) e com Rostagno et al. (2005), cujos níveis recomendados para esta fase são de 1,01 e 0,991% para rações contendo 21% e 18% de proteína bruta, respectivamente.

Fontes et al. (2005) reportaram melhores resultados de ganho de peso diário com 1,22% de lisina digestível na dieta de leitões na fase inicial, em rações com 19% PB. Donzele et al. (1992) e Trindade Neto et al. (2000), estudando níveis de lisina entre 1,3 e 1,7 em rações com 21% de proteína bruta, observaram resposta linear crescente para essa variável, em função dos níveis de lisina para leitões de ambos os sexos, dos 5 aos 15 kg. Essa diferença observada entre os trabalhos pode estar relacionada à linhagem utilizada, ao ambiente e ao padrão sanitário, uma vez que a ativação permanente ou temporária do sistema imunológico dos leitões pode afetar as exigências de aminoácidos (Williams et al., 1997).

TABELA 5 – Ganho de peso médio diário, consumo de ração e conversão alimentar de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

GANHO DE PESO (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	347	374	374	346	360 B
18	341	418	433	395	397 A
MÉDIA ²	344	396	404	370	
CV (%)	11,71				
CONSUMO DE RAÇÃO (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	747	771	687	648	713
18	708	752	730	758	737
MÉDIA	728	761	709	703	
CV (%)	12,02				
CONVERSÃO ALIMENTAR					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	2,16	2,07	1,85	1,87	1,99
18	2,10	1,81	1,69	1,98	1,90
MÉDIA ³	2,13	1,94	1,77	1,93	
CV (%)	11,30				

¹ Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste F (P<0,01)

² Efeito quadrático significativo (P<0,01)

³ Efeito quadrático significativo (P<0,05)

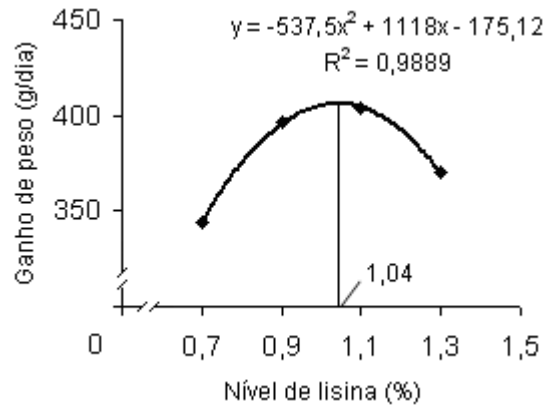


FIGURA 1 - Ganho de peso médio diário (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Toledo et al. (2005), trabalhando com 0,9; 0,95 e 1,0% de lisina digestível em rações com 18 a 21% PB, relataram que a adição de óleo de soja melhorou o peso dos animais frente à resposta aos aumentos dos níveis desse aminoácido, porém isto não foi demonstrado em rações sem óleo. Isto parece evidenciar uma provável relação com as fontes ou os níveis energéticos na dieta.

Moreira et al. (2005) não observaram efeito dos níveis de lisina na ração sobre o ganho de peso diário de leitões na fase inicial. Entretanto, Oliveira (2004) também não observou melhora no ganho de peso de suínos em crescimento, ao adicionar outros aminoácidos em rações contendo 10% PB, em relação à rações contendo 16 e 12%. De acordo com este autor, a relação entre AAE:AAT não é limitante para o ganho de peso em rações contendo níveis inferiores de PB, mesmo formuladas com o conceito de proteína ideal, mas que a relação entre AAE pode ser mais importante. Estes resultados confirmam os obtidos por Officer et al. (1997), ao compararem dietas purificadas com dietas convencionais, e o presente experimento, uma vez que rações com 16% de PB e níveis de lisina digestível acima de 1,1% apresentaram alguns aminoácidos abaixo dos recomendados pelas tabelas de exigências (Tabela 4).

De acordo com alguns trabalhos, a redução da proteína bruta na dieta em quatro unidades percentuais, mantendo-se os níveis dos principais aminoácidos (lisina, treonina e metionina), não resulta em redução do desempenho (Kerr et al., 2003; Zangeronimo et al., 2004a). No presente experimento, a redução da proteína bruta de 18 para 16% prejudicou o ganho de peso dos animais ($P < 0,05$). Esses resultados confirmam a afirmação desses autores, ao se comparar os níveis deste nutriente propostos pelo NRC (1998), que é de 21%. De acordo com Kerr & Easter (1995), para este nível reduzido de proteína bruta, outros aminoácidos podem se tornar limitantes, dentre eles o triptofano e a valina.

Com relação ao consumo médio diário de ração, não houve efeito dos níveis de lisina e proteína bruta na dieta ($P > 0,05$). Resultados semelhantes foram obtidos por Toledo et al. (2005), ao testarem níveis crescentes de lisina em rações para animais em crescimento, e por Kerr et al. (1995; 2003), ao trabalharem com diferentes níveis de proteína bruta com suplementação de aminoácidos na dieta para animais na mesma fase. Da mesma forma, Le Bellego et al. (2002) também não observaram diferenças no consumo de ração em animais alojados à temperatura de 29 °C, em relação à temperatura de 22 °C, recebendo dietas com reduzidos teores de proteína bruta. De acordo com estes trabalhos, a redução da proteína bruta da ração a níveis adequados, com suplementação de aminoácidos, não provoca impacto no consumo pelos animais, mesmo alojados em temperatura acima da zona de conforto térmico.

Segundo Partridge et al. (1985), os animais podem alterar o consumo para suprir a deficiência de algum aminoácido. No presente experimento, era de se esperar que os animais que receberam rações contendo 16% de PB e níveis inferiores de lisina digestível aumentassem o consumo na tentativa de suprir os valores absolutos requeridos para o metabolismo, principalmente em dietas contendo níveis de lisina digestível verdadeira acima de 1,1%. Nestas condições, as relações do triptofano, isoleucina e principalmente valina em relação ao

aminoácido referência (lisina) encontraram-se abaixo das recomendadas (Tabela 4).

Para conversão alimentar, os resultados mostram que não houve efeito da interação dos níveis de lisina com os níveis de proteína bruta estudados ($P>0,05$), no entanto, houve efeito quadrático ($P<0,05$) dos níveis desse aminoácido, independente dos níveis de proteína na dieta (16 ou 18%), com o melhor resultado obtido com 1,09% de lisina digestível verdadeira (Figura 2).

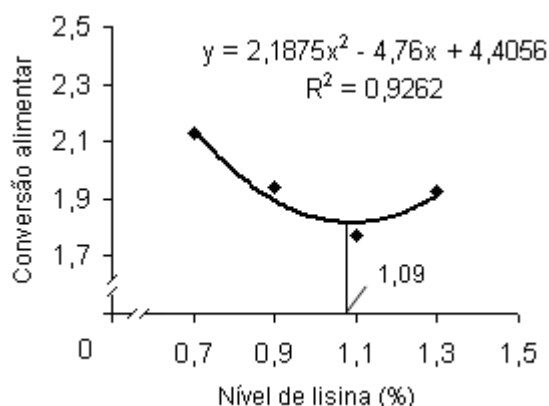


FIGURA 2 - Conversão alimentar de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Resultados semelhantes foram obtidos por Moretto et al. (2000) e Donzele et al. (1992), porém inferiores aos encontrados por Trindade Neto et al. (2000), cujos níveis de lisina digestível verdadeira, que proporcionaram os melhores resultados, foram de 1,08; 1,14 e 1,25% respectivamente, para suínos na fase inicial. Nestes trabalhos, a relação lisina digestível:proteína total correspondeu, em média a 6,7%, sendo superior aos encontrados no presente experimento com rações com 18% PB, que foi de 6,1% e semelhantes aos obtidos com rações com 16% PB, que foi de 6,8%. A variação nesses resultados

pode estar relacionada a fatores como genótipo, sistemas de alimentação, ambiente, perfil aminoacídico, entre outros.

A melhora na eficiência de utilização da ração até o nível de 1,09% de lisina digestível verdadeira pode ter ocorrido em razão da melhora gradativa do balanceamento dos aminoácidos da ração. Como mencionado anteriormente, em dietas contendo níveis de lisina digestível acima desses valores, o triptofano e a valina podem ser limitantes. Acima deste nível de lisina digestível estabelecido, as relações entre estes aminoácidos e o aminoácido referência (lisina) estão abaixo de 13 e 59 para rações contendo 16% PB, inferiores aos recomendados por Rostagno et al. (2005), que é de 17 e 69 respectivamente.

Para metionina, treonina e triptofano, as relações ótimas obtidas neste experimento, baseando-se na variável conversão alimentar, foram de 31, 66 e 14 respectivamente. Estes resultados estão próximos aos referenciados por Rostagno et al. (2005) de 28, 63 e 17%, para suínos em crescimento, porém abaixo daqueles referenciados por Moretto et al. (2000), 59 e 20% para metionina e triptofano e equivalentes para a treonina (66%).

No presente trabalho, observou-se também que não houve efeito dos níveis de proteína bruta nas rações ($P>0,05$) sobre a conversão alimentar dos animais. Estes resultados se opõem aos encontrados por Knowles et al. (1998), que verificaram pior conversão alimentar no grupo de animais que recebeu níveis mais baixos de proteína bruta na dieta (16 vs. 12% PB). Considerando a exigência de proteína bruta preconizada pelo NRC (1998) para suínos nessa fase (21%), sua redução nas dietas em quatro unidades percentuais diminuiria a eficiência alimentar, uma vez que a isoleucina, a valina e a histidina poderiam se tornar limitantes, segundo Kerr et al. (1995). Entretanto, pelos resultados obtidos com esta variável, a correção dos níveis de lisina, metionina e treonina em rações com baixos teores de proteína bruta parece ser mais importante do que a adição de outros aminoácidos na ração.

Os resultados para consumo de energia metabolizável, consumo de lisina diária e eficiência de utilização de lisina estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 6 – Consumo diário de lisina e energia metabolizável e eficiência de utilização de lisina de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

CONSUMO DE ENERGIA METABOLIZAVEL (kcal/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	2370	2445	2180	2055	2262
18	2234	2372	2304	2390	2325
MÉDIA	2302	2408	2242	2223	
CV (%)	12,02				
CONSUMO DIÁRIO DE LISINA (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	5,23	6,94	7,56	8,42	7,04
18	4,96	6,77	8,03	9,85	7,40
MÉDIA ¹	5,09	6,85	7,80	9,14	
CV (%)	11,84				
EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE LISINA (ganho de peso (g)/g lisina consumida)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	66,7	54,1	49,5	41,2	52,9
18	68,4	62,7	54,2	40,1	56,4
MÉDIA ¹	67,6	58,4	51,8	40,7	
CV (%)	11,20				

¹ Efeito linear significativo (P<0,01)

Não houve diferenças significativas entre os tratamentos para consumo diário de energia metabolizável ($P>0,05$). Por outro lado, houve aumento linear significativo ($P<0,05$) do consumo de lisina à medida que se aumentou a concentração deste aminoácido na ração, independente do nível de proteína bruta (Figura 3). Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2000), que encontraram efeito linear dos tratamentos sobre o consumo de lisina digestível. Pelos resultados obtidos com o consumo médio diário de ração, estes resultados já eram esperados.

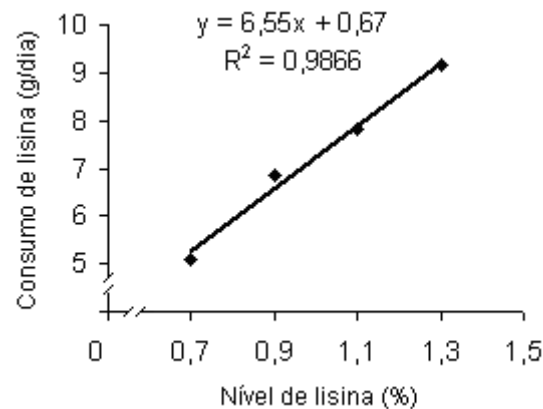


FIGURA 3 - Consumo médio diário de lisina por leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Moreira et al. (2005) observaram efeito quadrático dos níveis de lisina sobre o consumo médio diário de lisina, sendo esta variável influenciada pelo mesmo efeito observado com consumo médio diário de ração.

Com relação à eficiência de utilização de lisina, não houve efeito da interação dos níveis de proteína bruta e lisina na ração ($P>0,05$), mas houve um efeito linear nesta variável, à medida que se aumentou o nível de lisina na dieta ($P<0,05$), independente dos níveis de proteína bruta testados (Figura 4). Devido

à significativa redução do teor de proteína da ração, a disponibilidade de aminoácidos na forma de di e tripeptídios pode ter sido reduzida. De acordo com Zaloga (1990), apenas 33% da proteína é absorvida como aminoácidos e o restante (67%) como pequenos peptídios. Além disso, a adição de alguns aminoácidos de forma excessiva pode gerar um desequilíbrio nos locais de síntese protéica a nível celular, devido à maior velocidade de absorção destes aminoácidos no trato gastrointestinal (Partridge et al., 1985; Baker, 1996). Assim, a redução da proteína da dieta e a suplementação de alguns aminoácidos (no caso lisina, metionina e treonina) podem limitar a utilização dos demais aminoácidos, provocando uma menor eficiência de utilização da lisina, neste caso.

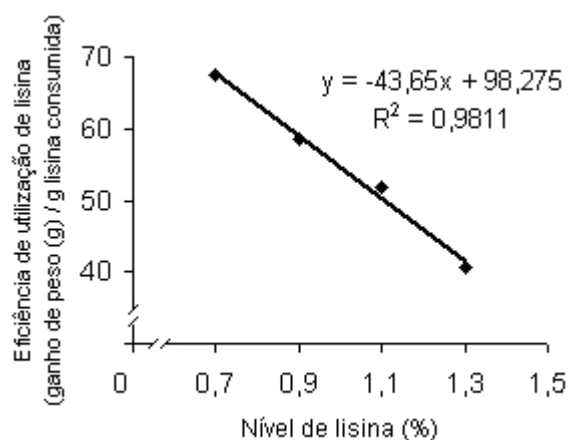


FIGURA 4 - Eficiência de utilização de lisina por leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

4.2 Abate Comparativo

Os valores para uréia plasmática dos leitões aos 21,5 kg são apresentados na Tabela 7. Houve um efeito quadrático significativo ($P < 0,05$) dos níveis de lisina em função dos níveis de proteína bruta testados. Os níveis desse aminoácido, que proporcionaram menores valores de uréia no sangue em rações com 16 e 18% PB, foram 1,0 e 1,08%, respectivamente (Figura 5).

TABELA 7 – Níveis de uréia plasmática (mg/dL) em leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	36,28	26,52	30,80	34,68	32,07
18	40,01	30,94	25,74	31,96	32,18
MÉDIA ¹	38,19	28,73	28,27	33,32	
CV (%)	11,89				

¹ Efeito quadrático significativo ($P < 0,01$)

Estes resultados mostram que, com níveis acima de 1,0 % de lisina digestível verdadeira, corrigindo-se os teores de metionina e treonina em relação a este aminoácido, em rações contendo 16% PB, outros aminoácidos passam a ser limitantes, como o triptofano, a valina e a isoleucina. Por outro lado, esta limitação é menos expressiva em rações contendo 18% PB, cujos níveis de lisina podem se elevar até o nível de 1,08% da dieta, desde que corrigidos os valores dos principais aminoácidos limitantes (metionina e treonina). De acordo com Eggum (1970), a uréia é o produto final da excreção nitrogenada em mamíferos e existe uma relação estreita entre quantidade e qualidade de proteína e as concentrações de uréia no sangue. Pelos resultados observados, a relação LIS:PB deve estar entre 5,8 e 6,3% e a relação NE:NT entre 0,42 e 0,43, para o melhor

aproveitamento do nitrogênio em rações contendo 18 e 16% PB, respectivamente. Estes resultados estão próximos dos obtidos anteriormente com o ganho de peso médio diário, que foi de 1,04% de lisina digestível verdadeira, e com a conversão alimentar, que foi de 1,09%.

Fontes et al. (2005) não observaram efeito dos níveis de lisina sobre o teor de uréia sérica em leitões na fase inicial. Do mesmo modo, Friesen et al. (1994) concluíram que o teor de uréia não foi um parâmetro adequado para estimar as exigências de lisina de leitões em crescimento. Para estes autores, a técnica utilizada tem sido questionada na literatura. Por outro lado, nos trabalhos conduzidos por Coelho et al. (1987) e Nan & Aherne (1994), o nível de uréia no sangue foi uma variável que se revelou efetiva na determinação da exigência de lisina para leitões na fase inicial de crescimento.

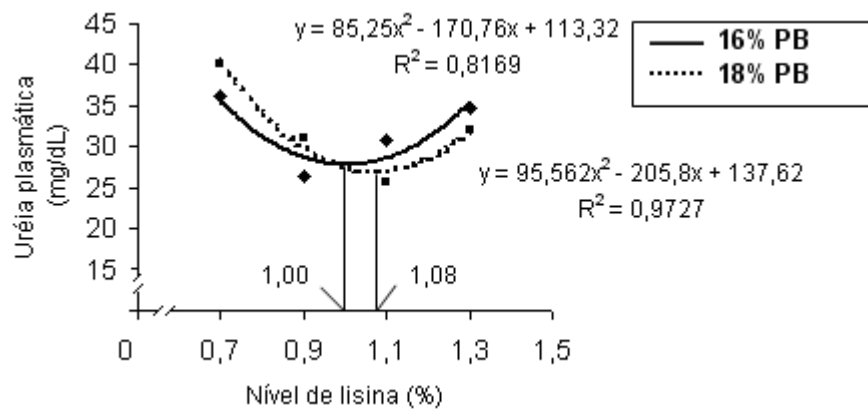


FIGURA 5 - Níveis de uréia plasmática de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Com relação ao pH do estômago e pH do ceco dos leitões aos 35 dias de creche, os resultados estão apresentados na Tabela 8. Não houve efeito dos tratamentos em nenhuma destas variáveis ($P>0,05$). Isso sugere que a redução da proteína bruta da dieta, com substituição do farelo de soja por amido e aminoácidos sintéticos, neste trabalho, não foi suficiente para alterar o padrão fisiológico do trato digestório dos leitões nessa fase. Resultados semelhantes, com o uso de aminoácidos sintéticos, foram obtidos por Zangeronimo et al. (2004c), quando reduziram o farelo de soja das rações de 32 para 22% da dieta. De acordo com a literatura, têm-se verificado, em vários estudos, resultados controversos de medidas de pH no conteúdo estomacal e cecal, em função da região onde são feitas as determinações, do tipo de técnica utilizada, do tempo após a ingestão de alimentos, dentre outros (Ferreira, 1986).

TABELA 8 – pH do estômago e do ceco de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível¹.

pH ESTOMAGO					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	3,67	3,32	2,73	3,12	3,21
18	3,27	3,13	3,07	3,19	3,17
MÉDIA	3,47	3,23	2,90	3,16	
CV (%)	20,73				
pH CECO					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	5,91	5,72	5,67	5,95	5,81
18	5,89	5,98	5,79	5,58	5,81
MÉDIA	5,90	5,85	5,73	5,77	
CV (%)	7,18				

¹ Não houve diferenças significativas pelo teste F ($P>0,05$)

Na Tabela 9 estão apresentados os pesos relativos do fígado, do pâncreas e dos rins dos leitões aos 35 dias de creche.

TABELA 9 – Peso relativo do fígado, pâncreas e dos rins de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível¹.

PESO DO FÍGADO (% peso vivo)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	2,95	2,88	2,91	2,89	2,91
18	2,98	2,96	2,90	2,96	2,95
MÉDIA	2,97	2,92	2,91	2,93	
CV (%)	10,89				
PESO DO PÂNCREAS (% peso vivo)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	0,262	0,254	0,256	0,254	0,250
18	0,254	0,260	0,252	0,232	0,257
MÉDIA	0,258	0,257	0,254	0,243	
CV (%)	11,76				
PESO DOS RINS (% peso vivo)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	0,470	0,470	0,448	0,454	0,460
18	0,442	0,452	0,468	0,458	0,455
MÉDIA	0,456	0,461	0,458	0,456	
CV (%)	13,20				

¹ Não houve diferenças significativas pelo teste F (P>0,05)

Não houve efeito dos níveis de lisina e proteína bruta na dieta sobre essas variáveis ($P>0,05$). Segundo Rao & McCracken (1992), o peso dos órgãos deveria variar em função do consumo de energia e/ou proteína, sugerindo que, mantidas as mesmas quantidades desses fatores, os pesos seriam semelhantes.

O fígado é um dos principais locais de degradação de aminoácidos e metabolismo de nitrogênio (Chen et al., 1995). Santiago et al. (2005) observaram maior peso do fígado em suínos na fase inicial, ao trabalharem com níveis crescentes de proteína bruta na ração (17, 19, 21 e 23%). Por outro lado, resultados semelhantes para o peso desse órgão foram obtidos por Lopez et al. (1994), Kerr et al. (1995; 2003) e Zangeronimo et al. (2004c), trabalhando com rações contendo níveis diferenciados de proteína bruta e suplementação ou não de aminoácidos.

Da mesma forma, o peso do pâncreas deveria decrescer em função da redução dos níveis de proteína bruta na ração, quando comparado às rações convencionais, em função da maior produção de enzimas proteolíticas para a digestão destes nutrientes (Chen et al., 1995). No entanto, os níveis de proteína bruta propostos neste experimento não foram suficientes para afetar esta variável. Resultados semelhantes foram obtidos por Gómez et al. (2002) e Kerr et al. (2003).

Quanto ao peso dos rins, de acordo com Chen et al. (1995), estes, juntamente com o fígado, são os principais órgãos relacionados ao metabolismo do nitrogênio. Com relação a esta variável, os resultados encontrados na literatura são controversos. Kerr et al. (1995; 2003) e Santiago et al. (2005) constataram que o teor de proteína e aminoácidos exerceu efeito significativo ($P<0,05$) no peso dos rins. Entretanto, há estudos em que o consumo desses nutrientes não modificou o peso desses órgãos em suínos (Le Bellego et al., 2002; Gómez et al., 2002). Assim como o fígado, os rins possuem papel importante na regulação dos níveis de aminoácidos no plasma, provenientes do

excesso de aminoácidos. A proteína (aminoácidos) promove o crescimento desses órgãos mais que o resto do corpo, sugerindo-se que possa haver hipertrofia e hiperplasia dos mesmos (Chan & Hargrove, 1993).

De uma forma geral, o tempo experimental (35 dias) pode não ter sido suficiente para se obterem diferenças significativas entre os pesos dos órgãos neste experimento. Gómez et al. (2002) evidenciaram uma tendência, a longo prazo, do efeito da dieta sobre essas variáveis.

Da mesma forma, não houve efeito dos níveis de proteína bruta e dos níveis de lisina sobre a altura de vilosidades, profundidade de criptas e relação vilosidade:cripta ($P>0,05$). Os resultados estão apresentados na Tabela 10. Os dados obtidos evidenciam mais uma vez que não houve alterações do padrão fisiológico do trato digestório dos leitões aos 35 dias de creche.

Na literatura, poucos trabalhos têm associado altura de vilosidades e profundidade de criptas à adição de aminoácidos sintéticos na dieta para animais. Estudos conduzidos com cobaias evidenciam que rações formuladas com aminoácidos cristalinos resultam em atrofia intestinal e perda da permeabilidade do intestino, além de reduzir a retenção de nitrogênio e o crescimento dos animais (Birke et al., 1990). Estes autores argumentam que o uso destas substâncias nas rações impede a utilização de aminoácidos específicos pelos enterócitos, uma vez que são rapidamente absorvidos na porção inicial do intestino delgado. Por outro lado, a redução do nível protéico da ração reduz os compostos alergênicos, provenientes do farelo de soja, podendo melhorar as condições anatômicas destas estruturas (Trindade Neto et al., 2002). No entanto, Zangeronimo et al. (2004c) não observaram diferenças nestes parâmetros ao trabalharem com níveis reduzidos de proteína bruta e farelo de soja com suplementação de aminoácidos na dieta para leitões nas três primeiras semanas pós-desmame.

TABELA 10 – Altura de vilosidades, profundidade de criptas e relação vilosidade : cripta do jejuno de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível¹.

ALTURA DE VILOSIDADES (µm)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	498	472	517	485	493
18	500	490	456	453	475
MÉDIA	499	481	486	470	
CV (%)	15,09				

PROFUNDIDADE DE CRIPTAS (µm)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	287	299	292	285	281
18	300	283	272	269	291
MÉDIA	294	289	283	277	
CV (%)	17,02				

RELAÇÃO V:C					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	1,74	1,58	1,77	1,71	1,70
18	1,68	1,76	1,70	1,70	1,71
MÉDIA	1,71	1,67	1,73	1,70	
CV (%)	10,0				

¹ Não houve diferenças significativas pelo teste F (P>0,05)

Os valores obtidos para composição química da carcaça estão apresentados na Tabela 11. Não houve diferenças do peso ao abate dos animais, seguindo o propósito deste experimento que era o de padronizar estes valores (P>0,05).

TABELA 11 – Peso ao abate e composição química da carcaça de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

PESO ABATE (kg)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	21,2	21,7	22,2	21,3	21,6
18	21,2	23,8	24,3	23,1	23,1
MÉDIA	21,2	22,8	23,3	22,2	
CV (%)	7,57				

MATÉRIA SECA (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	41,4	41,4	40,5	42,0	40,1
18	40,2	39,6	40,4	40,0	41,3
MÉDIA	40,8	40,5	40,4	41,0	
CV (%)	5,50				

PROTEÍNA (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	15,7	16,0	16,7	16,2	16,1 A
18	11,2	18,1	17,4	12,7	14,9 B
MÉDIA ²	13,5	17,1	17,2	14,4	
CV (%)	7,35				

LÍPIDIOS (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	21,1	28,4	25,9	21,2	24,2 A
18	19,7	20,2	22,0	20,8	20,7 B
MÉDIA ²	20,4	24,3	24,0	21,0	
CV (%)	10,31				

¹ Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste F (P<0,01)

² Efeito quadrático significativo (P<0,01)

Com relação ao teor de matéria seca nas carcaças, não houve efeitos dos níveis de lisina e proteína bruta sobre esta variável ($P>0,05$). Estes resultados se opõem aos encontrados por Oliveira (2004), cujo trabalho mostrou que os animais que receberam rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta, sem suplementação de aminoácidos, apresentaram menor teor de umidade em relação aos demais tratamentos.

Estudos conduzidos por Kerr et al. (2003) também verificaram influência do teor de proteína da ração sobre a concentração de água corporal, enquanto que em outros trabalhos essa influência não foi constatada (Tuitoeck et al., 1997). Segundo Trindade Neto et al. (2004), o aumento da quantidade de água está relacionado à maior síntese protéica e essa, por sua vez, ao maior ritmo no aumento de peso. Durante o crescimento, a síntese protéica destina-se, preferencialmente, à formação muscular em uma relação direta com o teor de água. Na carcaça, a água corresponde a 75% do tecido magro e a proteína, apenas 25% (Fuller & Wang, 1990).

Para porcentagem de proteína na carcaça, houve efeito da interação entre os níveis de lisina e proteína bruta na dieta ($P<0,01$). Os níveis desse aminoácido não influenciaram essa variável no grupo de animais que recebeu rações com 16% PB ($P>0,05$); no entanto, apresentaram efeito quadrático significativo ($P<0,01$) no grupo de animais que recebeu rações contendo 18% PB, cujo nível de lisina digestível verdadeira que, resultou em maior % de proteína corporal, foi de 1,01% (Figura 6). Este nível está próximo ao preconizado pelo NRC (1998) e Rostagno et al. (2005) para máximo desenvolvimento corporal dos animais e coerente com o observado para ganho de peso médio diário e conversão alimentar no presente trabalho.

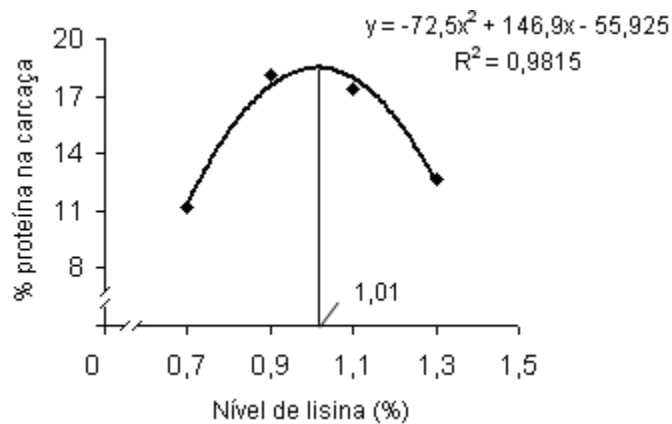


FIGURA 6 - Proteína na carcaça (%) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Moretto et al. (2000) verificaram efeito linear crescente na porcentagem de carne magra de suínos na fase inicial, alimentados com níveis crescentes de lisina total (0,85; 0,95; 1,05; 1,15 e 1,25) em rações contendo 18% PB. Apesar disso, os autores recomendam o nível de 1,15% desse aminoácido na dieta. Resultados semelhantes foram relatados por Fontes et al. (1997), que também observaram efeito linear dos níveis de lisina sobre a taxa de deposição protéica na carcaça de leitoas na mesma faixa de peso. Por outro lado, Moreira et al. (2005) não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a % de proteína em fêmeas dos 6 aos 16 kg PV. Da mesma forma, Toledo et al. (2005), trabalhando com ou sem óleo de soja na ração e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira na fase de crescimento, não observaram diferenças na composição de carcaça de animais abatidos na terminação.

O nível de 1,01% de lisina digestível na ração promoveu a porcentagem máxima de proteína na carcaça de 18,5%, valor superior ao obtido por Trindade Neto et al. (2004). Neste trabalho, o valor de proteína na carcaça no nível de lisina que proporcionou melhor desempenho (1,25%), foi de 16,5%.

Segundo Williams et al. (1997), a maior quantidade de proteína na carcaça indica o aumento da eficiência na utilização da lisina para a síntese protéica nos leitões, em resposta à elevação dos níveis dos demais aminoácidos. Essa situação ocorre quando o suíno tem potencial genético para alta deposição de massa muscular. Entretanto, no presente experimento, o aumento da eficiência de utilização de lisina até o nível deste aminoácido que promoveu maior porcentagem de proteína na carcaça (1,01%), não pôde ser comprovado numericamente, provavelmente pelo fato de que um outro aminoácido possa ter limitado a utilização deste aminoácido com eficiência. Diversos trabalhos na literatura apontam o triptofano como o quarto aminoácido mais limitante em dietas formuladas à base de milho e farelo de soja (Le Bellego et al., 2002; Kerr et al., 2003). De fato, no presente trabalho, o triptofano mostrou-se entre os principais aminoácidos que podem ter limitado o aproveitamento da lisina, além da valina e isoleucina.

Com relação à porcentagem de lipídios na carcaça, houve efeito da interação dos níveis de lisina e proteína bruta na dieta ($P < 0,01$). Os resultados mostram um efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) para níveis de lisina quando se utilizou rações contendo 16% PB, mas não houve diferenças com relação a essa porcentagem quando se utilizou rações contendo 18% PB. Para rações com nível protéico inferior, o maior teor lipídico foi obtido com o nível de 0,99% de lisina digestível (Figura 7). Estes resultados contrastam com os encontrados na literatura. Moreira et al. (2005) observaram um decréscimo linear na porcentagem de gordura na carcaça de fêmeas suínas dos 6 aos 16 kg PV, alimentadas com níveis crescentes de lisina. Por outro lado, Fontes et al. (2005) observaram efeito quadrático dos níveis de lisina na dieta sobre o acúmulo de gordura na carcaça de leitoas na fase inicial, com o menor índice de gordura corporal obtido com o nível de 1,25% de lisina total. Nestes trabalhos, os autores utilizaram níveis elevados de PB, que corresponderam a 21 e 19% PB

respectivamente. No presente trabalho, a reduzida porcentagem de gordura na carcaça observada no grupo de animais que recebeu rações com baixa proteína bruta (16%) e baixa lisina digestível (0,7), em relação aos demais tratamentos, não era esperada.

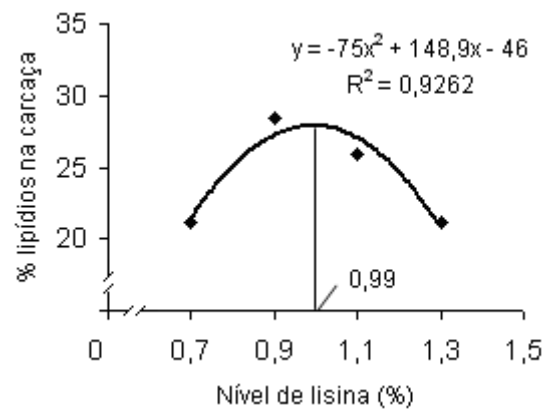


FIGURA 7 - Lipídios na carcaça (%) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

De acordo com Rademacher (1997) e Jongbloed & Lenis (1998), a utilização de rações com níveis reduzidos de proteína bruta e a suplementação com aminoácidos cristalinos promovem maior acúmulo de lipídios na carcaça em função do menor gasto energético para metabolização destes aminoácidos (menor incremento calórico) e, em consequência, maior liberação de energia para ser depositada em tecido corporal. No presente trabalho, o grupo de animais que recebeu rações com 16% PB apresentou maior porcentagem de lipídios na carcaça, confirmando a hipótese desses autores. Além disso, os animais que receberam rações com níveis de lisina digestível verdadeira acima de 0,99% poderiam estar utilizando este aminoácido com maior eficiência para esse nível de proteína bruta utilizado. Nas condições do presente experimento, a relação

LIS:PB, que proporcionou maior porcentagem de lipídios na carcaça em rações com 16% PB foi de 6,2%.

De acordo com Trindade Neto et al. (2004), a relação entre proteína e lipídeo é um indicativo da eficiência da síntese protéica, em resposta ao nível de lisina na dieta. Pelos resultados obtidos no presente trabalho, esta relação não foi efetiva na avaliação deste parâmetro, uma vez que o maior ganho de peso e a menor conversão alimentar proporcionados pelos níveis de 1,04 e 1,09% de lisina digestível verdadeira, respectivamente, promoveram maior proporção de proteína na carcaça, sem afetar a porcentagem de gordura nos animais que receberam rações contendo 18% de PB.

Com relação à taxa de deposição de proteína e de lipídios na carcaça durante o período experimental, os resultados encontram-se na Tabela 12. Houve interação entre níveis de lisina digestível e proteína bruta na dieta para taxa de deposição protéica pelos animais ($P < 0,05$). Observou-se um efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) para níveis de lisina quando se utilizou rações contendo 18% PB. Porém, não houve diferenças entre os níveis deste aminoácido quando se utilizou rações contendo 16% de PB ($P > 0,05$). Os resultados mostram que houve resposta dos animais frente à adição de lisina até o nível de 1,02% e, acima deste valor, outros aminoácidos podem ter se tornado limitantes para a síntese protéica (Figura 8).

Semelhante a estes resultados, Moretto et al. (2000) observaram que os níveis de lisina total influenciaram a taxa de deposição protéica na carcaça de leitões na fase inicial, que variou de forma quadrática, aumentando até o nível de 1,04%, em rações contendo 18% PB. Segundo estes autores, o aumento gradativo dessa variável, entre os níveis de 0,85 a 1,05% de lisina, pode ser justificado pelo melhor balanceamento dos aminoácidos das rações, com a elevação do nível de lisina. Por sua vez, Campbell et al. (1988) demonstraram que, ao se manter a relação entre aminoácidos essenciais, e destes com o nível de

proteína da ração, é possível obter respostas positivas de composição de carcaça de leitões, mesmo com níveis de aminoácidos bem mais elevados que os recomendados pelas tabelas de exigências nutricionais de suínos. No presente experimento, a ausência de adição de outros aminoácidos, que não a lisina, metionina e treonina, não permitiu a observação dos mesmos resultados em rações com 16% de PB.

TABELA 12 – Taxa de deposição de proteína e lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

TAXA DE DEPOSIÇÃO DE PROTEÍNA (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	70,7	74,6	80,9	73,7	75,0
18	42,9	99,1	96,3	59,1	74,4
MÉDIA ¹	56,8	86,9	88,6	66,4	
CV (%)	12,99				
TAXA DE DEPOSIÇÃO DE LÍPIDIOS (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ³
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	34,9	84,3	71,4	36,8	56,9 A
18	26,9	45,4	60,8	44,4	44,3 B
MÉDIA ¹	30,9	64,9	66,1	40,6	
CV (%)	34,31				

¹ Efeito quadrático significativo (P<0,01)

² Efeito quadrático significativo (P<0,05)

³ Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste F (P<0,05)

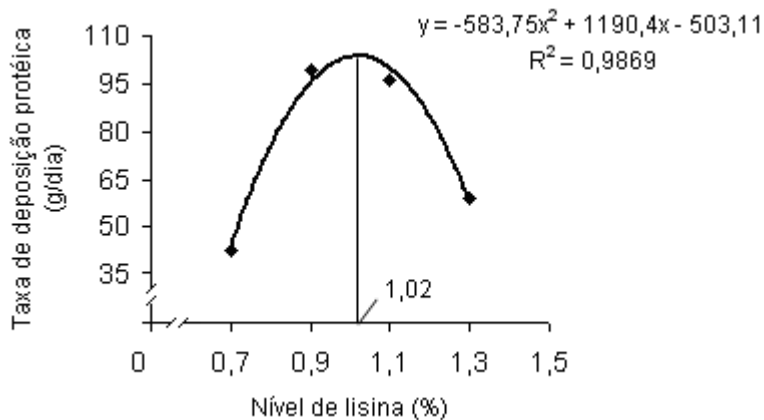


FIGURA 8 - Taxa de deposição protéica (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

A variação do consumo estimado de lisina de 4,96 até 7,4 g/dia (1,02% de lisina digestível) foi fundamental na quantidade diária de deposição protéica, conforme também verificaram Schinckel & Lange (1996) e Trindade Neto (2000), quando trabalharam com suínos em crescimento. Como ocorreu em outras variáveis, as estimativas de consumo do presente estudo ultrapassaram a recomendação de 6,75 g/dia do aminoácido, segundo o NRC (1998). De acordo com Susenbeth (1995) e Van Lunen & Cole (1998), os níveis de energia podem limitar a eficiência de utilização de quantidades maiores de aminoácidos na dieta. Nestes casos, parte do *pool* de aminoácidos seria utilizada para produção de energia.

Com relação à taxa de deposição de lipídios na carcaça, houve efeito quadrático quando se utilizou rações com 18% ($P < 0,05$) e 16% PB ($P < 0,01$), cujos índices de lisina, que resultaram em maiores acúmulos, foram 1,08 e 1,00% respectivamente (Figura 9). Abaixo desses valores, parte da energia ingerida foi utilizada para excretar o excesso de nitrogênio presente no organismo, em um momento em que a lisina, metionina ou treonina foram os

aminoácidos limitantes. Valores acima, outros aminoácidos ou o próprio nível de energia utilizada podem ter sido limitantes, diminuindo a energia disponível para acúmulo de gordura pelos animais. Os resultados obtidos através da uréia plasmática confirmam essa hipótese.

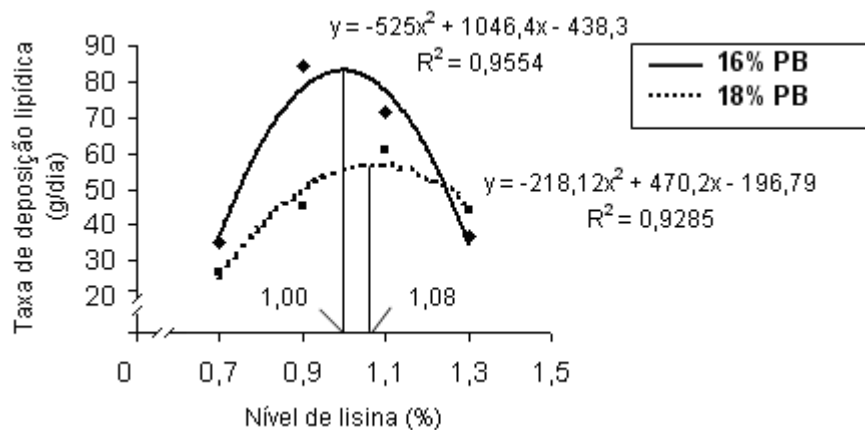


FIGURA 9 - Taxa de deposição lipídica (g/dia) de leitões aos 20 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

O maior acúmulo de lipídios, observado para o grupo de animais que recebeu rações contendo 16% PB, está de acordo com Oliveira (2004), em cujo trabalho foi verificado que a taxa de deposição de lipídios é maior nos animais que recebem rações com teores reduzidos de proteína bruta. Moreira et al. (2005), observaram um decréscimo linear da taxa de deposição de gordura em suínos na fase inicial, recebendo níveis crescentes de lisina em rações contendo 21,6% PB. Resultados semelhantes com animais em crescimento foram obtidos por Noblet et al. (1987) e Le Bellego et al. (2001).

De acordo com Noblet et al. (1994) e Van Milgen et al. (2001), a substituição do farelo de soja pelo amido em rações contendo 16% PB, pode

explicar parte desses resultados, uma vez que a energia metabolizável desse segundo ingrediente é utilizada com maior eficiência que a energia da proteína.

4.3 Balanço de Nitrogênio

Os resultados obtidos para o balanço de nitrogênio dos leitões na fase inicial, submetidos às rações experimentais, estão apresentados na Tabela 13. Não houve interação significativa ($P>0,05$) entre níveis de lisina e níveis de proteína bruta na dieta para níveis de nitrogênio ingerido pelos animais. Os resultados mostram um aumento linear significativo ($P<0,01$) desta variável em função do aumento dos níveis de lisina na dieta e uma diferença significativa ($P<0,01$) entre os níveis de proteína bruta utilizados.

Com relação ao nitrogênio absorvido, não houve diferenças entre os tratamentos ($P>0,05$). Shriver et al. (2003) e Zangeronimo et al. (2004b) também não observaram diferenças significativas para estas variáveis, ao reduzirem a proteína bruta da ração em quatro unidades percentuais para animais em crescimento e na fase inicial, respectivamente. A partir desses resultados, supõe-se que a diferença na velocidade de absorção entre aminoácidos de origem cristalina e os aminoácidos provenientes dos alimentos não interfere na passagem destes nutrientes do trato gastrintestinal para o sangue. Isso confirma resultados anteriores, em que o aumento na quantidade de aminoácidos fornecidos aos animais proporcionou aumento nos níveis de uréia plasmática acima de um determinado nível de lisina, metionina e treonina adicionados à dieta.

TABELA 13 – Balanço de nitrogênio de leitões aos 25 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

NITROGÊNIO INGERIDO (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	23,23	24,18	24,90	26,14	24,63 B
18	24,16	24,86	25,86	26,70	25,40 A
MÉDIA ²	23,72	24,53	25,38	26,42	
CV (%)	1,53				
NITROGÊNIO ABSORVIDO (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	85,90	85,60	86,44	85,38	85,83
18	85,80	86,02	85,84	84,98	85,66
MÉDIA	85,85	85,81	86,14	85,18	
CV (%)	2,52				
NITROGÊNIO RETIDO (%)					
Proteína Bruta (%)	Níveis de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	58,38	69,24	68,72	65,76	65,53 A
18	58,40	62,78	62,72	60,22	61,03 B
MÉDIA ²	58,39	66,01	65,72	62,99	
CV (%)	7,80				
NITROGÊNIO RETIDO / NITROGÊNIO ABSORVIDO (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	67,9	80,8	79,5	77,0	76,3 A
18	68,1	72,9	73,0	70,8	71,2 B
MÉDIA ²	68,0	76,9	76,3	73,9	
CV (%)	6,22				

¹ Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste F (P<0,01)

² Efeito quadrático significativo (P<0,01)

Com relação ao nitrogênio retido, não houve efeito significativo da interação entre níveis de lisina e proteína bruta na dieta ($P>0,05$). No entanto, houve efeito quadrático significativo para níveis de lisina ($P<0,01$) e maior retenção pelos animais que consumiram 16% PB ($P<0,01$). Resultados semelhantes, com níveis reduzidos de proteína bruta na ração, são encontrados na literatura com animais na fase inicial (Bolduan et al., 1992; Zangeronimo et al., 2004b) e em crescimento (Oliveira, 2004).

No presente trabalho, o nível de lisina digestível, que proporcionou maior retenção de nitrogênio pelos animais, foi de 1,05 %, com taxa de retenção máxima de 66,7% (Figura 10). Novamente os dados confirmam resultados anteriores encontrados com níveis de uréia plasmática e taxa de retenção protéica, cujos níveis recomendados de lisina digestível foram 1,08 e 1,00% respectivamente para rações contendo 18% e 16% PB. Para esta variável, as relações ótimas LIS:AAT foram de 6,6% para rações com 16% PB e 5,9% para rações com 18% PB, semelhantes aos obtidos anteriormente com ganho de peso médio diário, que foram de 6,8 e 6,1%. Para a relação NE:NT, a relação ótima foi de 0,41 e 0,42 para rações com 18 e 16% respectivamente, sendo semelhantes aos obtidos por Wang & Fuller (1989) que foi de 0,42 e inferiores aos obtidos por Heger et al. (1998), que foi de 0,48 e Lenis et al. (1999), de 0,50. No entanto, a possibilidade da inclusão de outros aminoácidos como o triptofano, valina, leucina e isoleucina, por exemplo, podem afetar essa relação.

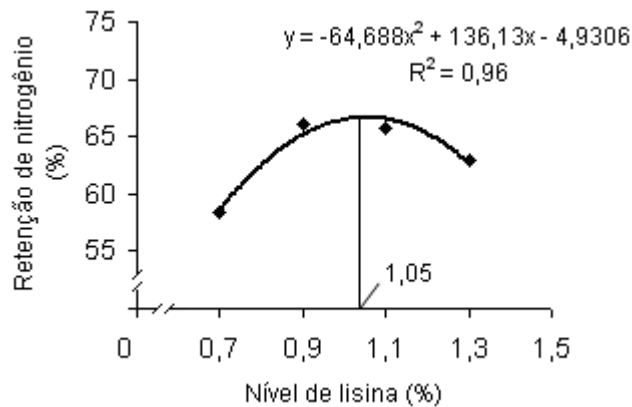


FIGURA 10 - Retenção de nitrogênio (%) de leitões aos 25 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Com relação à % de nitrogênio retido em relação ao que foi absorvido (NRET/NABS), não houve efeito da interação dos níveis de lisina com os níveis de proteína bruta na dieta ($P > 0,05$), porém houve maior eficiência ($P < 0,01$) da utilização do nitrogênio em rações contendo maiores níveis de aminoácidos cristalinos (16% PB) e efeito quadrático significativo ($P < 0,01$) para níveis de lisina digestível na ração, sendo 1,06% o nível que apresentou o melhor aproveitamento de nitrogênio pelos animais (Figura 11), próximo ao obtido para ganho de peso médio diário, que foi de 1,04%.

A maior eficiência de utilização do nitrogênio pelos animais foi obtida na relação 0,41 em rações com 18% PB e 0,42 em rações com 16% PB. Entretanto, esta relação pode ser alterada se adicionados outros aminoácidos essenciais na dieta, como anteriormente mencionado (Oliveira, 2004). No presente experimento, pelo fato de não ter ocorrido interação significativa, sugere-se que os níveis energéticos das dietas experimentais podem ter limitado o aproveitamento de nitrogênio, tanto em rações com 16, quanto em rações com 18% PB. Neste caso, outros estudos devem ser conduzidos para se determinar a

relação ideal entre os principais aminoácidos essenciais e os níveis energéticos em rações contendo níveis reduzidos de proteína bruta.

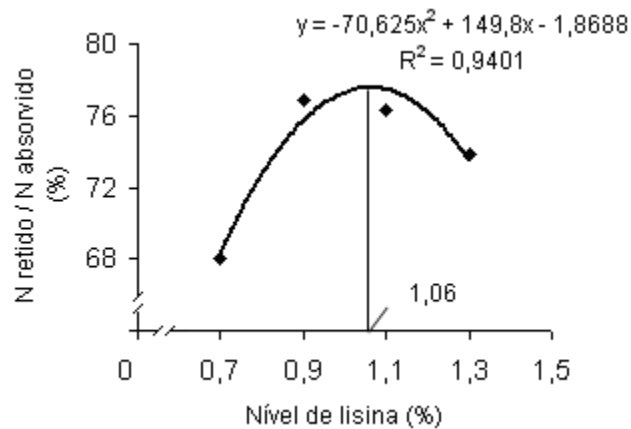


FIGURA 11 - Eficiência de utilização do nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Os resultados para nitrogênio na urina e nitrogênio excretado nas fezes estão apresentados na Tabela 14. Não houve efeito dos níveis de lisina e proteína bruta nas rações sobre a excreção de nitrogênio diário nas fezes ($P > 0,05$), mostrando novamente que a taxa de absorção de nitrogênio no trato gastrointestinal não foi afetada por esses níveis nutricionais na dieta. Estes resultados se opõem aos encontrados por Le Bellego et al. (2001) e Figueroa et al. (2002), os quais verificaram aumento no nitrogênio fecal com o incremento de proteína na ração.

Com relação ao nitrogênio excretado na urina, não houve efeito da interação níveis de lisina digestível e proteína bruta da dieta ($P > 0,05$), porém houve diferenças significativas ($P < 0,01$) entre os níveis de proteína bruta utilizados e efeito quadrático significativo para níveis de lisina ($P < 0,01$), seguindo os resultados para retenção de nitrogênio. Da mesma forma, Bolduan

et al. (1992) e Zangeronimo et al. (2004b) observaram que a redução do teor de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos reduziu a excreção de nitrogênio na urina de leitões após o desmame.

TABELA 14 – Nitrogênio excretado nas fezes e nitrogênio excretado na urina de leitões aos 25 kg, recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

NITROGÊNIO NAS FEZES (g/dia)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	3,28	3,49	3,38	3,82	3,49
18	3,43	3,47	3,66	4,01	3,64
MÉDIA	3,36	3,48	3,52	3,92	
CV (%)	15,11				
NITROGÊNIO NA URINA (%)					
Proteína Bruta (%)	Nível de lisina (%)				MÉDIA ¹
	0,7	0,9	1,1	1,3	
16	6,40	3,96	4,42	5,12	4,98 B
18	6,61	5,78	5,99	6,61	6,24 A
MÉDIA ²	6,51	4,87	5,20	5,87	
CV (%)	16,22				

¹ Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem pelo teste F (P<0,01)

² Efeito quadrático significativo (P<0,01)

Com relação aos níveis de lisina digestível verdadeira, o que proporcionou menor excreção de nitrogênio na urina foi de 1,03% (Figura 12). Acima desse valor, a adição dos principais aminoácidos (lisina, metionina e treonina) foi considerada excessiva e outros aminoácidos podem ter sido limitantes para o máximo aproveitamento deste nutriente. Estes resultados se aproximam daqueles obtidos para ganho de peso médio diário (1,04%), % de proteína na carcaça (1,01%) e taxa de deposição protéica pelos animais (1,02%).

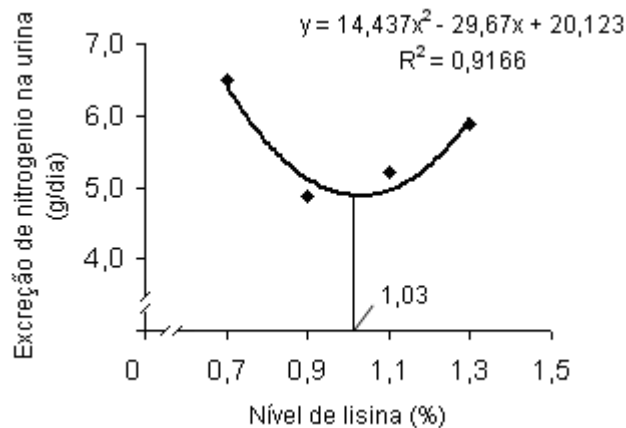


FIGURA 12 - Nitrogênio excretado na urina (g/dia) de leitões aos 25 kg, recebendo rações com 16 e 18% de proteína bruta e níveis crescentes de lisina digestível verdadeira.

Os resultados mostraram que a redução da proteína bruta na dieta em duas unidades percentuais reduziu a excreção de nitrogênio na urina em 20%. Resultados semelhantes foram encontrados por Shriver et al. (2003) e Zangeronimo et al. (2004b), que sugeriram uma redução de 10 e 9% do nitrogênio urinário respectivamente, para cada unidade percentual de proteína bruta reduzida na dieta.

Do ponto de vista ambiental, além da redução da proteína bruta ter se mostrado eficiente na redução do poder poluente dos dejetos, a correção dos níveis dos principais aminoácidos também se faz importante. Neste trabalho, verificou-se que a variação nos níveis de lisina digestível na dieta provocou excreção de nitrogênio na urina entre 4,87 e 6,51 g/dia, sendo possível uma redução em torno de 25%, somente com os níveis estudados. No entanto, outros estudos devem ser conduzidos objetivando estabelecer a melhor relação aminoacídica na dieta que promove a menor excreção de elementos poluentes nos dejetos.

5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se que a exigência de lisina digestível verdadeira de 1,05% deve ser mantida ao se formular rações com níveis reduzidos de proteína bruta, baseando-se no conceito de proteína ideal. No entanto, novos estudos devem ser conduzidos, buscando a melhor relação aminoacídica em cada nível de lisina suplementada.

A manipulação dos níveis de proteína bruta e lisina digestível na dieta permitiram reduzir a excreção de nitrogênio de 20 a 25% nos dejetos e a relação NE:NT ótima para minimizar a excreção de elementos poluentes, com este nível de lisina recomendado, é de 0,41 e 0,42 para rações com 18 e 16 % respectivamente.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL. **The nutrient requirements of pigs**. Farnham Royal, Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux, 1981. 307p.

APOLÔNIO, L. R. et al. Digestibilidade aparente e verdadeira de aminoácidos em alimentos utilizados em dietas pré-iniciais para leitões determinada pelo método do sacrifício. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. CD-ROM.

APOLÔNIO, L.R. et al. Níveis de triptofano digestível para suínos dos 15 aos 30 kg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: ABRAVES 2005. CD-ROM.

AROUCA, C.L.C. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de 95 a 122kg selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.6, Dec. 2004.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis**. 15.ed. Arlington, 1990. 1230p.

BAKER, D.H. Advances in amino acid nutrition and metabolism of swine and poultry. In: KORNEGAY, E.T. (Ed.). **Nutrient management of food animals to enhance and protect the environment**. Boca Raton: CRC, 1996. p.41-53.

BERTOL, M.T.; LUDKE, J.V. Determinação dos valores de energia e do balanço de nitrogênio de alguns alimentos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1279-1287, 1999.

BERTOL, M.T.; BRITO, B.G. Níveis de proteína bruta na dieta após o desmame e desempenho em leitões. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.6, p.1031-1037, jun. 1999.

BIRKE, H.; THORL-USSING, O.; HESSOV, I. Trophic effect of dietary peptides on mucosa in the rat small bowel. **Journal Parenteral and Enteral Nutrition**, Silver Spring, v.14, p.265, Aug. 1990. Suppl.

- BOLDUAN, G., MORGENTHUM, R.; BECK, M. Application of free amino acids benefits to pig and environment. **Bauern Zeitung**, v.33, p.36-38, 1992.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R.; CURIC, D.M. The effects of sex and live weight on the growing pig's response to dietary protein. **Animal Prod.**, v.46, n.1, p.123-130, 1988.
- CANH, T.T. et al. Influence of dietary factors on the pH and ammonia emission of slurry from growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, n.4, p.1123-1130, Apr. 1998.
- CHAN, D.K.C.; HARGROVE, J.L. Effects of dietary protein on gene expression. In: BERDANIER, C.C.; HARGROVE, J.L. (Ed.). **Nutrition and gene expression**. Boca Raton: CRC, 1993. p.353-375.
- CHEN, H.Y. et al. Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion ration. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.9, p.261-2639. Sept. 1995.
- CHIBA, L.I.; LEWIS, A.J.; PEO, E.R. Amino acid and energy nterrelationships in pigs weighing 20 to 50 kilograms. I. Rate and efficiency of weight gain. **Journal of Animal Science**, v.69, p.694, 1991.
- COELHO, L.S.S. et al. Exigências de lisina de suínos dos 15 aos 30 kg alimentados com rações com diferentes densidades calóricas e nível subótimo de proteína. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.1, p.72-80, 1987.
- DE 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**, Champaign, v.80, n.9, p.2420-2432, Sept. 2002.
- DEAN, W.F.; SCOTT, H.M. The development of an amino acid reference diet of the early growth of chicks. **Poultry Science**, v.44, n.3, p.803-808, May 1965.
- DONZELE, J.L. et al. Efeito dos níveis de lisina na composição da carcaça de suínos de 5 a 15 kg. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.6, 1992.
- EGGUM, B.O. Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. **British Journal of Nutrition**, v.24, n.5, p.983-988, 1970.

FERREIRA, A.S. **Estimativa de produção e composição de leite de porca e aleitamento artificial de leitões**. 1986. 121 p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástricos)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p.255-258.

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 estresse de calor (32°C). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: ESALQ, 2001. CD-ROM.

FIALHO, E.T. et al. Influência da fitase sobre a digestibilidade ileal aparente de aminoácidos em suínos na fase de crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: SBZ, 2004. CD-ROM.

FIGUEROA, J.L. et al. Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.80, n.11, p.2911-2919, Nov. 2002.

FIRMAN, J.D.; BOLING, D. Ideal protein in turkeys. **Poultry Science**, v.77, n.1, p.105-110, Jan. 1998.

FONTES, D.O. et al. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra, dos 15 aos 30 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, MG: SBZ, 1997. p.78-80.

FONTES, D.O. et al. Níveis de lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça, dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.90-97, 2005.

FRIESEN, K.G. et al. Amino acid requirements for high-lean growth gilts. In: ANNUAL MEETING OF THE AMERICAN ASSOCIATION OF SWINE PRACTITIONERS, 25., 1994, Chicago. **Proceedings...** Chicago: ASSP, 1994. p.312-320.

FULLER, M.F. et al. The optimum dietary amino acids pattern for growing pigs. 2. Requirements for maintenance and for tissue protein accretion. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.62, n.2, p.255-267, 1989.

FULLER, M.; WANG, T.C. Digestible ideal protein - a measure of dietary protein value. **Pig News Information**, v.11, n.3, p.353-357, 1990.

GÓMEZ, R.S. et al. Growth performance, diet apparent digestibility and plasma metabolite concentrations of barrows fed corn-soybean meal diets or low-protein, amino acid-supplemented diets at different feeding levels. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.3, p.644-653, Mar. 2002.

HEGER, J.V.; MENGESHA, S.; VODEHNAL, D. Effect of essential:total nitrogen ratio on protein utilization in the growing pig. **British Journal of Nutrition**, v.80, p.537-544, dez. 1998.

HENRY, Y. Proceedings of the 14^o International Pig Veterinary Society Congress, 1996. **Proceedings...** 1996. p.45-50.

IAFIGLIOLA, M. **Importância da alimentação de leitões no período pré e pós-desmame**. 2001. Disponível em:
<http://www.polinutri.com.br/conteudo_artigos_anteriores_maio.htm>. Acesso em: 22 jul. 2003.

JONGBLOED, A.W.; LENIS, N.P. Environmental concerns about animal manure. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2641-2648, 1998.

JUNQUEIRA, L.C.U.; JUNQUEIRA, L.M.M.S. **Técnicas básicas de citologia e histologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1983. 123p.

KEPARTH, K.B.; SCHERRITT, G.W. Performance and nutrient balance in growing swine feed low protein diets supplemented with amino acids and potassium. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.68, n.7, p.1999-2008, July 1990.

KERR, B.J.; EASTER, R.A. Effect feeding reduced protein amino aci-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.10, p.3000-3008, Oct. 1995.

KERR, B.J.; MCKEITH, F.K.; EASTER, R.A. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.73, n.2, p.433-440, Feb. 1995.

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

KNOWLES, T.A. et al. Effect of dietary fiber or fat in low-crude protein, crystalline amino acid-supplemented diets for finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.76, n.11, p.2818-2832, Nov. 1998.

KUDSEN, B.K.E.; JORGENSEN, H. Use of synthetic amino acids in pig and poultry diets. In: COLE, D.F.A.; HARESINGN, W.; GARNSWORTH, P.C. **Recent development in pig nutrition 2**. Nottingham: University Nottingham, 1993. p.117-135.

LE BELLEGO, L. et al. Energy utilization of low-protein diets in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.79, n.5, p.1259-1271, May 2001.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.80, n.3, p.691-701, Mar. 2002.

LENIS, N.P. et al. Effects of the ratio between essential and nonessential amino acids in the diet on utilization of nitrogen and amino acids by growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.7, p.1777-1787, July 1999.

LI, D. F. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 68, n. 6, p. 1790-1799, June 1990.

LI, D. F. et al. Measuring suitability of soybean products for early weaned pigs with immunological criteria. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.69, n.8, p. 3299-3307, Aug. 1991.

LONGLAND, A.C. Digestive enzyme activities in pigs and poultry. In: FULLER, M.F. (Ed.). **In vivo digestion for pigs and poultry**. Wallingford: U.K. CAB International, 1991. p.3-18.

LOPEZ, J. et al. The effects of diets formulated on an ideal protein basis on growth performance, carcass characteristics, and thermal balance of finishing gilts housed in a hot, diurnal environment. **Journal Animal Science**, Champaign, v.72, n.2, p.367-379, Feb. 1994.

MAKKINK, C.A. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. **British Journal of Nutrition**, v.72, p.353-368, 1994.

MONGIN, P. Recent advances in dietary anion-cation balance: application in poultry. **Procedure Nutrition Society**, v.40, p.285-294, 1981.

MOREIRA, H.F.V. et al. Níveis de Lisina para Leitoas dos 6 aos 16 kg com Alto Potencial para Deposição de Carne Magra na Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1210-1216, 2005.

MORÉS, N. et al. Influência do nível protéico e/ou da acidificação da dieta sobre a diarreia pós-desmame em leitões causada por *Escherichia coli*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v.10, n.3/4, p.85-88, Jul./Dez. 1990.

MORETTO, V. et al. Níveis dietéticos de lisina para suínos da raça landrace dos 15 aos 30 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.803-809, 2000.

MOUGHAN, P.J. Modelling amino acid absorption and metabolism in the growing pig. In: D'MELLO, J.P.F. **Amino acids in farm animal nutrition**. Wallingford: CAB International, 1994. p.133-154.

NAN, D.S.; AHERNE, F.X. The effects of lysine:energy ratio on the performance of weanling pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n. 5, p.1247-1256, 1994.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington: National Academy of Sciences, 1998.

NOBLET, J.; HENRY, Y.; DUBOIS, S. Effect of protein and lysine levels in the diet on body composition and energy utilization in growing pig. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.65, n.9, p.717-726, Sept. 1987.

NOBLET, J.; SHI, X.S. Comparative digestibility of energy and nutrients in growing pigs fed ad libitum and adult sows fed at maintenance. **Livestock Production Science**, v.34, p.137-152, 1993.

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

OELKE, C.A. et al. Desempenho de leitões dos 21 aos 49 dias de idade submetidos a dietas contendo ou não plasma spray dried e nucleotídeos dos 21 aos 35 dias. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS

ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: 2005. CD-ROM.

OFFICER, D.I.; BATTERHAM, E.S.; FARREL, D.J. Comparison of growth performance and nutrient retention of weaner pigs given diets based on casein, free amino acids or conventional protein. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.77, n.5, p.731-744, May 1997.

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**, Viçosa, v.32, n.1, Jan./Feb. 2003.

OLIVEIRA, V. **Influência de rações com baixos teores de proteína bruta no balanço de nitrogênio e retenção tecidual em suínos em crescimento**. 2004. 98p. Tese (Zootecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OLIVEIRA, A.L.S. et al. Lisina em rações para suínos machos castrados, com alto potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, dos 60 aos 95 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia 2004. CD-ROM.

PARSONS, C.M.; BAKER, D.H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of non ruminants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO-RUMINANTES. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994. p.119-128.

PARTRIDGE, I. G.; LOW, A. G.; KEAL, H. D. A note on the effect of feeding frequency on nitrogen use in growing boars given diets with varying levels of free lysine. **Animal Production**, Edingurgh, v.40, n.2, p.375-377, Apr. 1985.

PERDOMO, C.C.; OLIVEIRA, P.A.V.; KUNZ, A. **Metodologia sugerida para estimar o volume de dejetos poluentes gerados em uma granja de suínos**. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, 2003. (Comunicado Técnico).

PFEIFFER, A. et al. The influence of protein intake on water balance, flow rate and apparent digestibility of nutrients at the distal ileum in growing pigs. **Livestock Production Science**, v.44, p.179-187, 1995.

PROHASZKA L, BARÓN F. The predisposing role of high dietary protein supplies in enteropathogenic E. coli infections of weaned pigs. **Zentralbl Veterinarmed**, v.27, n.3, p.222-232, 1987.

QUINIQU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. **Livest. Prod. Science**, v.63, p.245–253, 2000.

RADEMACHER, M. Manejo nutricional de suínos na fase de crescimento - terminação: Conceitos básicos e novas idéias. In: ENCONTRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 4., 1997, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Degussa Feed Additives, 1997. p.1-11.

RAO, D.S.; McCracken, K.J. Energy:protein interactions in growing boars on high genetic potential for lean growth. 1 Effects on growth, carcass characteristics and organ weights. **Animal Production**, Edingurgh, v.54, n.1, p.75-82, Feb. 1992.

RERÁT, A.; CORRING, T. Animal factors affecting protein digestion and absorption. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen. The Netherlands: EAAP, 1991. p.5-34.

ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141p.

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

ROTH, F.X. et al. Influence of dietary level of dispensable amino acids on nitrogen balance and whole-body protein turnover in growing pigs. **Journal of Physiology and Animal Nutrition**, Berlin, v.81, n.4/5, p.232-238, Aug. 1999.

SALES, G.T.; FIALHO, E.T.; VOLPATO, C.E.S. Modificação nas gaiolas metabólicas para experimentos com suínos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS, 26., 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.249.

SANTIAGO, A.L.S. et al. Estudo de níveis protéicos crescentes sobre o peso corporal, peso da carcaça e órgãos de leitões de creche. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 2005. CD-ROM.

SANTOS, D.A. et al. Desempenho de leitões alimentados com amido pré-gelatinizado dos 22 aos 45 dias de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE

VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. 2005. **Anais...** Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos 2005. CD-ROM.

SCHINCKEL, A.P.; LANGE, C.F.M. Characterization of growth parameters needed as inputs for pig growth modes. **Journal Animal Science**, v.74, n.8, p.2021-2036, 1996.

SHRIVER, J.A. et al. Effects of adding fiber sources to reduced-crude protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen excretion, growth performance, and carcass traits of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.81, n.2, p.492-502, Feb. 2003.

SILVA, F.C.O. et al. Níveis de lisina digestível para suínos dos 6 aos 15 kg. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE NRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, CD-ROM.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, L.G.T. **Aspectos físicos e geográficos**. Disponível em: <<http://www.lavras.com.br>>. Acesso em: 08 jan. 2006.

SIMON, O. Metabolism of proteins amino acids. In: _____. **Protein metabolism in farm animals evaluation, digestion, absorption and metabolism**. Oxford: Oxford University, 1989. p.273-366.

SOARES, J.L. et al. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, n.4, 1153-1161 Jul/Ago. 2000.

STAHLY, T.S.; WILLIAMS, N.H.; SWENSON, S. Impact of genotype and dietary amino acid regimen on growth of pigs from 6 to 25 Kg. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n.1, p. 165-173, Jan. 1994.

STERLING, K.G.; PESTI, G.M.; BAKALLI, R.I. Performance of broiler chicks fed various levels of dietary lysine and crude protein. **Poultry Science**, v.82 n.12, p.1939-1947, Dec. 2003.

SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e conseqüências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 1., 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria, RS: EMBRAPA, 2001a.

SUIDA, D. Desempenho, meio ambiente e sanidade de suínos. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: CBNA 2001b.

SURISDIARTO, A.; FARREL, D.J. The relationship between dietary crude protein and dietary lysine requirement by broiler chicks on diets with and without the "ideal" amino acids balance. **Poultry Science**, v.70, p.830-836, 1991.

SUSENBETH, A. Factors affecting lysine utilization in growing pigs: an analyses of literature data. **Livestock Production. Science**, v.43, p.193, 1995.

SUTTON, A.L. et al. Potential for reduction of odorous compounds in swine manure through diet modification. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.77, n.2, p.430-439, Feb. 1999.

TOLEDO, A.L. et al. Lisina digestível e óleo de soja para machos castrados dos 20 aos 45 kg: efeitos subseqüentes à terminação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 12., 2005, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: Associação Brasileira de Veterinários Especialistas em Suínos, 2005. CD-ROM.

TRINDADE NETO, M.A. et al. Níveis de lisina para suínos na fase inicial-1 do crescimento, desempenho e retenção de nitrogênio. **Boletim da Indústria Animal**, v.57, n.1, p.65-74, 2000.

TRINDADE NETO, M.A. et al. Dietas para leitões nas fases de creche e diferentes idades ao desmame. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.687-695, 2002.

TRINDADE NETO, M.A. et al. Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1777-1789, 2004. (Supl., 1).

TUCCI, F.M. **Efeitos da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a renovação celular da mucosa intestinal, enzimas**

digestivas e desempenho. 2003, Tese (Zootecnia)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

TUITOEK, K. et al. Body composition and protein and fat accretion in various body components in growing gilts fed diets with different protein levels but estimated to contain similar levels of ideal protein. **Journal of Animal Science**, v.75, n.6, p.1584-1590. June 1997.

VAN LUNEN, T.A.; COLE, D.J.A. Growth and body composition of highly selected boars and gilts. **Animal Science**, v.67, p.107-116, Part 1. Aug. 1998.

VAN MILGEN, J.; NOBLET, J.; DUBOIS, S. Energetic efficiency of starch, protein and lipid utilization in growing pigs. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.131, n.4, p.1309-1318, Apr. 2001.

VERSTEGEN, M.W.A.; DE GREEF, K.H. Influence of environmental temperature on protein and energy metabolism in pig production. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NÃO RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p.1-42.

WANG, T.C.; FULLER, M.F. The optimum dietary amino acids pattern for growing pigs. 1. Experiments by amino acid deletion. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.62, n.1. p.77-89, July 1989.

WEBB, K.E. Intestinal absorption of protein hydrolysis products: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p.3011-3022, 1990.

WILLIAMS, N.H. et al. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency, and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 kg. **Journal of Animal Science**, v.75, n.9, p.2463-2471, 1997.

WU, G. Intestinal mucosa acid catabolism. **Journal of Nutrition**, Bethesda, v.128, n.8, p.1249-1252, Ago 1998.

YEN J.T.; EASTER, R.A.; KERR, B.J. Absorption on free or protein-bound lysine and threonine in conscious multicannulated pig. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Wageningen. **Proceedings...** Wageningen, The Netherlands: EAAP, 1991. p.79-84.

ZALOGA, G.P. Physiologic effects of peptide-based enteral formulas. **Nutrition Clinical Practical**, New York, v.5, n.6, p.231-237, Dec. 1990.

ZANGERONIMO, M.G. et al. Efeito da redução da proteína bruta da ração baseando no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de leitões dos 10 aos 25 kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004a. CD-ROM.

ZANGERONIMO, M.G. et al. Efeito da redução da proteína bruta de rações suplementadas com aminoácidos sobre a excreção de nitrogênio de suínos em crescimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004b. CD-ROM.

ZANGERONIMO, M.G. et al. Efeito da redução do farelo de soja na ração com base no conceito de proteína ideal sobre o peso de órgãos, morfometria duodenal e incidência de diarreia de leitões na fase de creche. In: II CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, PR: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004c.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and fermentable fiber on nitrogen excretion patterns and plasma urea in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.12, p.3247-3256, Dec. 2002a.

ZERVAS, S.; ZIJLSTRA, R.T. Effects of dietary protein and outhaul fiber on nitrogen excretion patterns and postprandial plasma urea profiles in grower pigs. **Journal of Animal Science**, v.80, n.12, p.3238-3246, Dec. 2002b.

ANEXOS

ANEXO	Página
TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso médio diário (GPMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	80
TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração médio diário (CRMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	80
TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar (CA) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	81
TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de energia metabolizável (CEM) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	81
TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de lisina médio diário (CLMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	82
TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para eficiência de utilização de lisina (EFLIS) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	82
TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para níveis de uréia plasmática de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	83
TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do estômago de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	84
TABELA 9A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do ceco de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	84

TABELA 10A –	Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo do fígado de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível..	85
TABELA 11A –	Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo de pâncreas de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	85
TABELA 12A –	Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo de rins de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível..	86
TABELA 13A –	Análise de variância e coeficiente de variação para altura de vilosidades do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	86
TABELA 14A –	Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de criptas do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	87
TABELA 15A –	Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilosidade:cripta do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	87
TABELA 16A –	Análise de variância e coeficiente de variação para peso ao abate de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	88
TABELA 17A –	Análise de variância e coeficiente de variação para % de matéria seca na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	88
TABELA 18A –	Análise de variância e coeficiente de variação para % de proteína bruta na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.....	89
TABELA 19A –	Análise de variância e coeficiente de variação para % de lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível..	90

TABELA 20A –	Análise de variância e coeficiente de variação para taxa de deposição de proteína na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	91
TABELA 21A –	Análise de variância e coeficiente de variação para taxa de deposição de lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	92
TABELA 22A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio ingerido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	93
TABELA 23A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	93
TABELA 24A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	94
TABELA 25A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido / nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	94
TABELA 26A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio nas fezes de leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	95
TABELA 27A –	Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio na urina de leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.	95

TABELA 1A – Análise de variância e coeficiente de variação para ganho de peso médio diário (GPMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	13395,6	13395,6	6,830	0,0143 *
Lisina	3	22006,5	7335,5	3,740	0,0223
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(3767,12)</i>	<i>3767,12</i>	<i>1,921</i>	<i>0,177</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(18232,9)</i>	<i>18232,9</i>	<i>9,296</i>	<i>0,005**</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(6,48)</i>	<i>6,48</i>	<i>0,003</i>	<i>0,955</i>
Proteína*Lisina	3	6433,8	2144,6	1,093	0,3682 NS
Bloco	4	98234,85	24558,72	12,522	0,0000
Erro	28	54916,35	1961,298		
CV (%)	11,71				

TABELA 2A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração médio diário (CRMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	5688,225	5688,225	0,749	0,3941 NS
Lisina	3	20806,875	6935,625	0,913	0,4471 NS
Proteína*Lisina	3	33893,475	11297,825	1,488	0,2393 NS
Bloco	4	269910,15	67477,54	8,886	0,0001
Erro	28	212631,05	7593,97		
CV (%)	12,02				

TABELA 3A – Análise de variância e coeficiente de variação para conversão alimentar (CA) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,079210	0,079210	1,645	0,2102 NS
Lisina	3	0,658780	0,219593	4,560	0,0101
Regr. linear	(1)	(0,301088)	0,301088	6,253	0,019
Regr. quadrática	(1)	(0,313290)	0,313290	6,506	0,017 **
Regr. cúbica	(1)	(0,044402)	0,044402	0,922	0,345
Proteína*Lisina	3	0,183050	0,061017	1,267	0,3047 NS
Bloco	4	0,442515	0,110629	2,297	0,0839
Erro	28	1,348285	0,048153		
CV (%)	11,30				

TABELA 4A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de energia metabolizável (CEM) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	39062,5	39062,5	0,514	0,4795 NS
Lisina	3	209318,1	69772,7	0,917	0,4451 NS
Proteína*Lisina	3	339699,7	113233,23	1,489	0,2390 NS
Bloco	4	2701208,35	675302,0875	8,880	0,0001
Erro	28	2129332,45	76047,5875		
CV (%)	12,02				

TABELA 5A – Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de lisina médio diário (CLMD) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	1,33225	1,33225	1,823	0,1878 NS
Lisina	3	86,63537	28,878457	39,519	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(85,464738)</i>	<i>85,464738</i>	<i>116,954</i>	<i>0,000**</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,441000)</i>	<i>0,441000</i>	<i>0,603</i>	<i>0,444</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,729632)</i>	<i>0,729632</i>	<i>0,998</i>	<i>0,326</i>
Proteína*Lisina	3	4,60277	1,534257	2,100	0,1228 NS
Bloco	4	21,637015	5,409254	7,402	0,0003
Erro	28	20,461185	0,730757		
CV (%)	11,84				

TABELA 6A – Análise de variância e coeficiente de variação para eficiência de utilização de lisina (EFLIS) de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	120,096903	120,096903	3,208	0,0841 NS
Lisina	3	3843,260707	1281,086902	34,215	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(3807,764644)</i>	<i>3807,764644</i>	<i>101,696</i>	<i>0,000**</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(9,870423)</i>	<i>9,870423</i>	<i>0,264</i>	<i>0,612</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(25,625641)</i>	<i>25,625641</i>	<i>0,684</i>	<i>0,415</i>
Proteína*Lisina	3	129,591627	43,197209	1,154	0,3448 NS
Bloco	4	349,183300	87,295825	2,331	0,0804
Erro	28	1048,388700	37,442454		
CV (%)	11,20				

TABELA 7A – Análise de variância e coeficiente de variação para níveis de uréia plasmática de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,129960	0,129960	0,009	0,9255 NS
Lisina	3	645,750280	215,250093	14,762	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(113,462048)</i>	<i>113,462048</i>	<i>7,781</i>	<i>0,009</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(526,205160)</i>	<i>526,205160</i>	<i>36,086</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(6,083072)</i>	<i>6,083072</i>	<i>0,417</i>	<i>0,524</i>
Proteína*Lisina	3	167,620680	55,873560	3,832	0,0204 *
<i>Lisina / 16%PB</i>	3	284,758000	94,919333	6,509	0,0017
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,067600)</i>	<i>0,067600</i>	<i>0,005</i>	<i>0,946</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(232,562000)</i>	<i>232,562000</i>	<i>15,949</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(52,128400)</i>	<i>52,128400</i>	<i>3,575</i>	<i>0,069</i>
<i>Lisina / 18%PB</i>	3	528,612960	176,204320	12,084	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(219,158416)</i>	<i>219,158416</i>	<i>15,030</i>	<i>0,001</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(295,526720)</i>	<i>295,526720</i>	<i>20,267</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(13,927824)</i>	<i>13,927824</i>	<i>0,955</i>	<i>0,337</i>
Bloco	4	55,771340	13,942835	0,956	0,4467
Erro	28	408,290580	14,581806		
CV (%)	11,89				

TABELA 8A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do estômago de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,01764	0,01764	0,040	0,8423 NS
Lisina	3	1,64075	0,546917	1,250	0,3103 NS
Proteína*Lisina	3	0,77224	0,257413	0,589	0,6276 NS
Bloco	4	1,97069	0,492672	1,126	0,3641
Erro	28	12,24607	0,43736		
CV (%)	20,73				

TABELA 9A – Análise de variância e coeficiente de variação para pH do ceco de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,000010	0,000010	0,000	0,9940 NS
Lisina	3	0,178250	0,059417	0,341	0,7955 NS
Proteína*Lisina	3	0,551250	0,183750	1,056	0,3836 NS
Bloco	4	0,146075	0,036519	0,210	0,9308
Erro	28	0,000010	0,000010	0,000	0,9940
CV (%)	7,18				

TABELA 10A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo do fígado de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,021622	0,021622	0,213	0,6484 NS
Lisina	3	0,022328	0,007443	0,073	0,9741 NS
Proteína*Lisina	3	0,012747	0,004249	0,042	0,9886 NS
Bloco	4	0,725760	0,181440	1,783	0,1603
Erro	28	2,849040	0,101751		
CV (%)	10,89				

TABELA 11A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo de pâncreas de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,000423	0,000423	0,476	0,4959 NS
Lisina	3	0,001448	0,000483	0,544	0,6564 NS
Proteína*Lisina	3	0,001048	0,000349	0,394	0,7586 NS
Bloco	4	0,029915	0,007479	8,428	0,0001
Erro	28	0,024845	0,000887		
CV (%)	11,76				

TABELA 12A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso relativo de rins de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,000303	0,000303	0,083	0,7756 NS
Lisina	3	0,000168	0,000056	0,015	0,9978 NS
Proteína*Lisina	3	0,003508	0,001169	0,320	0,8107 NS
Bloco	4	0,082835	0,020709	5,669	0,0018
Erro	28	0,102285	0,003653		
CV (%)	13,20				

TABELA 13A – Análise de variância e coeficiente de variação para altura de vilosidades do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	3312,4	3312,4	0,621	0,4371 NS
Lisina	3	4562,6	1520,86	0,285	0,8356 NS
Proteína*Lisina	3	9691,4	3230,46	0,606	0,6166 NS
Bloco	4	2915,85	728,9625	0,137	0,9673
Erro	28	149253,35	5330,476786		
CV (%)	15,09				

TABELA 14A – Análise de variância e coeficiente de variação para profundidade de criptas do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	902,5	902,5	0,381	0,5421 NS
Lisina	3	1756,9	585,633333	0,247	0,8627 NS
Proteína*Lisina	3	1750,1	583,366667	0,246	0,8634 NS
Bloco	4	246,65	61,662500	0,026	0,9986
Erro	28	66327,75	2368,848214		
CV (%)	17,02				

TABELA 15A – Análise de variância e coeficiente de variação para relação vilosidade:cripta do jejuno de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,000303	0,000303	0,010	0,9194 NS
Lisina	3	0,021267	0,007089	0,244	0,8646 NS
Proteína*Lisina	3	0,099467	0,033156	1,143	0,3488 NS
Bloco	4	0,059415	0,014854	0,512	0,7273
Erro	28	0,812025	0,029001		
CV (%)	10,0				

TABELA 16A – Análise de variância e coeficiente de variação para peso ao abate de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	22,05225	22,05225	7,701	0,0097 **
Lisina	3	24,24075	8,08025	2,822	0,0569
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(6,02045)</i>	<i>6,02045</i>	<i>2,102</i>	<i>0,158</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(18,09025)</i>	<i>18,09025</i>	<i>6,317</i>	<i>0,018 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,13005)</i>	<i>0,13005</i>	<i>0,045</i>	<i>0,833</i>
Proteína*Lisina	3	7,74475	2,581583	0,902	0,4528 NS
Bloco	4	2,4215	0,605375	0,211	0,9299
Erro	28	80,1785	2,863518		
CV (%)	7,57				

TABELA 17A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de matéria seca na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	16,129	16,129	3,223	0,0834 NS
Lisina	3	1,958	0,652667	0,130	0,9413 NS
Proteína*Lisina	3	5,457	1,819	0,364	0,7798 NS
Bloco	4	59,2685	14,817125	2,961	0,0370
Erro	28	140,1035	5,003696		
CV (%)	5,50				

TABELA 18A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de proteína bruta na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	16,809122	16,809122	12,945	0,0012 **
Lisina	3	101,081448	33,693816	25,948	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(4,173161)</i>	<i>4,173161</i>	<i>3,214</i>	<i>0,084</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(96,255062)</i>	<i>96,255062</i>	<i>74,128</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,653225)</i>	<i>0,653225</i>	<i>0,503</i>	<i>0,484</i>
Proteína*Lisina	3	76,332928	25,444309	19,595	0,0000 **
<i>Lisina / 16%PB</i>	3	<i>2,2562</i>	<i>0,752067</i>	<i>0,579</i>	<i>0,6323 NS</i>
<i>Lisina / 18%PB</i>	3	<i>175,158175</i>	<i>58,386058</i>	<i>44,964</i>	<i>0,0000</i>
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(3,713329)</i>	<i>3,713329</i>	<i>2,860</i>	<i>0,102</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(168,026045)</i>	<i>168,026045</i>	<i>129,401</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(3,418801)</i>	<i>3,418801</i>	<i>2,633</i>	<i>0,116</i>
Bloco	4	5,09036	1,272590	0,980	0,4343
Erro	28	36,35784	1,298494		
CV (%)	7,35				

TABELA 19A – Análise de variância e coeficiente de variação para % de lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	119,681402	119,681402	22,383	0,0001 **
Lisina	3	120,071888	40,023963	7,485	0,0008
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(1,246621)</i>	<i>1,246621</i>	<i>0,233</i>	<i>0,633</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(117,409022)</i>	<i>117,409022</i>	<i>21,958</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(1,416245)</i>	<i>1,416245</i>	<i>0,265</i>	<i>0,611</i>
Proteína*Lisina	3	92,721628	30,907209	5,780	0,0033 **
<i>Lisina / 16%PB</i>	3	197,9525	65,984167	12,341	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(1,004004)</i>	<i>1,004004</i>	<i>0,188</i>	<i>0,668</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(181,92512)</i>	<i>181,925120</i>	<i>34,024</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(15,023376)</i>	<i>15,023376</i>	<i>2,810</i>	<i>0,105</i>
<i>Lisina / 18%PB</i>	3	14,841015	4,947005	0,925	0,4398 NS
Bloco	4	26,064415	6,516104	1,219	0,3252
Erro	28	149,713545	5,346912		
CV (%)	10,31				

TABELA 20A – Análise de variância e coeficiente de variação para taxa de deposição de proteína na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	4,05769	4,05769	0,043	0,837 NS
Lisina	3	7291,58641	2430,528803	25,816	0,000
<i>Regr. linear</i>	(1)	(462,201608)	462,201608	4,909	0,035
<i>Regr. quadrática</i>	(1)	(6819,93225)	6819,93225	72,438	0,000 **
<i>Regr. cúbica</i>	(1)	(9,452552)	9,452552	0,100	0,754
Proteína*Lisina	3	4550,93521	1516,978403	16,113	0,000 **
<i>Lisina / 16%PB</i>	3	272,12758	90,709193	0,963	0,422 NS
<i>Lisina / 18%PB</i>	3	11570,39404	3856,798013	40,965	0,0000
<i>Regr. linear</i>	(1)	(524,135236)	524,135236	5,567	0,026
<i>Regr. quadrática</i>	(1)	(10896,97928)	10896,97928	115,743	0,000 **
<i>Regr. cúbica</i>	(1)	(149,279524)	149,279524	1,586	0,218
Bloco	4	291,50771	72,876927	0,774	0,5513
Erro	28	2636,14729	94,148117		
CV (%)	12,99				

TABELA 21A – Análise de variância e coeficiente de variação para taxa de deposição de lipídios na carcaça de leitões aos 20 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	1565,50144	1565,501440	5,195	0,0305 *
Lisina	3	9317,90155	3105,967183	10,306	0,0001
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(463,60125)</i>	<i>463,601250</i>	<i>1,538</i>	<i>0,225</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(8835,75625)</i>	<i>8835,756250</i>	<i>29,320</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(18,54405)</i>	<i>18,544050</i>	<i>0,062</i>	<i>0,806</i>
Proteína*Lisina	3	2829,56696	943,188987	3,130	0,0414 *
<i>Lisina / 16%PB</i>	3	9264,767815	3088,255938	10,248	0,0001
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(13,126129)</i>	<i>13,126129</i>	<i>0,044</i>	<i>0,836</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(8834,706125)</i>	<i>8834,706125</i>	<i>29,316</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(416,935561)</i>	<i>416,935561</i>	<i>1,384</i>	<i>0,249</i>
<i>Lisina / 18%PB</i>	3	2882,700695	960,900232	3,189	0,0384
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(1160,969329)</i>	<i>1160,969329</i>	<i>3,852</i>	<i>0,060</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(1516,411125)</i>	<i>1516,411125</i>	<i>5,032</i>	<i>0,033 *</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(205,320241)</i>	<i>205,320241</i>	<i>0,681</i>	<i>0,416</i>
Bloco	4	628,33635	157,084087	0,521	0,7208
Erro	28	8438,10105	301,360752		
CV (%)	34,31				

TABELA 22A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio ingerido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	5,944410	5,944410	40,777	0,0000 **
Lisina	3	40,272430	13,424143	92,086	0,0000
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(40,122882)</i>	<i>40,122882</i>	<i>275,233</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,141610)</i>	<i>0,141610</i>	<i>0,971</i>	<i>0,333</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(0,007938)</i>	<i>0,007938</i>	<i>0,054</i>	<i>0,817</i>
Proteína*Lisina	3	0,249230	0,083077	0,570	0,6395 NS
Bloco	4	0,292140	0,073035	0,501	0,7352
Erro	28	4,081780	0,145778		
CV (%)	1,53				

TABELA 23A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,289	0,289	0,062	0,8052 NS
Lisina	3	4,905	1,635	0,351	0,7888 NS
Proteína*Lisina	3	1,477	0,492333	0,106	0,9563 NS
Bloco	4	18,394	4,5985	0,987	0,4309
Erro	28	130,514	4,661214		
CV (%)	2,52				

TABELA 24A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	202,05025	202,05025	8,304	0,0075 **
Lisina	3	374,02675	124,675583	5,124	0,0059
<i>Regr. linear</i>	(1)	(91,26005)	91,26005	3,751	0,063
<i>Regr. quadrática</i>	(1)	(267,80625)	267,80625	11,006	0,003 **
<i>Regr. cúbica</i>	(1)	(14,96045)	14,960450	0,615	0,440
Proteína*Lisina	3	69,00875	23,002917	0,945	0,4320 NS
Bloco	4	36,196	9,049	0,372	0,8266
Erro	28	681,308	24,332429		
CV (%)	7,80				

TABELA 25A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio retido / nitrogênio absorvido por leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	259,59025	259,59025	12,348	0,0015 **
Lisina	3	492,91475	164,304917	7,816	0,0006 **
<i>Regr. linear</i>	(1)	(145,35125)	145,35125	6,914	0,014
<i>Regr. quadrática</i>	(1)	(317,53225)	317,53225	15,104	0,001 **
<i>Regr. cúbica</i>	(1)	(30,03125)	30,03125	1,429	0,242
Proteína*Lisina	3	98,42275	32,807583	1,561	0,2210 NS
Bloco	4	17,296	4,324	0,206	0,9331
Erro	28	588,636	21,022714		
CV (%)	16,22				

TABELA 26A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio nas fezes de leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	0,235669	0,235669	0,811	0,3755 NS
Lisina	3	1,756855	0,585618	2,015	0,1346 NS
Proteína*Lisina	3	0,113514	0,037838	0,130	0,9415 NS
Bloco	4	1,176851	0,294213	1,012	0,4178
Erro	28	8,136392	0,290585		
CV (%)	15,11				

TABELA 27A – Análise de variância e coeficiente de variação para nitrogênio na urina de leitões aos 25 kg recebendo rações com diferentes níveis de proteína bruta e lisina digestível.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Proteína	1	16,112113	16,112113	19,454	0,0001 **
Lisina	3	15,855590	5,285197	6,381	0,0020
<i>Regr. linear</i>	<i>(1)</i>	<i>(1,269287)</i>	<i>1,269287</i>	<i>1,533</i>	<i>0,226</i>
<i>Regr. quadrática</i>	<i>(1)</i>	<i>(13,255032)</i>	<i>13,255032</i>	<i>16,004</i>	<i>0,000 **</i>
<i>Regr. cúbica</i>	<i>(1)</i>	<i>(1,331271)</i>	<i>1,331271</i>	<i>1,607</i>	<i>0,215</i>
Proteína*Lisina	3	3,880281	1,293427	1,562	0,2207 NS
Bloco	4	0,472415	0,118104	0,143	0,9648
Erro	28	23,190390	0,828228		
CV (%)	16,22				