

**FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS
EM TERMINAÇÃO UTILIZANDO VALORES
DE DIGESTIBILIDADE ILEAL VERDADEIRA
DE AMINOÁCIDOS**

MARCUS LEONARDO FIGUEIREDO SILVA

2003

MARCUS LEONARDO FIGUEIREDO SILVA

**FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO
UTILIZANDO VALORES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL
VERDADEIRA DE AMINOÁCIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Animal Monogástrico, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. Elias Tadeu Fialho

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2003

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

Silva, Marcus Leonardo Figueiredo

Formulação de rações para suínos em terminação utilizando valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos / Marcus Leonardo Figueiredo Silva. -- Lavras : UFLA, 2003.

65 p. : il.

Orientador: Elias Tadeu Fialho.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Lisina 2. ileal. 3. Digestibilidade. 4. Suínos. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título

CDD-636.408557
- 636.08557

MARCUS LEONARDO FIGUEIREDO SILVA

**FORMULAÇÃO DE RAÇÕES PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO
UTILIZANDO VALORES DE DIGESTIBILIDADE ILEAL
VERDADEIRA DE AMINOÁCIDOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Nutrição de Animais Monogástricos, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 13 de junho de 2003

Prof. José Augusto de Freitas Lima

DZO - UFLA

Profa. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

DZO - UFLA

Prof. Raimundo Vicente de Sousa

DMV - UFLA

Prof. Luis David Solis Murgas

DMV - UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

Todo homem, por natureza, quer saber."

Aristóteles

DEDICO

Ao meu pai, **Geraldo Augusto Silva**, pelos preciosos ensinamentos, imensa amizade, carinho, exemplo de vida e apoio imediato à minha decisão de seguir este rumo.

OFEREÇO

À minha mãe, Maria Luíza Figueiredo Silva, pela confiança e incentivo para que eu seguisse nesta escalada. Aos meus irmãos, Virgília Inês Figueiredo Silva e Marden Geraldo Figueiredo Silva, pelo apoio sempre que precisei. À minha namorada, Viviany Cecília Melais Pereira, por compreender meus ideais e se empenhar para que eu nunca me sentisse sozinho nesta travessia.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação do Curso de Pós-graduação em Zootecnia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

Ao meu Orientador, Prof. Elias Tadeu Fialho, pela amizade, compreensão, confiança, e paciência, nunca lhe faltando profissionalismo.

Ao Prof. Raimundo Vicente de Sousa pelo apoio e incentivo sem os quais este trabalho não poderia ter se concretizado.

A meu co-orientador, Prof. José Augusto de Freitas Lima, pelo excelente convívio e bom humor contagiante, tão importante em determinadas horas desta travessia.

Aos professores Luis David Solis Murgas e Marcos Horácio Rostagno pela amizade cultivada neste período, pelo apoio tão precioso nos momentos mais difíceis e principalmente por dividirem comigo, generosamente, sua sabedoria acadêmica e de vida.

Aos professores Rilke Tadeu Fonseca de Freitas e Flávia Maria de Oliverira Borges Saad pelo auxílio com a estatística.

Aos colegas que colaboraram com esse trabalho, em especial ao Hinaldo Oliveira Silva, Vladimir de Oliveira, Vinícius de Sousa Cantarelli, Zuleide A. de Souza Santos e Douglas de Carvalho Carellos.

Aos colegas do Curso de Pós-graduação Rodrigo Palomo de Oliveira, Adriano Kaneo Nagata, Adriano Geraldo de Souza, Bruno C. do Amaral, Ana

Lígia Sanches e Patrícia de Azevedo Castelo Branco pela amizade principalmente.

Aos colegas José Vieira Neto, Giovanni Rezende de Oliveira e Júlio César Carrera de Carvalho pela responsabilidade e presteza na condução dos experimentos.

Aos funcionários do Setor de Suínocultura, Hélio Rodrigues e Marcelo, pela amizade, colaboração e assistência durante os experimentos, na criação, abate e avaliação dos animais.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, José Geraldo Villas-Boas, Gilberto Alves e Márcio dos Santos Nogueira, e do Departamento de Veterinária, Marcos Antônio Machado e William César Cortez, pela prestatividade sempre que solicitados.

Aos Senhores Pedro Adão Pereira e Carlos Henrique de Souza, pela boa vontade e boa convivência.

Ao funcionário do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG, Antônio de Arimatéia Monteiro.

À Sra. Neide Lopes de Sousa Figueiredo Silva e aos meus sobrinhos, Thiago Sousa Figueiredo Silva, André Sousa Figueiredo Silva e Diogo Sousa Figueiredo Silva, pela amizade, carinho, companhia e auxílio na informática.

Ao Sr. Antônio Jorge, sempre disposto a ajudar em todas as horas e, em especial, pelo inestimável auxílio nos momentos mais difíceis desta travessia.

Aos meus pais pela minha formação moral e profissional e a Deus, principalmente.

BIOGRAFIA

MARCUS LEONARDO FIGUEIREDO SILVA, filho de Geraldo Augusto Silva e Maria Luiza Figueiredo Silva, nasceu em 06 de agosto de 1969, no município de Pará de Minas, Minas Gerais.

Em março de 1985, ingressou na Central de Ensino e Desenvolvimento Agrário de Florestal da Universidade Federal de Viçosa, formando-se Técnico em Agropecuária em dezembro de 1987.

Em março de 1989 ingressou na Universidade Federal de Minas Gerais, onde em dezembro de 1993 obteve o título de Médico Veterinário.

Em abril de 2001 iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

Em 13 de junho de 2003 submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de “Mestre”.

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Proteínas na nutrição de suínos.....	3
2.1.1 Disponibilidade dos aminoácidos	4
2.1.1.1 Digestibilidade ileal dos aminoácidos	5
2.1.1.2 Fatores que afetam a disponibilidade dos aminoácidos	6
2.1.1.3 Digestibilidade ileal aparente e verdadeira	7
2.1.2 Métodos de avaliação da disponibilidade dos aminoácidos.....	9
2.1.2.1 Métodos “in vitro”	9
2.1.2.2 Métodos “in vivo”	10
2.1.3 Nutrição protéica e qualidade de carcaça.....	11
2.1.4 Nutrição protéica e metabolismo do nitrogênio.....	12
2.1.5 Nutrição protéica e poluição ambiental	14
2.2 Digestibilidade ileal na formulação de rações	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	21
3.1 Local.....	21
3.2.1 Animais e instalações	21
3.2.2 Rações experimentais	21
3.2.3 Delimitação experimental e análise estatística.....	26
3.2.4 Variáveis analisadas	27
3.2.5 Metodologia usada na coleta total de fezes.....	28
3.3. Ensaio de desempenho	29
3.3.1 Animais e instalações	29
3.3.2 Rações e manejo dos animais	29
3.3.3 Delimitação experimental e análise estatística.....	30
3.3.4 Variáveis analisadas	31
3.3.5 Avaliação de carcaças.....	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1 Ensaio de metabolismo.....	33
4.2 Ensaio de desempenho.	37
4.3 Características de carcaça.....	40
5 CONCLUSÕES	44
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ANEXOS.....52

RESUMO

SILVA, Marcus Leonardo Figueiredo. Formulação de rações para suínos em terminação utilizando valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos. Lavras: UFLA, 2003, 65p. (Dissertação - Mestrado em Zootecnia).¹

Este trabalho avaliou o metabolismo de nutrientes, desempenho e características de carcaça de suínos em terminação submetidos a rações formuladas com valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos e mesma relação entre lisina:EM. O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura de Departamento de Zootecnia da UFLA. Os tratamentos experimentais consistiram de quatro rações: T1- milho e farelo de soja; T2- milho, farelo de soja, farelo de amendoim e farelo de algodão; T3- milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe; T4- sorgo, farelo de arroz desengordurado e farelo de soja. No ensaio de metabolismo foram utilizados 12 suínos machos castrados híbridos comerciais com peso médio de $71,46 \pm 3,74$ kg alojados em gaiolas metabólicas e distribuídos num delineamento inteiramente casualizado por períodos. Não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, nitrogênio ingerido, nitrogênio excretado na urina, retenção de nitrogênio, energia digestível, energia metabolizável e balanço de energia. Houve efeito significativo sobre o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta. T2 e T3 foram melhores que T1 e T4. A excreção de nitrogênio nas fezes foi menor no T3 em relação ao T1 e T4. O T2 apresentou valores intermediários para estas variáveis. No ensaio de desempenho foram utilizados 64 suínos machos castrados híbridos comerciais com peso médio de $61,92 \pm 3,10$ kg alojados aos pares em baias experimentais, distribuídos num delineamento em blocos ao acaso. Não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre o consumo e ganho de peso dos animais em nenhum dos tratamentos avaliados. 32 suínos machos castrados híbridos comerciais com peso médio de $92,81 \pm 2,09$ kg avaliados de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (ABCS, 1973). Não foi observado efeito ($P>0,05$) sobre o rendimento de carcaça, espessura de toucinho, percentagem de carne magra, área de olho de lombo e relação gordura/carne, em nenhum dos tratamentos avaliados. Conclui-se que o uso de valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos destes ingredientes alternativos em rações para suínos em terminação é viável tecnicamente.

¹ Comitê Orientador: Elias Tadeu Fialho (Orientador) - UFLA; José Augusto de Freitas Lima - UFLA; Flávia Maria de Oliveira Borges Saad - UFLA; Raimundo Vicente de Sousa - UFLA; Luis David Solis Murgas - UFLA.

ABSTRACT

SILVA, Marcus Leonardo Figueiredo. Utilization of standardized ileal digestibility values of amino acids in finishing swine diets formulation. Lavras: UFLA, 2003, 65p. (Dissertation – Master in Animal Science).¹

An experiment was conducted in the swine production sector of the Animal Science Department of the Federal University of Lavras (UFLA), MG, aiming to verify the nutrient metabolism, performance and carcass characteristics of pigs in finishing phase fed rations formulated with corn, soybean meal and alternative ingredients in order to have the same content in true digestible aminoacids. The experimental treatments consisted of four rations formulated on the basis of T1 – corn and soybean meal, T2 corn, soybean meal, meat and bone meal and fish meal, T4 – sorghum, defatted rice bran and soybean meal. 64 commercial hybrid barrows means 61,92 * 3,10 kg of LW housed in pairs in pens which constituted the experimental units allocated into a completely randomized block design were utilized. No effect on the digestibility of dry matter, intake of nitrogen, urinary nitrogen, nitrogen retention, digestible energy, metabolizable energy and energy balance was found. It was observed effect (P<0,05) on digestibility of crude protein being that T2 and T3 was better than T1 and T4. Effect (P<0,05) was found on the faecal nitrogen that was lower in T3 than T1 and T4. The treatment T2 shown intermediate values for faecal nitrogen. No effect (P>0,05) on the performance and carcass characteristics in any of the treatments evaluated was found. According to the results, rations for finishing pigs based on these alternative ingredients, with the same amount of true digestible lysine, shown to be technically viable.

¹ Committee members: Elias Tadeu Fialho (Adviser) - UFLA; José Augusto de Freitas Lima - UFLA; Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA; Raimundo Vicente de Sousa - UFLA; Luis David Solis Murgas - UFLA

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura moderna tem a dinamicidade como característica principal tornando a flexibilidade do sistema de produção um atributo de grande importância para que se atenda, com produtos de qualidade e custo acessível, um mercado consumidor cada vez mais exigente.

Milho, soja e seus derivados, ingredientes mais amplamente utilizados no Brasil, vêm se valorizando constantemente, elevando os custos de produção de suínos. Diversos alimentos, no entanto, têm potencial para serem utilizados em contraposição ao binômio milho-soja ou, pelo menos, para substituí-los parcialmente.

Por outro lado, a produção de suínos vem crescendo dentro da cadeia produtiva animal para atender à demanda, num mercado globalizado. Em 2000 houve um aumento de 69,74 % na produção mundial das três principais carnes (suína, bovina e de aves), enquanto a carne suína teve um crescimento de 79,21% na produção, valor próximo ao nível de crescimento da população mundial (Butolo, 2002). A suinocultura possibilita a transformação de matéria prima bruta em produtos de maior valor agregado e a exportação indireta de grãos e mão-de-obra.

Não só o máximo desempenho, mas também a otimização da utilização da proteína, associando fatores econômicos, sanitários, ambientais e a qualidade da carne, devem constituir o objetivo das pesquisas para o estabelecimento de programas nutricionais mais avançados, nos diferentes sistemas de produção.

Em termos de nutrição protéica, o mais importante é conhecer a fração dos aminoácidos dos ingredientes absorvida no intestino delgado, ou seja, sua digestibilidade ileal, pela pequena relevância dos aminoácidos que alcançam o intestino grosso para o suprimento protéico dos suínos.

Os valores de digestibilidade ileal de aminoácidos têm sido disponibilizados em tabelas de composição de alimentos na forma de coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira, esta última mais precisa por considerar as perdas endógenas de aminoácidos.

No entanto há dados de composição em aminoácidos digestíveis de diversos alimentos já publicados e sua utilização pode melhorar a formulação das dietas, permitindo o uso de uma maior variedade de alimentos. Uma questão importante seria avaliar a resposta de suínos alimentados com rações formuladas com estes valores disponíveis nas tabelas.

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a retenção de nitrogênio, o balanço energético, o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação, submetidos a rações contendo diferentes ingredientes, formuladas utilizando os valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos disponíveis na literatura corrente.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Proteínas na nutrição de suínos

Em estudos clássicos de nutrição animal, ficou evidenciado que o nitrogênio existente no organismo tem sua origem nos compostos nitrogenados dos alimentos. Sendo assim, passou-se a determinar valores de proteína bruta dos ingredientes com a finalidade de adequar as rações aos níveis protéicos exigidos pelos animais.

Há muito foi demonstrado que nem toda proteína tem o mesmo valor nutricional para os animais. Entretanto, foi a partir de 1930 com trabalhos de Rose, da Universidade de Illinois, como afirma Maynard et al. (1984), que houve um grande avanço no campo da nutrição de aminoácidos. Com o estabelecimento do conceito de aminoácido essencial, novas fronteiras foram abertas.

As exigências quantitativas de nutrientes não são as mesmas para todos os suínos. Variam com a linhagem ou raça, gênero, estado sanitário, densidade de alojamento e outros fatores. Métodos de modelagem matemática ajudam na estimação das exigências em situações específicas (NRC,1998).

O suíno em crescimento possui necessidades protéicas e energéticas que dependem da manutenção e do crescimento da massa corporal. Na formulação de dietas, devemos considerar conjuntamente os requerimentos de proteína, aminoácidos e energia. Como consequência deve-se definir a relação entre a energia e a proteína que deve existir nas dietas. Esta relação se altera com a idade do animal e normalmente a tendência é de trabalhar com um valor mínimo devido ao custo elevado das fontes protéicas e ao catabolismo dos excessos de aminoácidos, que requerem energia e aumentam a excreção de nitrogênio na

urina (Suida, 2001). As exigências do animal em proteínas correspondem às necessidades de aminoácidos essenciais, das quais uma parte será depositada nos tecidos corporais, e de uma fração de nitrogênio indiferenciado, para a síntese dos aminoácidos não essenciais (Noblet, 2001).

Em marrãs de alto potencial genético para ganho de carne magra o ganho de peso médio diário aumentou com o aumento dos níveis de lisina, melhorou o ganho de peso e a eficiência alimentar e reduziu a deposição de gordura. Relações entre lisina digestível e energia digestível de 2,38 g/Mcal para máximo ganho de peso médio diário e de 1,77 g/Mcal para melhor conversão alimentar foram observadas em marrãs, valores similares para níveis altos e baixos de energia. Conseqüentemente, cerca de 2,5 g/Mcal são necessários para otimizar o desempenho (Bikker et al., 1994).

Hahn et al. (1995) verificaram exigências de 0,52% e 0,49% de lisina, respectivamente, para marrãs e machos castrados em final de terminação, valores estes, maiores que os referenciados pelo NRC.

Loughmiller et al. (1998) verificaram exigências de 0,60% de lisina total na ração e um consumo diário de 18g de lisina digestível para máximo desempenho e melhores características de carcaça em marrãs de alto potencial para ganho de carne magra em terminação.

2.1.1 Disponibilidade dos aminoácidos

O termo disponibilidade tem sido utilizado como sinônimo de digestibilidade, embora este se refira à absorção do nutriente no trato digestivo e aquele, à porção absorvida utilizada biologicamente. Entretanto, a disponibilidade dos aminoácidos é primariamente determinada pela sua digestibilidade, mensurada ao final do intestino delgado, visto que foi bem

estabelecido que não há absorção de aminoácidos no intestino grosso. Além disso, a microflora ali presente metaboliza alguns aminoácidos não digeridos evitando seu aparecimento nas fezes. Por essa razão foi estabelecido o conceito “digestibilidade ileal” (AFZ et al., 2000).

2.1.1.1 Digestibilidade ileal dos aminoácidos

A digestibilidade dos aminoácidos de determinados alimentos vem sendo há muito estimada pelo método de análise fecal. Esse método consiste na determinação da diferença entre o conteúdo de aminoácidos ingeridos e aquele excretado nas fezes. A grande limitação do método é não levar em conta a intensa atividade de síntese e degradação de aminoácidos pela ação dos microorganismos presentes no intestino grosso. Segundo Sauer & Ozimek (1986), esse fato exerce grande influência na composição das fezes.

De acordo com Sauer & Ozimek (1986), a determinação da digestibilidade dos aminoácidos pelo método de análise ileal pode ser considerada um avanço quando comparada ao método de análise fecal. Mesmo considerando as diferenças existentes entre os termos digestibilidade e disponibilidade, e seu significado específico no campo da nutrição de aminoácidos, pode-se facilmente verificar a vantagem do uso da digestibilidade ileal sobre o uso da digestibilidade fecal em função das interferências originadas pela passagem do alimento através do intestino grosso (Batterham, 1992).

Em geral, os estudos com digestibilidade ileal em suínos têm mostrado valores de digestibilidade menores do que aqueles realizados com a digestibilidade fecal (Sauer & Ozimek, 1986; Tanksley Jr & Knabe, 1984).

2.1.1.2 Fatores que afetam a disponibilidade dos aminoácidos

Os aminoácidos da ração não são totalmente digestíveis. A digestibilidade de alguns aminoácidos pode ser reduzida em função do conteúdo de fibra ou da presença de fatores antinutricionais em alguns ingredientes. A digestibilidade varia entre os aminoácidos e para um mesmo aminoácido em ingredientes diferentes (AFZ et al., 2000; Parsons & Baker, 1994).

Para alimentos protéicos, as principais variações originam-se do processamento inadequado, da presença de fibra e de fatores antinutricionais (Tanksley & Knabe, 1984).

Os oligossacarídeos da soja reduzem discretamente a digestibilidade aparente e verdadeira da matéria seca, do nitrogênio e de aminoácidos da soja e seus subprodutos. Outros fatores antinutricionais podem ter maior importância neste aspecto (Smiricky et al., 2002)

Diferenças na digestibilidade dos aminoácidos devem-se a um grande número de outros fatores, incluindo a variedade do grão, a aplicação de fertilizantes e condições ambientais. Estes fatores alteram a quantidade total e relativa de cada uma ou das quatro principais proteínas dos grãos (albuminas, globulinas, prolaminas e gluteínas), resultando em alterações na digestibilidade dos aminoácidos devido às diferenças na composição e digestibilidade dos aminoácidos entre estas proteínas. Além disso, as diferenças de digestibilidade podem ser devidas ao conteúdo de tanino do ingrediente. O tanino pode se ligar à proteína (aminoácidos), formando complexos resistentes às enzimas proteolíticas, ou ligar-se diretamente às proteínas com atividade enzimática. O processamento pode também afetar a digestibilidade dos aminoácidos. A digestibilidade ileal de aminoácidos é maior no trigo finamente moído que no trigo quebrado. Em um mesmo ingrediente a digestibilidade pode variar de

acordo com a metodologia usada e entre os pesquisadores (Sauer & Ozimek, 1986).

A digestibilidade pode variar nos ingredientes de origem vegetal entre cultivares diferentes ou dentro de uma mesma cultivar em função de condições edafoclimáticas não semelhantes e mesmo entre amostras em função das condições de armazenamento que podem ou não favorecer o ataque de insetos ou fungos como no caso do milho.

2.1.1.3 Digestibilidade ileal aparente e verdadeira

Considera-se que 10 a 80% do nitrogênio da digesta ileal podem ser representados pela fração endógena originária das secreções gástricas, renovação celular ou das secreções enzimáticas (AFZ et al., 2000).

A expressão digestibilidade ileal aparente ou verdadeira depende do modo como essa fração é considerada nos cálculos. A digestibilidade ileal aparente ignora a origem endógena ou exógena do aminoácido ou do nitrogênio. Na digestibilidade ileal aparente corrigida é considerado um fluxo de aminoácidos não digeridos, proporcional à matéria seca da dieta de substituição, mesmo que esta seja isenta de proteína, evitando dessa maneira uma subestimação do conteúdo em aminoácidos aparentemente digestíveis do ingrediente. Isso também evita que os dados não sejam aditivos aos dados de ingredientes com baixa proteína que não necessitem diluição para sua avaliação. A maioria dos dados de digestibilidade aparente até então publicados não são corrigidos e, portanto, não aditivos (AFZ et al., 2000). As perdas endógenas variam de alimento para alimento e também dependem do consumo de matéria seca e de proteína, da qualidade e estrutura da proteína, da composição e conteúdo da fibra bruta e da presença de fatores antinutricionais. A perda basal endógena de aminoácidos varia em função do peso corporal, do nível de

arraçoamento e de fatores individuais. Hess & Seve (1999) sugerem que a avaliação da perda endógena ileal leve em consideração estas variáveis e sejam avaliadas para cada animal em ensaios de digestibilidade para correção dos dados de digestibilidade ileal dos aminoácidos.

Em experimentos conduzidos para determinar o efeito da condição fisiológica de suínos sobre a digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos para seis ingredientes em suínos em crescimento, matrizes em gestação e matrizes em lactação, ficou demonstrado que animais em crescimento não diferem de matrizes em lactação, com poucas exceções para a digestibilidade ileal verdadeira da proteína e dos aminoácidos. Fêmeas em gestação recebendo 2 kg de ração diária apresentaram maior digestibilidade ileal verdadeira para proteína e todos os aminoácidos, exceto triptofano e aspartato, comparadas a suínos em crescimento, ocorrendo o mesmo quando comparadas a matrizes em lactação. Estes resultados podem ser devidos mais ao consumo diário que ao estado fisiológico (Stein et al., 2001).

A menor digestibilidade aparente de aminoácidos de ingredientes com baixa proteína é interpretada como sendo em função da diluição da proteína pelos componentes não protéicos. Isso é consistente quando se considera a hipótese de haver uma perda endógena basal, não proporcional à ingestão de proteínas, embora possa ser proporcional à ingestão de matéria seca. Essa perda mínima é denominada “perda endógena basal”. A importância relativa da perda endógena basal aumenta quando diminui o conteúdo protéico de um ingrediente, explicando a menor digestibilidade aparente. Com esta base foi proposta a padronização em “digestibilidade verdadeira”. A existência de uma perda endógena basal, independente do ingrediente e característica do animal, hoje é mundialmente reconhecida; e o conceito de digestibilidade verdadeira ou estandarizada parece ser de muito mais interesse geral que o conceito de digestibilidade aparente. Futuramente ainda será necessário estimar o custo

metabólico dos aminoácidos das perdas endógenas para que este seja considerado parte do requerimento do animal (AFZ et al., 2000).

2.1.2 Métodos de avaliação da disponibilidade dos aminoácidos

2.1.2.1 Métodos “in vitro”

Métodos “in vitro” também buscam avaliar a disponibilidade dos aminoácidos. São usados métodos como a digestibilidade em pepsina, métodos enzimáticos, solubilidade em hidróxido de potássio, métodos químicos e reflectância no infravermelho próximo (NIRS).

A digestibilidade em pepsina se aplica a ingredientes de origem animal cuja digestibilidade da proteína pela pepsina é usada para predição da digestibilidade desta pelos animais.

O método enzimático é adequado para estimar a digestibilidade de aminoácidos de ingredientes com grande diferença na composição.

Um método “in vitro”, que consiste numa incubação enzimática em três passos para a predição da digestibilidade total da energia bruta, foi proposto por Boisen & Fernández (1997). Uma relação linear próxima entre a digestibilidade “in vitro” da matéria seca e a digestibilidade “in vivo” da energia foi observada. A solubilidade em KOH é um método adequado para detectar excesso na tostagem em farelo de soja sendo bom indicador da qualidade da proteína “in vivo”. Foi proposta a utilização de um novo método “in vitro”, usando tubos de diálise, para predição da digestibilidade aparente da proteína bruta e aminoácidos para ingredientes de rações para suínos. Os resultados apresentados por Huang et al. (2000) mostram que é possível a predição da digestibilidade ileal aparente de ingredientes para suínos em crescimento usando resultados de ensaios “in vitro”. O método é acurado, rápido e de fácil reprodução. É

apropriado para a avaliação de um grande número de amostras em condições de laboratório. Métodos químicos quantificam a lisina livre em função da quantidade de grupamentos amino livres de sua molécula. Quando o ingrediente sofre um processamento térmico inadequado, esses grupamentos se ligam a outros compostos, principalmente açúcares redutores, formando os compostos de Maylard, tornando a lisina indisponível para o metabolismo.

A composição, em aminoácidos digestíveis ileais verdadeiros, de farelos de sementes oleaginosas pode ser predita através do conhecimento da composição química dos ingredientes. Resultados obtidos com cinco farelos de algodão demonstram uma relação quadrática entre o conteúdo de aminoácidos digestíveis verdadeiros e o conteúdo em fibra solúvel em detergente neutro (FDN), exceto para metionina. Além disso, se a composição do farelo de algodão em cinzas, extrato etéreo, nitrogênio total, nitrogênio da fibra solúvel em detergente neutro (N-FDN) e gossipol total é conhecida, a quantidade de lisina, treonina e triptofano digestíveis pode ser predita com razoável precisão, o que não ocorre com os aminoácidos sulfurados (Février et al., 2001).

A reflectância no infravermelho próximo (NIRS) é um método rápido e preciso, porém dependente de outras metodologias para obtenção de valores de referência para a calibração do aparelho. Van Kempem & Bodin (1998) sugerem que o “NIRS” é uma ferramenta que precisa ser desenvolvida para a predição rápida do valor nutricional dos ingredientes. Sua precisão se transforma em atrativo para o uso rotineiro no controle de qualidade na indústria de rações.

2.1.2.2 Métodos “in vivo”

A digestibilidade ileal pode ser mensurada *in vivo* através de diversas técnicas, como a anastomose íleo-retal, ou com o uso de indicadores

indigestíveis em uma amostra de digesta ileal de suínos submetidos ao implante de cânula ileal (AFZ et al., 2000). Sauer & Ozimek (1986) ressaltam a importância de estarmos atentos a alguns fatores como a frequência e o horário de alimentação, além de outros como o diâmetro interno da cânula ileal, o conteúdo de matéria seca e a granulometria da ração, responsável pela viscosidade da digesta. O conteúdo de fibra da dieta e a quantidade de digesta coletada também devem ser considerados. Ainda estes autores destacam que o uso de cânulas simples, comparado a cânulas reentrantes ou a tubos de sucção intestinal, evita a transecção do intestino delgado e a ruptura do complexo mioelétrico, mantendo um estado fisiológico mais próximo ao normal.

2.1.3 Nutrição protéica e qualidade de carcaça

Existem maneiras de melhorar a qualidade da carne de suínos através da nutrição. As mais promissoras são a adequação dos níveis de energia e aminoácidos para promover ganho de carne magra (Pettigrew & Esnaola, 2001).

Conforme recente revisão feita por Suida (2001), a lisina é o primeiro aminoácido essencial limitante para o crescimento, isto é, ganho de carne nas dietas para suínos. Dietas deficientes em lisina prejudicam a síntese de proteína e, conseqüentemente, o ganho de peso. Como conseqüência, a energia que não é retida como proteína contribui com o aumento da gordura na carcaça. Por outro lado, a energia do metabolismo do excesso de nitrogênio é poupada em dietas de baixa proteína. Quando se reduz a proteína da dieta e mantém-se a mesma ingestão de energia metabolizável, a retenção de energia aumenta, sendo direcionada, principalmente, para a produção de gordura. Este efeito aumenta quando o ótimo desempenho não é alcançado devido a um suporte inadequado de aminoácidos. Conforme Szabó et al. (2001), a porcentagem de carne magra é

influenciada pela relação entre lisina digestível e energia digestível. A diminuição nos níveis protéicos da dieta, mantendo a mesma relação lisina:energia digestível, reduz o desempenho de crescimento dos animais, porém não modifica a qualidade da carne. Uma redução na proteína bruta, mantendo-se os níveis de aminoácidos digestíveis, não afeta desempenho e composição de carcaça em leitões, promovendo, ainda, uma redução na excreção de nitrogênio (Le Bellego & Noblet, 2002).

2.1.4 Nutrição protéica e metabolismo do nitrogênio

O valor nutricional dos ingredientes nas rações deve considerar seu efeito sobre as perdas endógenas de nitrogênio, afetando a digestibilidade ileal do nitrogênio e a sua excreção urinária, além da retenção de nitrogênio pelos animais (Grala et al. 1997).

O efeito do excesso de proteína no desempenho e metabolismo protéico de machos castrados e marrãs foi estudado por Chen et al. (1999). Ficou constatado que a elevação dos níveis de proteína bruta da dieta de 13 até 25% propicia uma depressão do consumo, mais acentuada em marrãs. Foi observado um efeito linear negativo sobre o ganho médio diário e também um efeito quadrático sobre o acúmulo de proteína. O aumento na concentração protéica propiciou uma redução na deposição de gordura e um aumento no peso de órgãos (fígado, rins e pâncreas); a concentração de uréia no plasma também se elevou com dietas entre 22 e 25% de proteína bruta, exceto para marrãs. O consumo médio diário de ração reduziu 18% para marrãs e 3% para machos castrados quando a proteína bruta da dieta foi elevada de 16% para 25%. Os machos castrados tiveram fígados mais pesados, maior atividade de arginase e maiores concentrações plasmáticas de uréia que marrãs. Estes dados sugerem que marrãs são mais sensíveis que machos castrados ao consumo excessivo de

proteína. Os maiores efeitos negativos em marrãs estão relacionados à capacidade metabólica do fígado (atividade das enzimas do ciclo da uréia).

Marrãs consumindo uma dieta com 18% de proteína bruta apresentaram maior retenção de nitrogênio, mas também uma maior excreção de uréia, indicando excesso de proteína na ração e sobra de aminoácidos com provável desaminação. Leitoas de reposição podem ser alimentadas com dieta contendo 12% de proteína bruta sem alterar seu metabolismo (Budiño et al., 1999).

Uma maior relação entre lisina e energia digestível em dietas com baixa energia reduz a retenção de nitrogênio pelos animais. Em dietas com alta energia, o aumento nesta relação melhora a retenção de nitrogênio (Lawrence et al., 1994). A redução no conteúdo de proteína bruta, mantendo os níveis de aminoácidos, reduz a excreção de nitrogênio, mantendo o desempenho. Contudo, essa redução deve se limitar ao ponto em que o suprimento de nitrogênio não essencial permita o bom aproveitamento da energia (Le Bellego et al., 2001). Figueroa et al. (2002) sugerem que o balanço de nitrogênio é mais sensível que o crescimento a uma inadequação dos aminoácidos da ração às exigências dos suínos e ao nível de energia. Lee & Kay (2003), trabalhando com rações formuladas à base de trigo, farelo de trigo, farelo de soja com alta proteína e leite em pó desnatado, formuladas para 3 diferentes níveis de proteína bruta no crescimento (28,80%, 25,30%; 19,50%) e terminação (26,20%; 22,80%; 15,40%) e mesma relação lisina digestível (2,0 e 1,5 g/Mcal), verificaram ser possível manter a retenção de nitrogênio em suínos reduzindo a proteína bruta em relação a rações comerciais desde que as formulações sejam feitas com base em valores de digestibilidade ileal de aminoácidos essenciais e mesmo perfil destes, considerados em relação à lisina.

2.1.5 Nutrição protéica e poluição ambiental

A produção moderna de suínos, principalmente na Europa, vem sofrendo pressões crescentes no seu efeito ao meio-ambiente. No ano de 2000 a comunidade Européia implementou o conselho diretivo 96/61/EC, que regulamenta o controle integrado de prevenção e controle da poluição ambiental. A partir deste conselho, as grandes integrações de aves e suínos só poderão emitir poluentes na água e no solo, incluindo nitratos, e no ar, principalmente amônia, dentro de um limite máximo. Esta condição muitas vezes limita a expansão de uma determinada empresa em algumas regiões. Com isto, quanto menor a emissão de nutrientes não digeridos pelos animais, mais animais por m² poderão ser alojados. Regulamentações específicas na Holanda planejam cortar a emissão de amônia no ar em 70% entre 2000 e 2005, comparados com o ano de 1985. No Brasil estas preocupações estão em estágio inicial em comparação com os países da Comunidade Européia, mas em algumas regiões onde ocorre alta concentração de suínos, como o oeste do estado de Santa Catarina, esta preocupação já vem crescendo e medidas deverão ser tomadas para que ocorra a redução de emissão de poluentes (Suida, 2001).

Com relação à nutrição, um melhor manejo alimentar possui efeito extremamente significativo na diminuição da poluição ambiental, tanto em relação à concentração em nutrientes dos dejetos como em volume de produção. Especificamente relacionado com o nitrogênio, o melhor manejo alimentar consiste em reduzir a proteína dietética ao máximo, até o seu limite técnico, fornecer dietas mais digestíveis formuladas com base nos aminoácidos digestíveis, visando reduzir a excreção de nitrogênio, e fazer um ajuste fino das dietas visando redução do fornecimento de excessos de aminoácidos via utilização de programas multi-fásicos (Suida, 2001).

Alimentos que induzem uma maior perda endógena de nitrogênio levam a uma maior excreção de nitrogênio pela urina e menor retenção de nitrogênio pelos animais, que pode ser corrigida pela suplementação com aminoácidos (Grala et al. 1999). Mais de 95% do nitrogênio total da urina de suínos é representado pela uréia. A redução da proteína bruta da ração, mantendo o mesmo nível de aminoácidos digestíveis, possibilita a manutenção do desempenho dos animais com redução no nitrogênio urinário e emissão de amônia pelos dejetos suínos (Canh et al., 1998). Le Bellego et al. (2002) afirmam que é possível reduzir a excreção de nitrogênio sem afetar o desempenho e as características de carcaça, através da redução da proteína bruta das rações desde que estas atendam às exigências de aminoácidos dos suínos e seja mantida uma relação ótima entre a lisina digestível e a energia, sendo adequado, neste caso, o uso de valores de energia líquida. Shriver et al. (2003) relatam que a adição de fibra às rações de suínos com baixa proteína bruta, através de casca de soja ou polpa de beterraba, favorece a redução do conteúdo de nitrogênio amoniacal nos dejetos suínos e a excreção de nitrogênio através da urina na forma de uréia, possibilitando a redução na emissão de amônia, sem afetar o desempenho ou a carcaça.

2.2 Digestibilidade ileal na formulação de rações

A exigência de aminoácidos, expressa com base na digestibilidade ileal aparente e verdadeira, se aplica a todos os tipos de ingredientes. Quando expressas com base na digestibilidade total, se aplicam a dietas à base de milho e farelo de soja (NRC, 1998). Em rações à base de milho e farelo de soja é menor a utilidade prática da determinação da digestibilidade ileal dos ingredientes. Todavia, em razão da oferta cíclica de grãos e suas conseqüências no preço desses ingredientes, pode ser vantajoso incluir aminoácidos sintéticos ou mesmo

a utilização parcial de ingredientes alternativos, visando à viabilidade econômica das rações (Tanksley & Knabe, 1984). O correto conhecimento do suprimento de aminoácidos digestíveis, especialmente dos aminoácidos limitantes, pode ser muito útil na avaliação dos ingredientes. Conseqüentemente, isto possibilita o estabelecimento de uma relação mais imparcial entre custos e benefícios dos suplementos protéicos.

Quando a lisina digestível serve como base de comparação, os valores relativos do farelo de girassol e farinha de carne e ossos diminuem em relação à farinha de peixe (Sauer & Ozimek, 1986). Os dados de digestibilidade ileal de aminoácidos essenciais e de aminoácidos não essenciais possibilitam o uso de alimentos alternativos (altos teores em fibra) na formulação de rações para suínos, uma vez que através de ensaios de metabolismo, principalmente, é possível determinar os valores de digestibilidade dos aminoácidos mais corretamente, possibilitando a formulação de dietas tecnicamente mais adequadas (Reverter & Lindberg, 1998).

A utilização do conceito de digestibilidade ileal dos aminoácidos apresenta vantagens em comparação às formulações de rações para suínos baseadas em proteína bruta e aminoácidos totais. Uma vez determinados os valores de digestibilidade dos aminoácidos dos ingredientes, podemos formular rações com base no conceito de proteína ideal, que estabelece uma relação entre lisina e os demais aminoácidos nas proporções exatas em que os mesmos são exigidos pelos suínos. Desta forma, é possível reduzir o nível de proteína bruta das rações desde de que as exigências em aminoácidos dos suínos sejam atendidas e, conseqüentemente, reduza o efeito poluente dos dejetos sem que o desempenho produtivo seja alterado. Um perfil ideal de aminoácidos que permita um ótimo consumo voluntário de ração, um bom desempenho e a utilização otimizada do nitrogênio é essencial como referência para pesquisa e formulação prática de dietas. O conceito de “proteína ideal” pode ser colocado

em prática na formulação de rações para suínos e as exigências de outros aminoácidos essenciais podem ser corretamente calculadas se a exigência de lisina é conhecida (Chung & Baker, 1992). A redução da proteína bruta em até 13% para suínos em crescimento e em até 12,8% para suínos em terminação não afeta o desempenho e o rendimento de carcaça desde que sejam mantidas as proporções entre os aminoácidos na utilização de proteína ideal. Uma redução de 22% na proteína bruta de rações para suínos em crescimento mantendo o aporte de aminoácidos, foi possível sem redução no desempenho, o que, no entanto, não se repetiu para rações de terminação (Tuitoeck et al., 1997). De acordo com Moehn & Sunsbeth (1995), quando se reduz a proteína bruta da ração, mesmo mantendo a ingestão de aminoácidos essenciais, torna-se necessário reduzir a energia da ração para evitar um aumento indesejável na espessura de toucinho.

Segundo Albino et al. (1992), a utilização de valores de aminoácidos disponíveis e de proteínas digestíveis permitiu a formulação de rações de maior eficiência, que atenderam mais adequadamente às exigências nutricionais de frangos de corte e proporcionaram maior lucro parcial que a ração formulada com valores de aminoácido total, sendo tais resultados indicativos de que é viável economicamente a formulação de rações com base em aminoácidos disponíveis e proteínas digestíveis para aves. Os autores concluíram que em virtude da grande variação nos valores de digestibilidade e disponibilidade entre aminoácidos, e também entre os alimentos, o uso de aminoácidos disponíveis na formulação de rações pode melhor atender às exigências nutricionais das aves. A formulação de dietas para frangos de corte com base em aminoácidos digestíveis promove uma melhor predição da qualidade da proteína dietética e melhor desempenho que o uso de aminoácidos totais (Rostagno & Pupa, 1995). O peso final e a taxa de crescimento de frangos de corte foram maiores para rações formuladas com base em lisina digestível quando comparadas com rações formuladas com base em seu conteúdo total. A maior diferença no peso final

entre rações formuladas para lisina digestível e total foi observada para aquelas em que se utilizou farinha de carne e ossos. A proporção do peito foi maior para aves recebendo rações à base de lisina digestível que para rações formuladas à base de lisina total. No entanto, a conversão alimentar foi semelhante entre rações formuladas com base em lisina digestível e total tendo o farelo de soja como única fonte de proteína. Rações contendo apenas farelo de soja proporcionaram melhor peso final e melhor taxa de crescimento que rações contendo também farinha de carne e ossos e farelo de colza tanto para rações baseadas em lisina digestível quanto para lisina total. Finalmente, o efeito do uso de lisina digestível nas formulações sobre o desempenho e características de carcaça foi mais acentuado em machos que em fêmeas (Pertillä et al., 2002).

Apesar de a literatura fazer referencia a dados relativos à digestibilidade ileal dos aminoácidos dos ingredientes de rações de suínos, percebe-se que poucos trabalhos são acompanhados pela validação dos resultados (Batterham, 1992). Ao comparar uma ração à base de milho e farelo de soja com outra em que a soja foi substituída em 50% por farinha de carne e ossos, foi observada uma redução de 14,5% no ganho de peso e 8,7% na eficiência alimentar nos suínos que receberam rações contendo farinha de carne. Quando houve suplementação de aminoácidos para igualar a quantidade de aminoácidos digestíveis entre as rações, essas diferenças foram de pequena magnitude (Tanksley JR, 1984). Bellaver & Easter (1989), formulando rações para suínos utilizando valores de digestibilidade verdadeira dos alimentos, observaram uma redução no desempenho que foi parcialmente corrigida pela suplementação de aminoácidos. Da mesma forma, alimentos alternativos podem não propiciar um desempenho similar quando rações são formuladas para fornecer quantidades de aminoácidos iguais às rações a base de milho e farelo de soja. Marinho (1990) verificou uma tendência dos suínos que receberam uma ração complexa formulada com base na composição e exigência de lisina total ganharem menos

peso e terem pior conversão alimentar. Houve um melhor lucro parcial quando foram utilizadas na formulação, a composição e a exigência em lisina digestível, sugerindo a viabilidade econômica deste procedimento. Marinho (1990) ainda conclui que trabalhos com objetivo de determinar as exigências de aminoácidos devem estimar estes valores em aminoácidos digestíveis e que uma maior quantidade de ingredientes deve ser acrescentada às rações experimentais, em substituição ao milho e ao farelo de soja, em trabalhos com o objetivo de avaliar rações formuladas com base na digestibilidade dos aminoácidos e das proteínas.

Várias fontes de proteínas foram comparadas quanto ao seu efeito sobre o crescimento e características de carcaça em suínos em crescimento e terminação. Farelo de soja, aminoácidos cristalinos, soja integral extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, ervilhaça, farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras foram usados como fontes únicas de proteínas além de aminoácidos utilizados para atender às exigências. Os resultados mostraram que suínos que receberam farelo de soja tiveram desempenho e características de carcaça iguais ou superiores aos que consumiram outras fontes de proteína. O farelo de soja é uma excelente fonte de proteína quando fornecido a suínos como única fonte protéica. As fontes de proteína de origem vegetal são melhores que as fontes de proteína de origem animal quando fornecidas como fonte única de proteína para suínos em crescimento e terminação (Shelton et al., 2001). Devido ao processamento pelo calor, uma considerável proporção da lisina é absorvida em formas que não são eficientemente utilizadas. Isso torna os dados de digestibilidade ileal de lisina em concentrados protéicos impróprios para a formulação de rações devido aos ensaios de digestibilidade não refletirem a proporção de lisina que pode ser utilizada pelos suínos (Batterham et al., 1990).

Buraczewska et al. (1999) afirmam que o uso da digestibilidade ileal de aminoácidos possibilita um melhor aproveitamento de ingredientes alternativos, permitindo uma menor ingestão de nitrogênio e conseqüente redução no

nitrogênio excretado, não necessariamente obtendo a mesma resposta dos animais em termos de desempenho devido à superestimação de aminoácidos em alimentos processados termicamente. De acordo com Szabó et al. (2001), similares desempenho e características de carcaça podem ser esperados se as formulações de ração para suínos são baseadas na digestibilidade ileal dos aminoácidos contidos nos ingredientes, independentemente da fonte de proteína.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os 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, localizada a 21° 14' 30'' de latitude sul, 45° de longitude oeste e a uma altitude de 910 metros. O clima da região, segundo a classificação Koppen, é do tipo CWB, tropical úmido, com duas estações definidas: chuvosa (novembro/abril) e seca (maio/outubro) (Ometo, 1981).

3.2 Ensaio de metabolismo

Foi conduzido um ensaio de metabolismo para determinar a digestibilidade dos nutrientes das rações experimentais.

3.2.1 Animais e instalações

Foram utilizados 12 suínos machos castrados, híbridos comerciais Agroceres PIC® com peso inicial de $71,46 \pm 3,74$ kg . Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968), localizadas em uma sala equipada com ar condicionado.

3.2.2. Rações experimentais

Os tratamentos consistiram de 4 rações formuladas para atender as recomendações do NRC (1998). As rações experimentais foram formuladas para

atender às exigências de lisina e demais aminoácidos para suínos em terminação, com alto potencial genético para ganho de carne magra considerando a sua digestibilidade ileal verdadeira.

Todas as rações foram formuladas com base em digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos, disponíveis na literatura corrente, para conter o mesmo perfil de aminoácidos, considerados em relação à lisina.

O conteúdo dos ingredientes utilizados, segundo tabelas de composição de alimentos (NRC, 1998; Rostagno et al., 2000), em aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira, encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

TABELA 1. Composição dos ingredientes das rações em aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade verdadeira (CDV).

Aminoácido	Ingrediente							
	Milho ¹		Sorgo ¹		F. soja ¹		F. algodão	
	total (%)	CDV (%)	total (%)	CDV (%)	total (%)	CDV (%)	total ² (%)	CDV ¹ (%)
Lisina	0,26	78	0,22	81	2,83	89	1,61	64
Metionina	0,17	90	0,17	89	0,61	91	0,61	75
Isoleucina	0,28	87	0,37	87	1,99	88	1,31	71
Arginina	0,37	89	0,38	87	3,23	93	4,25	89
Leucina	0,99	92	1,21	90	3,42	88	2,38	73
Histidina	0,23	87	0,23	81	1,17	90	1,08	79
Cistina	0,19	86	0,17	83	0,70	84	0,66	69
Fenilalanina	0,39	90	0,49	88	2,18	88	2,05	81
Tirosina	0,25	89	0,32	87	1,69	90	1,11	78
Treonina	0,29	82	0,31	84	1,73	85	1,33	68
Triptofano	0,06	84	0,10	83	0,61	87	0,51	65
Valina	0,39	87	0,46	87	2,06	86	1,81	72

1-Valores segundo o NRC (1998)

2-Valores segundo Rostagno et al. (2000)

TABELA 2. Composição dos ingredientes das rações em aminoácidos totais e seus coeficientes de digestibilidade verdadeira (CDV).

Aminoácido	Ingrediente							
	F. amendoim		F. arroz		F. carne e ossos		F. de peixe	
	total (%)	CDV (%)	total ¹ (%)	CDV (%)	total (%)	CDV (%)	total (%)	CDV (%)
Lisina	1,66	88	0,76	78	1,94	80	4,81	95
Metionina	0,52	89	0,33	77	0,53	83	1,77	94
Isoleucina	1,78	92	0,59	69	0,99	82	2,57	94
Arginina	5,09	97	1,24	89	3,06	83	3,66	94
Leucina	2,83	93	1,17	70	2,16	81	4,54	94
Histidina	1,06	91	0,43	87	0,64	83	1,78	93
Cistina	0,69	86	0,32	68	0,23	63	0,57	88
Fenilalanina	2,35	94	0,72	73	1,25	81	2,51	93
Tirosina	1,80	95	0,53	81	0,66	78	2,04	92
Treonina	1,27	90	0,64	71	1,18	80	2,64	88
Triptofano	0,48	72	0,21	66	0,24	78	0,66	90
Valina	1,98	91	0,92	69	1,60	79	3,03	93

1-Valores segundo o NRC (1998)

2-Valores segundo Rostagno et al. (2000)

A composição bromatológica dos ingredientes foi compilada de tabelas de composição dos alimentos (Rostagno et al., 2000; NRC, 1998) e utilizada na formulação das rações experimentais (Tabelas 3 e 4).

Foi utilizado sabugo de milho desintegrado para corrigir o teor de fibra das rações e amido de milho para correção do conteúdo de energia.

Os tratamentos experimentais foram: 1- ração à base de milho e farelo de soja; 2 - ração à base de milho, farelo de soja, farelo de amendoim e farelo de algodão; 3 - ração à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe; e 4 - ração à base de sorgo, farelo de arroz desengordurado e farelo de soja. A composição das rações experimentais encontra-se na Tabela 5.

TABELA 3. Composição química dos ingredientes usados nas rações experimentais.

Composição ¹	Ingrediente			
	milho	sorgo	f. soja	f. algodão
Matéria seca (%) ²	87,85	89,00	89,20	89,30
Proteína bruta (%)	8,30	9,20	47,50	39,00 ³
Fibra bruta (%)	1,95 ³	2,23 ³	4,50 ³	13,30 ³
FDN (%)	9,60	18,00	8,9	29,10 ³
FDA (%)	2,80	8,30	5,4	19,40
Ca (%)	0,03	0,03	0,64	0,22 ³
Ptotal (%)	0,28	0,29	0,69	1,02 ³
Pdisp. (%)	0,03	0,06	0,16	0,34 ³
EM (kcal/k,g)	3.331	3.225 ³	3.335 ³	2.157 ³

1-Valores segundo o NRC (1998), expressos na matéria natural

2-Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

3-Valores segundo Rostagno et al. (2000)

TABELA 4. Composição química dos ingredientes usados nas rações experimentais.

Composição ¹	Ingrediente			
	f. amendoim	f. arroz desengord.	farinha de carne e ossos	farinha de peixe
Matéria seca (%) ²	91,04	89,37	93,54	88,79
Proteína bruta (%)	49,10	17,30	44,10	62,3
Fibra bruta (%)	8,60	10,86	1,38	0,36
FDN (%)	16,20	24,3	32,5	–
FDA (%)	12,20	15,8	5,6	–
Ca (%)	0,22	0,1	9,99	5,21
Ptotal (%)	0,65	1,81	4,94	3,04
Pdisp. (%)	0,08	0,36	4,45	2,86
EM (kcal/k,g)	3.050 ³	2.531	2.225	2.840 ³

1-Valores segundo o NRC (1998), expressos na matéria natural

2-Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

3-Valores segundo Rostagno et al. (2000)

TABELA 5. Composição centesimal das rações experimentais.

Ingrediente (%)	Ração ¹			
	I	II	III	IV
Milho moído	78,55	58,55	57,65	-
Sorgo moído	-	-	-	68,45
Sabugo de milho triturado	-	-	2,00	-
Amido de milho		12,80	18,80	5,00
Farelo de soja	18,90	14,10	13,60	19,00
Farelo de amendoim	-	6,00	-	-
Farelo de algodão	-	6,00	-	-
Farelo de arroz desengor.	-	-	-	5,00
Farinha de carne e ossos	-	-	3,00	-
Farinha de peixe	-	-	3,00	-
Calcário calcítico	0,70	0,70	0,45	0,70
Fosfato bicálcio	1,20	1,20	0,85	1,20
Sal iodado	0,50	0,50	0,50	0,50
Suplemento mineral ²	0,05	0,05	0,05	0,05
Suplemento vitamínico ³	0,10	0,10	0,10	0,10
Valores analisados ⁴				
MS (%)	88,42	87,81	88,32	88,44
PB (%)	16,32	17,08	17,16	15,50
Fibra bruta (%)	3,83	4,16	3,46	2,92
FDN (%)	14,35	12,40	11,72	14,44
EM Kcal/kg (%)	3320	3240	3230	3220
Cálcio (%)	0,70	0,75	0,84	0,82
Fósforo total (%)	0,43	0,43	0,50	0,60
Lis. digestível verdadeira (%)	0,66	0,66	0,66	0,66
Lisina digestível: EM (g/Mcal) ⁵	2,00	2,00	2,00	2,00

¹ **I** = Milho e f. de soja; **II** = Milho, f. de soja, f. de amendoim e f. de algodão; **III** = milho, f. de soja, f. de carne e ossos e f. de peixe; **IV** = sorgo, f. de soja e f. de arroz desengordurado

²Suplemento Mineral: Cobre (30.000mg), Zinco (160.000mg), Iodo (1.900mg), Fe (100.000mg), Mn (70.000mg), Selênio (500mg), Zinco (80.000 mg), Ferro (70.000 mg), Cobalto (500 mg)

³Suplemento Vitamínico: Vit. A (8.000.000 UI), Vit.D3 (1.200.000 UI), Vit.E (20.000 mg), Vit. K3 (2500mg) Vit. B12 (20.000), Tiamina B1 (1.000mg), Riboflavina B2 (4.000mg), Pirodoxina B6 (2.000mg), Niacina (25.000mg), Ac. Pantoténico (10.000mg), Biotina (50mg), Ac Fólico (600mg), Antioxidante (125mg)

⁴Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFLA.

⁵Valores segundo NRC (1998)

O conteúdo em aminoácidos digestíveis verdadeiros das rações experimentais, segundo as tabelas de composição de alimentos (NRC, 1998; Rostagno et al., 2000), encontra-se na Tabela 6.

TABELA 6. Exigências em aminoácidos digestíveis verdadeiros e composição das rações experimentais em aminoácidos digestíveis verdadeiros.

Aminoácido ²	Exigência ³	Tratamento ¹			
		I	II	III	IV
Fen + tirosina (%)	0,63	1,10	1,22	0,97	1,20
Fenilalanina	0,40	0,67	0,74	0,58	0,72
Histidina (%)	0,21	0,37	0,39	0,33	0,36
Isoleucina (%)	0,37	0,55	0,57	0,49	0,60
Leucina (%)	0,67	1,32	1,26	1,14	1,40
Lisina (%)	0,66	0,66	0,66	0,66	0,66
Metionina (%)	0,18	0,23	0,23	0,23	0,23
Met + Cistina (%)	0,39	0,48	0,48	0,43	0,38
Treonina (%)	0,43	0,49	0,49	0,45	0,51
Triptofano (%)	0,12	0,14	0,15	0,13	0,17
Valina (%)	0,45	0,64	0,67	0,55	0,45

¹ **I** = Milho e F. de soja; **II** = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; **III** = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; **IV** = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

² Valores segundo NRC (1998)

³ Em aminoácidos digestíveis verdadeiros segundo o NRC (1998)

3.2.3 Delineamento experimental e análise estatística

Um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com parcelas subdivididas no tempo, foi utilizado no ensaio de metabolismo, constituindo-se de 4 tratamentos e 6 repetições, 3 em cada período. O período I teve duração de 12 dias, sendo 7 para adaptação dos animais às gaiolas e às rações experimentais. Nos 5 dias restantes foi realizada a coleta total de fezes e urina. O período II teve duração de 10 dias, começando imediatamente após o término do

período I, sendo 5 dias destinados à adaptação dos animais às rações experimentais e nos 5 dias restantes realizada a coleta total de fezes e urina. A unidade experimental foi constituída por 1 animal (gaiola de metabolismo).

O modelo estatístico adotado para análise dos resultados foi

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + TR_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk}$$

em que:

Y_{ijk} = observação no animal j submetido ao tratamento i na época k;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i, sendo i = 1,2,3 e 4;

TR_{ij} = efeito da interação do tratamento i com a repetição j;

P_k = efeito do período k, sendo k = 1 e 2;

$(TP)_{ik}$ = efeito da interação do tratamento i no período k;

e_{ijk} = erro associado a cada observação, independentemente distribuído com média 0 e variância σ^2 .

Os resultados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância segundo pacote estatístico SISVAR (Sistema para Análise de Variância de Dados Balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000). Foi utilizado o teste de SNK para comparação das médias.

3.2.4 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas no ensaio de metabolismo foram: coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), nitrogênio ingerido em gramas (NI), nitrogênio

excretado nas fezes em gramas (NF), nitrogênio excretado na urina em gramas (NU), nitrogênio retido em gramas (RN), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e balanço de energia (BE).

3.2.5 Metodologia usada na coleta total de fezes

Para determinar o início e o fim da coleta de fezes foi utilizado o Óxido Férrico (Fe_2O_3) como marcador fecal. O consumo foi estipulado com base no peso metabólico ($\text{pv}^{0,75}$) dos animais. As rações foram fornecidas aos suínos com base no peso metabólico ($\text{PV}^{0,75}/\text{dia}$). Este total era dividido em duas partes equivalentes oferecidas às oito e dezesseis horas, umidificadas para facilitar a ingestão e evitar perdas, sendo fornecida água a seguir, nos dois horários de arraçoamento. A ração foi ajustada pelo consumo do animal de menor ingestão observada no período de adaptação permitindo a todos os animais o consumo de quantidades iguais de nutrientes.

As fezes foram coletadas diariamente de todas as gaiolas e acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas em congelador (-10°C). A urina foi coletada diariamente em um balde plástico, com filtro, tendo por finalidade evitar contaminações. Para evitar possíveis perdas de nitrogênio devido à proliferação de bactérias foram adicionados no balde, 20 ml de ácido clorídrico (HCl 0,25N). Para padronização do volume de urina coletado em 3000 ml, utilizou-se água destilada. Uma alíquota de 300 ml foi retirada deste total, por animal, acondicionadas em garrafas e mantidas em congelador (-10°C). Ao final do período de coleta, as fezes e a urina foram homogeneizadas para se efetuar as análises laboratoriais. Os demais procedimentos metodológicos foram realizados de acordo com o descrito por Fialho et al. (1979).

Rações, fezes e urina foram analisadas de acordo com os métodos descritos pela A.O.A.C. (1990).

3.3 Ensaio de desempenho

Foi conduzido um ensaio para avaliar o desempenho de suínos em terminação, alimentados com rações formuladas para conter o mesmo nível de lisina digestível verdadeira e atender às exigências em todos os aminoácidos estudados.

3.3.1 Animais e instalações

Para o ensaio de desempenho foram utilizados 64 suínos machos castrados, híbridos comerciais Agrocercs PIC[®] com peso inicial de $61,92 \pm 3,10$ kg. No galpão os animais foram alojados aos pares em 32 baias de alvenaria contendo comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta, sendo 16 em cada ala do galpão experimental. O período experimental teve a duração de 28 dias.

3.3.2 Rações e manejo dos animais

As rações usadas no ensaio de metabolismo (item 3.2.2) também foram utilizadas no ensaio de desempenho.

Ração e água foram fornecidas “ad libitum”, sendo os comedouros reabastecidos 2 vezes ao dia se necessário e as quantidades de ração adicionadas, anotadas diariamente.

Todos os animais foram pesados, pela manhã e individualmente, aos 14 dias e ao final do período experimental, assim como as sobras de ração, sendo o peso médio final de $91,30 \pm 3,57$ kg.

3.3.3 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental em blocos casualizados foi adotado tendo como critério para formação do bloco o peso inicial dos animais. Os 64 animais (32 parcelas) foram distribuídos em 4 tratamentos com 8 repetições. Os tratamentos consistiram da utilização de 4 rações formuladas com diferentes ingredientes contendo o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira e a mesma relação entre lisina digestível verdadeira e energia metabolizável atendendo ou ultrapassando as exigências dos demais aminoácidos estudados. Os dados médios de cada baia foram utilizados para análise das características de desempenho, tendo sido a unidade experimental constituída pela baia (2 animais). Os resultados da avaliação das características de carcaças de um animal de cada baia (peso final mais próximo à média geral) foram utilizados para análise estatística.

O modelo estatístico adotado para análise dos resultados do ensaio de desempenho foi

$$Y_{ij} = \mu + T_i + B_j + e_{ij}$$

em que:

Y_{ij} = observação na parcela j submetida ao tratamento i;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i, sendo i = 1,2,3 e 4;

B_j = efeito do bloco j, sendo j = 1,2,3,4,5,6,7 e 8;

e_{ij} = erro experimental associado a cada observação, sendo por hipótese independentemente distribuído com média 0 e variância σ^2 .

Os resultados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância segundo pacote estatístico SISVAR (Sistema para Análise de Variância de Dados Balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000). Foi utilizado o teste de SNK para comparação das médias.

3.3.4 Variáveis analisadas

As variáveis analisadas no ensaio de desempenho foram: ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA).

3.3.5 Avaliação de carcaças

Foi realizada a avaliação das características de carcaça dos suínos utilizados no ensaio de desempenho conforme a ABCS (1973).

As variáveis analisadas para características de carcaças foram rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho no ponto P₂ (ET), área de olho de lombo (AOL), percentual de carne na carcaça (PC), percentual de gordura na carcaça (PG) e relação carne gordura (RCG).

Para avaliação das características de carcaça foram utilizados 32 suínos com peso médio ao abate de $92,81 \pm 2,09$ kg. Os animais foram abatidos e os procedimentos para avaliação de carcaças realizados nas instalações frigoríficas do setor de suinocultura. Ao término do ensaio de desempenho, os animais destinados à avaliação das características de carcaça foram submetidos a jejum por 24 horas, abatidos e eviscerados, sendo separados em 2 metades (meias carcaças) através de um corte longitudinal que acompanhou a coluna vertebral,

mantendo, por convenção, a cauda na meia carcaça esquerda, que permaneceu sob refrigeração (0 a 4°C) por 24 horas.

Em seguida foi realizada a classificação de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças (MBCC), descrito pela ABCS (1973), efetuando as seguintes medições e cálculos: rendimento de carcaça (peso da carcaça quente como percentual do peso ao abate após jejum); comprimento da carcaça (tomado do bordo cranial da sínfise púbica ao bordo crânio-ventral do Atlas); medida de espessura do toucinho a 6,5 cm da linha dorsal, entre a última vértebra torácica e a primeira lombar; área de olho de lombo, determinada desenhando-se em papel vegetal o contorno do músculo longíssimo dorsal à altura da última costela, e medida com um planímetro; área de gordura referente à cobertura de gordura correspondente à área de olho de lombo, incluindo a pele, também desenhada em papel vegetal e medida com planímetro; relação carne/gordura obtida pela divisão da área de olho de lombo pela área de gordura; porcentagem de carne magra, expressa como a porcentagem do peso da meia carcaça resfriada referente ao peso da carne obtida pela sua dissecação; e porcentagem de gordura, expressa como a porcentagem do peso da meia carcaça resfriada referente ao peso da gordura obtida pela sua dissecação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Ensaio de metabolismo

Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e os coeficientes de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) das rações para suínos em terminação formuladas para o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira, são apresentados na tabela 7.

TABELA 7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) e coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) de diferentes rações para suínos em terminação, formuladas para o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira.

Variável ²	Tratamento ¹				CV (%)
	I	II	III	IV	
CDMS %	86,79	86,61	86,36	86,55	1,02
CDPB %	85,78 b	86,65 a	87,24 a	85,82 b	0,62

¹ **I** = Milho e F. de soja; **II** = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; **III** = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; **IV** = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

² Valores expressos com base na matéria natural

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem para $P < 0,05$ pelo teste de SNK

Nenhuma diferença significativa ($P > 0,05$) foi observada para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) entre as rações experimentais.

Para o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) das rações experimentais, verificou-se diferença significativa ($P < 0,01$) entre tratamentos, sendo que as rações à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe e à base de milho, farelo de soja, farelo de amendoim

e farelo de algodão obtiveram um CDPB melhor que as rações à base de milho e farelo de soja e à base de sorgo, farelo de soja e farelo de arroz desengordurado. Grala et al. (1999), trabalhando com rações à base de amido de milho, adicionado a farelo de soja, farelo de soja tostado e ervilhaca para constituir três rações experimentais e uma quarta ração formulada à base de amido de milho e farelo de soja tostado, formuladas para conter níveis iguais de lisina digestível e atender a 95% da exigência, verificaram diferenças significativas ($P < 0,05$) no CDPB, sendo a ração à base de milho e farelo de soja, dentre as rações avaliadas, a que apresentou o melhor CDPB. Esses resultados discordam dos observados no presente experimento. Verificou-se um melhor CDPB nas rações formuladas com ingredientes alternativos de melhor digestibilidade e níveis mais baixos de FDN. A substituição de parte do farelo de soja por ingredientes protéicos alternativos melhorou a digestibilidade da proteína bruta, o que pode ser explicado por um tratamento térmico inadequado deste farelo de soja.

Os valores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado nas fezes (NEF), nitrogênio excretado na urina (NEU) e nitrogênio retido (RN) pelos suínos consumindo rações de terminação formuladas para mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira são apresentados na Tabela 8.

TABELA 8 – valores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado nas fezes (NEF), nitrogênio excretado na urina (NEU) e nitrogênio retido (RN) pelos suínos em terminação consumindo diferentes rações formuladas para mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira.

Variável	Tratamento ¹				CV (%)
	I	II	III	IV	
NI (g)	35,86	35,09	34,22	35,51	0,62
NEF (g)	5,09 b	4,65 ab	4,37 a	5,03 b	8,35
NEU (g)	9,25	9,25	8,35	8,35	7,92
RN (g)	21,51	21,29	21,50	21,43	10,93

¹ **I** = Milho e F. de soja; **II** = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; **III** = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; **IV** = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem para $P < 0,05$ pelo teste de SNK

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os valores de nitrogênio ingerido (NI), nitrogênio excretado na urina (NEU) e retenção de nitrogênio (RN) no presente experimento. Figueroa et al. (2002) verificaram uma redução significativa ($P < 0,05$) na retenção de nitrogênio quando o teor de PB nas dietas foi reduzido em 4%. A suplementação com aminoácidos das rações com níveis baixos de proteína, para igualar seu conteúdo às rações padrão, não foi capaz de propiciar a mesma retenção de nitrogênio, proporcional ao nitrogênio ingerido, estando de acordo com o presente experimento. Resultado similar foi observado por Lee & kay (2003) para rações formuladas com diferentes fontes proteicas para 3 níveis de proteína bruta; sendo 28,80%, 25,30%; 19,50% e 26,20%; 22,80%; 15,40% para crescimento e terminação, respectivamente, e mesma relação lisina energia digestível, sendo de 2,0 e 1,5 g/Mcal para crescimento e terminação, respectivamente. Verificou-se que a

retenção de nitrogênio pode ser mantida quando é observada a mesma relação entre lisina e energia digestível, os aminoácidos equilibrados com base em digestibilidade ileal e a redução na proteína bruta não ultrapasse o nível em que o nitrogênio não essencial torna-se limitante. Verificou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para NEF entre as rações do presente ensaio, tendo sido menor para ração à base de milho, farelo de soja, farinha de carne e ossos e farinha de peixe que para as rações à base de milho e farelo de soja e à base de sorgo, farelo de soja e farelo de arroz desengordurado, tendo a ração à base de milho, farelo de soja, farelo de amendoim e farelo de algodão apresentado um valor de NEF intermediário. Um menor valor de NEF para a ração à base de milho e farelo de soja, em relação às rações contendo farelo de soja tostado e à ração contendo ervilhaça, foi verificado por Grala et al. (1999), o que está de acordo com o presente experimento, em que se verificou menor valor de NEF para a ração de melhor CDPB. Shriver et al. (2003), comparando rações em que fontes de fibra (casca de soja e polpa de beterraba) foram adicionadas a rações à base de milho e soja, verificaram que a inclusão de fibra não afetou o RN e o NEU. Maior NEF, porém, foi observado quando fibra foi adicionada às rações com baixo teor de proteína, resultado que concorda com os observados no presente experimento em que o NEF foi maior quanto maior o conteúdo de fibra solúvel em detergente neutro (FDN) das rações.

Os valores de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e balanço de energia (BE) das rações para suínos em terminação, formuladas para o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira, são apresentados na Tabela 9.

TABELA 9 – valores de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e balanço de energia (BE) das rações para suínos em terminação, formuladas para o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira.

Variável (Kcal/kg) ²	Tratamento ¹				CV (%)
	I	II	III	IV	
ED	3.819	3.844	3.831	3.837	0,99
EM	3.671	3.682	3.626	3.653	1,24
BE	4.683	4.640	4.437	4.609	8,16

¹I = Milho e F. de soja; II = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; III = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; IV = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

²Valores expressos com base na matéria seca

Não houve efeito significativo ($P>0,05$) para valores de ED, EM e BE no presente experimento.

4.2 Ensaio de desempenho

Os valores médios para ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD), consumo de lisina médio diário (CLMD) e conversão alimentar (CA) dos suínos em terminação consumindo rações formuladas para o mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira são apresentados na tabela 10.

TABELA 10 – Peso inicial (PI), peso final (PF); ganho de peso médio diário (GPMD), consumo médio de ração diário (CMRD), consumo de lisina médio diário (CLMD) e conversão alimentar (CA) de suínos em terminação recebendo diferentes rações formuladas para mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira.

Variável	Tratamento ¹				CV (%)
	I	II	III	IV	
PI (kg)	61,77	61,80	61,57	62,15	4,60
PF (kg)	92,03	91,32	90,05	92,00	3,30
GPMD (g)	1.080	1.053	1.017	1.066	6,54
CRMD (kg)	3,02	3,11	3,14	3,17	6,56
CLMD (g)	19.96	20.58	20.74	20.95	6.56
CA ²	2,80 a	2,96 b	3,09 b	2,98 b	3,93

¹I = Milho e F. de soja; II = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; III = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; IV = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

²Valores seguidos de letras diferentes na mesma linha diferem para P<0,05

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para o ganho de peso médio diário (GPMD) entre os tratamentos. Rações formuladas para conter a mesma quantidade de lisina digestível verdadeira e a mesma relação entre lisina digestível verdadeira e energia digestível (ED) promoveram semelhantes ganhos de peso. Resultados semelhantes foram relatados por Shelton et al. (2001), que comparando rações com a mesma relação entre lisina e energia metabolizável, não encontraram diferenças significativas ($P > 0,05$) para ganho de peso médio diário (GPMD) entre rações formuladas à base de soja integral extrusada, farelo de amendoim e ervilhaça.

Por outro lado, rações à base de milho suplementado com aminoácidos sintéticos, farelo de canola, farelo de girassol, farinha de carne e ossos e farinha de pena e vísceras de aves não promoveram o mesmo ganho de peso médio

diário (GPMD) que uma ração à base de milho e farelo de soja ($P>0,05$). Da mesma maneira, Tuitoeck et al. (1997) não observaram diferenças para o ganho de peso médio diário (GPMD) comparando rações com diferentes níveis de proteína bruta formuladas para conter níveis similares de lisina digestível aparente. Szabó et al. (2001), trabalhando com rações à base de farelo de soja, ervilhaça, farelo de girassol e farinha de peixe com mesmos níveis de proteína bruta (12%) lisina digestível verdadeira (0,73%) e mesma relação entre esta e a energia digestível (2,0g/Mcal), também não verificaram diferenças ($P>0,05$) sobre o GPMD.

Não foi observada nenhuma diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos para o consumo de ração médio diário (CRMD), o que também está de acordo com os resultados obtidos por Shelton et al. (2001), que não encontraram diferenças significativas para consumo médio diário de ração entre uma ração formulada à base de milho e farelo de soja e rações com a mesma relação entre lisina e energia metabolizável formuladas à base de farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol e ervilhaça ($P>0,05$). Szabó et al. (2001) trabalhando com rações à base de farelo de soja, ervilhaça, farelo de girassol e farinha de peixe, com mesmos níveis de proteína bruta (12%), lisina digestível verdadeira (0,73%) e mesma relação entre esta e a energia digestível (2,0g/Mcal), não verificaram diferenças ($P>0,05$) sobre o CRMD. Este resultado está de acordo com os apresentados no presente estudo.

A ração formulada à base de milho e farelo de soja foi a que apresentou uma melhor conversão alimentar. Shelton et al. (2001) também encontraram diferenças significativas para conversão alimentar entre as rações formuladas à base de milho e aminoácidos sintéticos, soja extrusada, farelo de girassol e uma ração à base de milho e farelo de soja, todas contendo a mesma relação entre lisina e energia metabolizável, o que não ocorreu quando esta mesma ração foi comparada a rações à base de farelo de canola, farelo de amendoim, ervilhaça,

farinha de carne e ossos e farinha de penas e vísceras de aves. Bellaver & Easter (1998) relataram que houve diferença significativa ($P < 0,05$) na conversão alimentar quando uma ração à base de milho, farelo de soja e aminoácidos cristalinos foi comparada a outras duas rações formuladas para o mesmo conteúdo de lisina, treonina, triptofano e metionina+cistina digestíveis. Uma dieta formulada à base de farinha de pena e vísceras de aves, farelo de algodão e farelo de trigo, e outra contendo os mesmos ingredientes e suplementada com aminoácidos cristalinos, formuladas para o mesmo conteúdo de proteína bruta da ração à base de milho e farelo de soja, não propiciaram uma conversão alimentar igual à dieta à base de milho e farelo de soja quando os suínos em crescimento e terminação foram alimentados “ad libitum”. Bellaver & Easter (1998) não observaram diferença significativa ($P > 0,05$) para a conversão alimentar quando o consumo foi restringido e os animais consumiram iguais quantidades de ração.

4.3 Características de carcaça

Valores de rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho no ponto P_2 (ET), área de olho de lombo (AOL), porcentagem de carne magra (PC), porcentagem de gordura na carcaça (PG) e relação carne gordura (RCG) de suínos em terminação recebendo diferentes rações formuladas para mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira são apresentados na Tabela 11.

TABELA 11 – Rendimento de carcaça (RC), comprimento de carcaça (CC), espessura de toucinho no ponto P₂ (ET), porcentagem de carne magra na carcaça (PC), porcentagem de gordura na carcaça (PG), área de olho de lombo (AOL) e relação carne gordura (RCG) de suínos em terminação recebendo diferentes rações formuladas para mesmo conteúdo em lisina digestível verdadeira.

Variável	Tratamento ¹				CV (%)
	I	II	III	IV	
RC (%)	82,07	82,06	82,03	81,14	1,93
CC (cm)	89,48	89,40	91,27	93,07	3,05
ET (mm)	12,49	12,33	13,15	14,48	24,14
PC (%)	56,05	54,82	53,46	56,39	6,83
PG (%)	23,79	23,67	24,31	21,97	12,01
AOL (cm ²)	40,26	38,23	34,93	40,89	14,38
RCG	0,43	0,45	0,50	0,44	24,07

¹I = Milho e F. de soja; II = Milho, F. de soja, F. de amendoim e F. de algodão; III = Milho, F. de soja, F. de carne e ossos e F. de peixe; IV = sorgo, F. de soja e F. de arroz desengordurado

Para o comprimento de carcaça (CC), também não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre tratamentos. Da mesma forma, Shelton et al. (2001) não encontraram diferença no comprimento de carcaça entre uma ração à base de milho e farelo de soja e rações com a mesma relação entre lisina e energia metabolizável formuladas à base de milho e aminoácidos sintéticos, soja extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol, ervilhaça, farinha de carne e ossos e farinha de pena e vísceras de aves.

Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos para espessura de toucinho medida no ponto P₂ (ET). Resultados semelhantes foram observados por Shelton et al. (2001), que comparando rações com mesma relação entre lisina digestível e energia metabolizável, não encontraram

diferenças ($P>0,05$) na espessura de toucinho medida no ponto P_2 entre uma ração à base de milho de farelo de soja e rações à base de soja extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol e farinha de pena e vísceras de aves. Figueroa et al. (2002) não verificaram efeito significativo ($P>0,05$) para espessura de toucinho entre rações com mesmo conteúdo de lisina digestível (0,82%) e mesma relação entre lisina digestível e energia metabolizável (0,25), formuladas para diferentes níveis de proteína bruta.

Para porcentagem de carne também não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos nesse trabalho. Szabó et al. (2001), trabalhando com rações à base de farelo de soja, ervilhaça, farelo de girassol e farinha de peixe, com mesmos níveis de proteína bruta (12%) lisina digestível ileal (0,73%) e mesma relação entre esta e a energia digestível (2,0g/Mcal), não verificaram diferenças ($P>0,05$) entre as rações para porcentagem de carne. Segundo Shelton et al. (2001), rações à base de soja extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol, ervilhaça e farinha de pena e vísceras de aves também não diferiram, para porcentagem de carne, de uma ração à base de milho e farelo de soja, formuladas para mesma relação entre lisina digestível e energia metabolizável. Para a porcentagem de gordura, observou-se o mesmo comportamento, não tendo havido diferença significativa entre os tratamentos ($P>0,05$), o que concorda com as observações de Shelton et al. (2001), que comparando uma ração à base de milho e farelo de soja a rações à base de soja extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol, ervilhaça e farinha de pena e vísceras de aves, formuladas para terem a mesma relação entre lisina digestível e energia metabolizável, não observaram diferenças significativas ($P>0,05$); e também com Szabó et al. (2001), que trabalhando com rações à base de farelo de soja, ervilhaça, farelo de girassol e farinha de peixe, com mesmos níveis de proteína bruta (12%) lisina digestível verdadeira (0,73%) e mesma relação entre esta e a energia digestível

(2,0g/Mcal), não verificaram diferenças ($P>0,05$) entre as rações para porcentagem de gordura. Não houve também diferença significativa ($P>0,05$) para a área de olho de lombo entre os tratamentos. Figueroa et al. (2002) observaram efeito significativo ($P<0,01$) para espessura de toucinho, comparando rações com mesmo conteúdo de lisina digestível (0,82%) e mesma relação entre lisina digestível e energia metabolizável (2,5g/Mcal) formuladas para diferentes níveis de proteína bruta. Este resultado difere do encontrado no presente trabalho. Os resultados de Shelton et al. (2001) não mostraram diferença significativa entre uma ração à base de milho e farelo de soja e rações à base de soja extrusada, farelo de canola, farelo de amendoim, farelo de girassol, ervilhaça, farinha de carne e ossos e farinha de pena e vísceras de aves, concordando com os resultados aqui apresentados.

5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados observados neste experimento, pode-se concluir que rações para suínos em terminação contendo os ingredientes estudados, formuladas utilizando os valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos disponíveis na literatura corrente, propiciam retenção de nitrogênio, desempenho e características de carcaça semelhantes quando mantida a mesma relação entre lisina e energia digestível, sendo a viabilidade econômica o principal critério para sua utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFZ, AJINOMOTO EUROLYSINE, AVENTIS ANIMAL NUTRITION, INRA, ITCF. **AmiPig**, Digestibilidade ileal standarizada de aminoácidos em ingredientes para rações de suínos, 2000. 38 p.

ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B.; TAFURI, M. L.; SILVA, M. A. Uso de aminoácidos disponíveis e proteína digestível na formulação de rações para pintos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 21, n. 6, p. 1069-1076, nov./dez. 1992.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 14. ed. Washignton, D. C. 1990. 1015 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS. **Método brasileiro de classificação de carcaça**. Estrela: ABCS, 1973. 17 p.

BATTERHAM, E. S.; ANDERSEN, L. M.; BAIGENT, D. R.; BEECH, S. A.; ELLIOTT, R. Utilization of ileal digestible amino acids by pigs: lysine. **British Journal of Nutrition**, New York, v. 64, n. 3, p. 679-690, Nov. 1990.

BATTERHAN, E. S. Availability and utilization of amino acid for growing pigs. **Nutrition Research Reviews**, St. Louis, v. 5, p. 1-18, 1992.

BELLAVER, C.; EASTER, R. Evaluation of swine diet formulation based on amino acid digestibility estimates. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 5, p. 745-754, maio 1998.

BELLAVER, C.; EASTER, R. Performance of pigs fed diets formulated on the basis of amino acids digestibiliy. **Journal Animal Science**, Champaing, v. 67, p. 241, 1989. Supplement, 1.

BIKKER, P.; VERSTEGEN, M. W. A.; CAMPBELL, R. G.; KEMP, B. Digestible lysine requirement of gilts with high genetic potential for lean gain, in

relation to the level of energy intake. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 7, 1744-1753, July 1994.

BOISEN, S.; FERNÁNDEZ, J. A. Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by in vitro analyses. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 68, n. 3/4, p. 277-286, Oct. 1997.

BURACZEWSKA, L.; WASILEWKO, J.; FANDREJEWSKI, H.; ZEBROWSKA, T.; HAN, I. K. Formulation of pig diets according to ileal digestible amino acid content. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 59, n. 1, p. 13-24, May 1999.

BUTIÑO, F. H. L.; BERNARDI, M. L.; KESSLER, M.; RENZ, S. V. Metabolismo nitrogenado e energético de leitoas alimentadas com diferentes níveis protéicos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais eletrônicos...** Porto Alegre: SBZ, 1999. CD-ROM.

BUTOLO, J. E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Campinas: [S. n.], 2002. 430 p.

CANH, T. T.; AARNINK, A. J. A.; SCHUTTE, J. B.; SUTTON, A.; LANGHOUT, D. J.; VERSTEGEN, M. W. A. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 56, n. 3, p. 181-191, Dec. 1998.

CHEN, H. Y.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; YEN, J. T. The effect of excess protein on growth performance and protein metabolism of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 12, 3238-3247, Dec. 1999.

CHUNG, T. K.; BAKER, D. H. Ideal amino acid pattern for 10-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 10, 3102-3111, Oct. 1992.

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

FÉVRIER, C.; LECHEVESTRIER, Y.; LEBRETON, Y.; JAGUELIN-PEYRAUD, Y. Prediction of the standardized ileal true digestibility of amino acids from the chemical composition of oilseed meals in the growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 90, n. 1/2, p. 103-115, Mar. 2001.

FIALHO, E. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B.; SILVA, M. A. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações à base de milho e sorgos com diferentes conteúdos de tanino para suínos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 386-397, maio/jun. 1979.

FIGUEROA, J. L.; LEWIS, A. J.; MILLER, P. S.; FISCHER, R. L.; GÓMEZ, R. S.; DIEDRICHSEN, R. M. 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**, Champaign, v. 80, n. 11, p. 2911-2919, Nov. 2002.

GRALA, W.; VERSTEGEN, M. W. A.; JANSMAN, A. J. M.; HUIJMAN, J.; VAN LEEUWEN, P.; TAMMINGA, S. Effect of ileal endogenous losses and dietary amino acids supplementation on nitrogen retention in growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 80, n. 3/4, p. 207-222, Aug. 1999.

GRALA, W.; VERSTEGEN, M. W. A.; VAN LEEUWEN, P.; HUIJMAN, J.; JANSMAN, A. J. M.; TAMMINGA, S. Nitrogen balance of pigs as affected by feedstuffs causing different endogenous nitrogen flow at the terminal ileum. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 48, n. 2, p. 143-155, May 1997.

HAHN, J. D.; BIEHL, R. R.; BAKER, H. Ideal digestible lysine level for early- and late-finishing swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 73, n. 3, p. 773-784, Mar. 1995.

HESS, V.; SÈVE, B. Effects of body weight and feed intake level on basal ileal endogenous losses in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p. 3281-3288, Dec. 1999.

HUANG, R. L.; TAN, Z. L.; XING, T. X.; PAN, Y. F. PAN, LI, T. J. An in vitro method for the estimation of ileal crude protein and amino acids

digestibility using the dialysis tubing for pig feedstuffs, **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 88, n. 1/2, p. 79-89, Nov. 2000.

LAWRENCE, B. V.; ADEOLA, O.; CLINE, T. R. Nitrogen utilization and lean growth performance of 20-to 50-kilogram pigs fed diets balanced for lysine:energy ratio. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 11, p. 2887-2895, Nov. 1994.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 76, n. 1/2, p. 45-58, Aug. 2002.

LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN, J.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. 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 the performance of growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 3, p. 691-701, Mar. 2002.

LEE, P. A.; KAY, R. M. The effect of commercially formulated, reduced crude protein diets, formulate to 11 apparent ileal digestible essential amino acids, on nitrogen retention by growing and finishing boars. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 81, n. 1, p. 89-98, May 2003.

LOUGHMILLER, J. A.; NELSSSEN, J. A.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; TITGEMEYER, E. C.; KIM, I. H. Influence of dietary lysine on growth performance and carcass characteristics of late-finishing gilts. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, n. 4, p. 1075-1080, Apr. 1998.

MAYNARD, L. A. **Nutrição animal** 3. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.

MARINHO, S. F. **Exigência nutricional de lisina e avaliação de rações formuladas com valores de lisina total e digestível, para suínos em terminação**. 1990. 76 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MOEHN, S.; SUNSENBETH, A. Influence of dietary protein content on efficiency of energy utilization in growing pigs. **Archives of Animal Nutrition**, Reading, v. 47, n. 4, p. 361-372, 1995.

NATIONAL RESEACH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10. ed. Washington, 1998. 194 p.

NOBLET, J. Main factors of variation of amino acid requirements of growing pigs. In: LATIN AMERICAN WORKSHOP AJINOMOTO BIOLATINA, 1., 2001, Foz do Iguaçu.

OMETO, J. C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425 p.

PARSONS, C. M.; BAKER, D. H. The concept and use of ideal proteins in the feeding of nonruminants. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringa. **Anais...** Maringa: SBZ, 1994. p. 119-128.

PEKAS, J. C. Versatile swine in laboratory aparate for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 27, n. 5, 1303-1306, 1968.

PERTTILÄ, S.; VALAJA, J.; PARTENEN, K.; JALAVA, T.; VENÄLÄINEN, E. Apparent ileal digestibility of amino acids in protein feedstuffs and diet formulation based on total vs digestible lysine for poultry. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 98, n. 3/4, p. 203-218, Aug. 2002.

PETTIGREW, J. E.; ESNAOLA, M. A. Swine nutrition and pork quality: a review. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, p. E316-342, 2001. Espetial Supplement

REVERTER, M.; LINDBERG, J. E. Ileal digestibility of amino acids in pigs given a barley-based diet with increasing inclusion of lucerne leaf meal. **Animal Science**, Midlothian, v. 67, pt. 1, p. 131-138, Aug. 1998.

ROSTAGNO, H. S.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L.; GOMEZ, P. C.; FERREIRA, A. S.; OLIVEIRA, R. F.; LOPES, D. C. Tabelas brasileiras para aves e suínos. In: ROSTAGNO, H. S. (Ed.). **Composição de alimentos e**

exigências nutricionais. Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia, 2000. 141 p.

ROSTAGNO, H. S. and PUPA, J. M. R.; PACK, M. Diet formulation for broilers based on total versus digestible aminoacids. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 4, p. 293-299, 1995.

SAUER, W. C.; OZIMEK, L. Digestibility of amino acids in swine: results and their practical applications. A review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 15, n. 4, p. 367-388, Nov. 1986.

SHELTON, J. L.; HEMANN, M. D.; STRODE, R. M.; BRASHEAR, G. L.; ELLIS, M.; McKEITH, F. K.; BIDNER, T. D.; SOUTHERN, L. L. Effect of different protein sources on growth and carcass traits in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 9, p. 2428-2435, Sept. 2001.

SHRIVER, J. A.; CARTER, S. D.; SUTTON, A. L.; RICHERT, B. T.; SENNE, B. W.; PETTEY, L. A. 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, p. 492-502, 2003.

SMIRICKY, M. R.; GRIESHOP, C. M.; ALBIN, D. M.; WUBBEN, J. E.; GABERT, V. M.; FAHEY JR, G. C. The influence of soy oligosaccharides on apparent and true ileal amino acid digestibilities and fecal consistency in growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 9, p. 2433-2441, Sept. 2002.

STEIN, H. H.; KIM, S. W.; NIELSEN, T. T.; EASTER, R. A. Standardized ileal protein and amino acid digestibility by pigs and sows. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 8, p. 2113-2122, Aug. 2001.

SUIDA, D. Interação da nutrição protéica com fatores econômicos, desempenho, meio ambiente e sanidade em suínos. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUINOS E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2001, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001.

SZABÓ, C.; JANSMAN, A. J. M.; BABINSZKY, L.; KANIS, E.;
VERSTEGEN, M. W. A. Effect of dietary protein source and lysine:DE ratio on
growth performance, meat quality, and body composition of growing-finishing
pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 79, n. 11, 2857-2865, Nov.
2001.

TANKSLEY JUNIOR, T. D.; KNABE, D. A. Ileal digestibilities of amino acids
in pig feeds and their use in formulating diets. In: HARESIGN, W.; COLE, D. J.
A. **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1984. p. 75-
95.

TUITOEK, K.; YOUNG, L. G.; DE LANGE, C. F. M.; KERR, B. J. The effect
of reducing excess dietary amino acids on growing-finishing pig performance:
An evaluation of the ideal protein concept. **Journal of Animal Science**,
Champaign, v. 75, n. 6, 1575-1583, June 1997.

VAN KEMPEM, T.; BODIN, J. C. Near-infrared reflectance spectroscopy
(NIRS) appears to be superior to nitrogen-based regression as a rapid tool in
predicting the poultry digestible amino acid content of commonly used
feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 76, n. 1/2, p.
139-147, Dec. 1998.

ANEXOS

TABELA 1A.	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações para suínos em terminção formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	55
TABELA 2A.	Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) das rações para suínos em terminção formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	55
TABELA 3A.	Análise de variância do nitrogênio ingerido (NI) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	56
TABELA 4A.	Análise de variância do nitrogênio excretado nas fezes (NF) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	56
TABELA 5A.	Análise de variância do nitrogênio excretado na urina (NU) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	57
TABELA 6A.	Análise de variância da retenção de nitrogênio (RN) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	57
TABELA 7A.	Análise de variância da energia digestível (ED) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	58
TABELA 8A.	Análise de variância da energia metabolizável (EM) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	58

TABELA 9A. Análise de variância do balanço energético (BE) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	59
TABELA 10A. Análise de variância do peso inicial (PI) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	59
TABELA 11A. Análise de variância do peso final (PF) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	60
TABELA 12A. Análise de variância do ganho de peso médio diário (GPMD) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	60
TABELA 13A. Análise de variância do consumo de ração médio diário (CRMD) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	61
TABELA 14A. Análise de variância do consumo médio de lisina diário (CLMD) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	61
TABELA 15A. Análise de variância da conversão alimentar (CA) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	62
TABELA 16A. Análise de variância do rendimento de carcaça (RC) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	62
TABELA 17A. Análise de variância do comprimento de carcaça (CC) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	63

TABELA 18A. Análise de variância da espessura de toucinho no ponto P ₂ (ET) na carcaça dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	63
TABELA 19A. Análise de variância da porcentagem de carne magra na carcaça (PC) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	64
TABELA 20A. Análise de variância da porcentagem de gordura na carcaça (PG) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	64
TABELA 21A. Análise de variância da área de olho de lombo (AOL) nas carcaças dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	65
TABELA 22A. Análise de variância da relação carne gordura (RCG) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.....	65

TABELA 1A - Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS) das rações para suínos em terminção formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.557533	0.185844	0.8684
Período	1	0.476017	0.476017	0.4461
Tratamento*Período	3	0.968983	0.322994	0.7452
Erro	16	12.481600	0.780100	
CV (%)	1,02			

TABELA 2A -Análise de variância do coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) das rações para suínos em terminção formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	8.851646	2.950549	0.0005
Período	1	0.288204	0.288204	0.3330
Tratamento*Período	3	3.520212	1.173404	0.0254
Erro	16	4.627333	0.289208	
CV (%)	0,62			

TABELA 3A -Análise de variância do nitrogênio ingerido (NI) pelos suínos em terminação consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	8.851646	2.950549	0.7037
Período	1	0.288204	0.288204	0.3330
Tratamento*Período	3	3.520212	1.173404	0.7452
Erro	16	4.627333	0.289208	
CV (%)	0,62			

TABELA 4A -Análise de variância do nitrogênio excretado nas fezes (NF) pelos suínos em terminação consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	2.104746	0.701582	0.0196
Período	1	0.036038	0.036038	0.6414
Tratamento*Período	3	0.392913	0.130971	0.5021
Erro	16	2.558000	0.159875	
CV (%)	8.35			

TABELA 5A -Análise de variância do nitrogênio excretado na urina (NU) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	3.000000	1.000000	0.1561
Período	1	0.375000	0.375000	0.4004
Tratamento*Período	3	1.125000	0.375000	0.5402
Erro	16	8.040000	0.502500	
CV (%)	7.92			

TABELA 6A -Análise de variância da retenção de nitrogênio (RN) pelos suínos em terminção consumindo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.182533	0.060844	0.9986
Período	1	0.180267	0.180267	0.8585
Tratamento*Período	3	1.643600	0.547867	0.9591
Erro	16	87.843733	5.490233	
CV (%)	10.93			

TABELA 7A -Análise de variância da energia digestível (ED) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	2126.017946	708.672649	0.6952
Período	1	0.478838	0.478838	0.9857
Tratamento*Período	3	7816.030312	2605.343437	0.1886
Erro	16	23215.206200	1450.950388	
CV (%)	0.99			

TABELA 8A -Análise de variância da energia metabolizável (EM) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	10686.298779	3562.099593	0.2033
Período	1	721.277704	721.277704	0.5634
Tratamento*Período	3	2912.875546	970.958515	0.7083
Erro	16	33153.326333	2072.082896	
CV (%)	1.24			

TABELA 9A -Análise de variância do balanço energético (BE) das rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	209490.687950	69830.22931	0.6890
			7	
Período	1	1171.803750	1171.803750	0.9283
Tratamento*Período	3	4635.401217	1545.133739	0.9986
Erro	16	2244267.81813	140266.7386	
		3	33	
CV (%)	8.16			

TABELA 10A -Análise de variância do peso inicial (PI) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	1.415073	0.471691	0.9812
Bloco	7	124.285053	17.755008	0.0771
Erro	23	169.763608	8.083981	
CV (%)	4.60			

TABELA 11A - Análise de variância do peso final (PF) dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	20.620625	6.873542	0.5311
Bloco	7	184.190000	26.312857	0.0227
Erro	23	190.854375	9.088304	
CV (%)	3.30			

TABELA 12A - Análise de variância do ganho de peso médio diário (GPMD) dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.017568	0.005856	0.3227
Bloco	7	0.026118	0.003731	0.6069
Erro	23	0.099740	0.004750	
CV (%)	6.54			

TABELA 13A - Análise de variância do consumo de ração médio diário (CRMD) dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.100205	0.033402	0.5085
Bloco	7	0.158046	0.022578	0.7947
Erro	23	0.878403	0.041829	
CV (%)	6.56			

TABELA 14A - Análise de variância do consumo médio de lisina diário (CLMD) dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	4.376427	1.458809	0.5070
Bloco	7	6.884519	0.983503	0.7943
Erro	23	38.223440	1.820164	
CV (%)	6.56			

TABELA 15A - Análise de variância da conversão alimentar (CA) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.341379	0.113793	0.0007
Bloco	7	0.179963	0.025709	0.1197
Erro	23	0.283512	0.013501	
CV (%)	3,93			

TABELA 16A - Análise de variância do rendimento de carcaça (RC) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	4.998309	1.666103	0.7298
Erro	28	107.313187	3.832614	
CV (%)	2.39			

TABELA 17A - Análise de variância do comprimento de carcaça (CC) dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	72.532584	24.177528	0.2014
Erro	28	411.458037	14.694930	
CV (%)	4.22			

TABELA 18A - Análise de variância da espessura de toucinho no ponto P₂ (ET) na carcaça dos suínos em terminação recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	22.871025	7.623675	0.5600
Erro	28	304.962775	10.891528	
CV (%)	25.16			

TABELA 19A - Análise de variância da porcentagem de carne magra na carcaça (PC) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	42.359175	14.119725	0.3449
Erro	28	342.732225	12.240437	
CV (%)	6.34			

TABELA 20A - Análise de variância da porcentagem de gordura na carcaça (PG) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	24.801009	8.267003	0.3833
Erro	28	219.159862	7.827138	
CV (%)	11.94			

TABELA 21A - Análise de variância da área de olho de lombo (AOL) nas carcaças dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	172.742159	57.580720	0.1443
Erro	28	826.366463	29.513088	
CV (%)	14.08			

TABELA 22A - Análise de variância da relação carne gordura (RCG) dos suínos em terminção recebendo rações formuladas com base na Digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos.

FV	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Tratamento	3	0.390596	0.130199	0.7138
Erro	28	7.961174	0.284328	
CV (%)	23.25			