

DIGESTIBILIDADE ILEAL E PERDAS
ENDÓGENAS DE AMINOÁCIDOS EM DIETAS
COM ÓLEO DE SOJA PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO

ERIN CAPERUTO DE ALMEIDA

2005

ERIN CAPERUTO DE ALMEIDA

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E PERDAS ENDÓGENAS DE
AMINOÁCIDOS EM DIETAS COM ÓLEO DE SOJA PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

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

Orientador

Prof. Elias Tadeu Fialho

**LAVRAS
MINAS GERAIS – BRASIL
AGOSTO - 2005**

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

Almeida, Erin Caperuto de

Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos em dietas com óleo de soja para suínos em crescimento. / Erin Caperuto de Almeida. -- Lavras : UFLA, 2005.

57 p. : il.

Orientador: Elias Tadeu Fialho.
Dissertação (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Digestibilidade. 2. Aminoácidos. 3. Suínos. 4. Óleo de soja I.
Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD- 636.40855

ERIN CAPERUTO DE ALMEIDA

**DIGESTIBILIDADE ILEAL E PERDAS ENDÓGENAS DE
AMINOÁCIDOS EM DIETAS COM ÓLEO DE SOJA PARA SUÍNOS EM
CRESCIMENTO**

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

APROVADA em 04 de Agosto de 2005.

Prof. José Augusto de Freitas Lima - UFLA

Prof. Renata Apocalypse N. Pereira - UFLA

Prof. Hinaldo Oliveira Silva - EAFSC

Prof. Paulo Borges Rodrigues - UFLA

Prof. Elias Tadeu Fialho

UFLA

(Orientador)

LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

Aos meus pais, Ida e Bilac, pela minha formação,
pelo constante apoio, compreensão e carinho.

Ao meu irmão, André, pela amizade e respeito.

A todos os familiares e amigos.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela oportunidade de viver intensamente cada dia e por sempre guiar meus caminhos.

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade concedida.

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

Ao Professor Elias Tadeu Fialho pela orientação, confiança e paciência.

Aos professores José Augusto de Freitas Lima, Hinaldo Oliveira Silva e Paulo Borges Rodrigues pelas críticas e sugestões valiosas.

À professora e amiga Renata Apocalypse Nogueira Pereira pela instrução, companheirismo e conversas a qualquer momento.

Ao amigo Leonardo Boscoli Lara pela ajuda nas análises dos aminoácidos e por todo o incentivo e auxílio espiritual, sem os quais não teria conseguido enfrentar esta etapa.

Às amigas Raquel Celidônio Wolp e Kênia Ferreira Rodrigues por tornarem mais leves os momentos difíceis, por terem me mostrado o que é uma real amizade e que existem pessoas que são essenciais para que a vida seja feliz.

Ao Vinícius de Souza Cantarelli pelo apoio profissional, pelas concessões intelectuais e por me mostrar que sou capaz de seguir sozinha, independentemente das adversidades.

A Dulce por todas as orações e pelo tempo dedicado à minha pessoa.

A todos participantes do Núcleo de Estudos em Suinocultura que ajudaram na condução do experimento.

Aos amigos Kaneo, Bruno, Sandro, Flávia, Mariana e Flavinha, minha caçula, que surgiram em um momento de muita necessidade e tornaram a vida mais alegre.

Aos funcionários do Setor de suinocultura do DZO-UFLA, Hélio Rodrigues e Marcelo Silva, pelo grande apoio na fase de experimentação de campo.

A todos os colegas do curso de Pós-graduação em Zootecnia do DZO-UFLA.

Aos técnicos do DZO-UFLA, Márcio Nogueira, Gilberto Alves, José Virgílio, Keila Oliveira, Carlos Henrique e Pedro Adão, pelo apoio no que foi necessário.

Em especial aos meus pais, Ida Caperuto de Almeida e Benedito Bilac de Almeida, e irmão, André Caperuto de Almeida, por serem tão especiais e por sempre me apoiarem em todas as minhas mil idéias. Sem vocês a caminhada não seria possível!

Às minhas tias, sempre tão presentes em minha vida, que me incentivaram muito nos estudos.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para que esse trabalho fosse concluído.

Os mais sinceros agradecimentos!

BIOGRAFIA

Erin Caperuto de Almeida, filha de Benedito Bilac de Almeida e Ida Caperuto de Almeida, nasceu na cidade de São Caetano do Sul – SP, em 16 de setembro de 1980.

Diplomou-se em Zootecnia em janeiro de 2004 pela Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.

Em março de 2004 ingressou no curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, concluindo-o em agosto de 2005.

Em março de 2005 ingressou no curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos.

SUMÁRIO

RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Importância do óleo de soja na alimentação de suínos.....	2
2.2 Comportamento dos lipídeos no trato digestório.....	2
2.3 Digestibilidade Ileal de Aminoácidos em dietas com adição de Lipídeos.....	5
2.4 Perdas Endógenas de Nitrogênio.....	7
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1 Local.....	11
3.2 Determinação da Digestibilidade Ileal Aparente e Verdadeira.....	11
3.2.1 Animais e instalações.....	11
3.2.2 Cirurgia para implantação de cânula.....	11
3.2.3. Dietas experimentais.....	12
3.2.4 Coleta da digesta.....	17
3.2.5 Análises laboratoriais.....	18
3.2.6 Delineamento experimental e análise estatística.....	18
3.2.7 Variáveis analisadas.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos.....	20
4.1.1 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não essenciais.....	22
4.1.2 Digestibilidade ileal aparente da serina.....	23
4.1.3 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais.....	24
4.1.4 Digestibilidade ileal aparente da treonina.....	25
4.2 Perdas endógenas de aminoácidos.....	28

4.3 Digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos.....	31
4.3.1 Digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais.....	32
4.3.2 Digestibilidade ileal verdadeira da serina.....	33
4.3.3 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais.....	34
4.3.4 Digestibilidade ileal verdadeira da treonina.....	35
5 CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	38
ANEXOS.....	44

RESUMO

ALMEIDA, Erin Caperuto. **Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos em dietas com óleo de soja para suínos em crescimento.** 2005. p.57. Dissertação (Mestrado em Nutrição de Monogástricos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

O presente trabalho foi conduzido para avaliar o efeito dos diferentes níveis de óleo de soja sobre as perdas endógenas, digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos em dietas de suínos em crescimento. Os tratamentos consistiram de quatro dietas isoprotéicas formuladas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com níveis crescentes de óleo de soja (0,0; 1,5; 3,0; 4,5); 0,25% de óxido crômico foi adicionado para servir como indicador de digestibilidade. As dietas foram formuladas de acordo com as exigências para esta fase. Dezesesseis suínos na fase de crescimento com peso médio de $48,0 \pm 6,0$ kg, fistulados com cânula T simples, foram distribuídos em um delineamento em blocos casualizados (DBC). Não houve efeito significativo da suplementação com níveis de óleo ($P > 0,05$) nos coeficientes de digestibilidade ileal aparente do glutamato, glicina, arginina, alanina, prolina, tirosina, histidina e lisina. Foram observados efeito linear ($P < 0,05$) da suplementação com níveis de óleo nos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeiro da serina e treonina; e efeito quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com níveis de óleo nos coeficientes de digestibilidade ileal aparente e verdadeira da valina, fenilalanina, total de aminoácidos não essenciais e total de aminoácidos essenciais. Os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeiro da arginina e tirosina também apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$) da suplementação com níveis de óleo. O óleo influenciou as perdas endógenas de aminoácidos recuperados no íleo; porém, com o aumento dos níveis de suplementação, as perdas endógenas diminuíram. Conclui-se que os melhores valores de digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos não essenciais e essenciais são obtidos pela adição de 2,8 a 3,0% de óleo à dieta de suínos em crescimento. Os níveis de óleo influenciam as perdas endógenas de aminoácidos, porém há contradição entre os resultados encontrados na literatura, necessitando de estudos mais específicos.

¹ Comitê Orientador: Elias Tadeu Fialho - UFLA (Orientador); José Augusto de Freitas Lima – UFLA e Renata Apocalypse Nogueira Pereira – UFLA.

ABSTRACT

ALMEIDA, Erin Caperuto. Ileal digestibility and endogenous losses of amino acids in soybean oil diets to growing pigs. 2005. p.57. Dissertation (Master in Animal Nutrition) - Federal University of Lavras, Lavras, MG.¹

The present experiment was conducted to evaluate the effect of the different levels of soybean oil on endogenous losses, apparent and true ileal digestibility of amino acids in growing pigs diets. Four isoprotein diets were formulated to meet the nutritional requirements of growing pigs using soybean meal and corn and increased levels of soybean oil, (0.0; 1.5; 3.0; 4.5). Chromic oxide (0.25%) was added to serve as digestibility marker. Sixteen pigs in growing age, with an average weight of 48.0 ± 6.0 kg, fistulated with simple T-cannulas, were distributed in randomized block design. There was no significant effect of the supplement with oil levels ($P>0.05$) on the apparent ileal digestibility coefficients of glutamate, glycine, arginine, alanine, proline, tyrosine, histidine and lysine. A linear effect was observed ($P<0.05$) with oil levels to the true and apparent ileal digestibility coefficient of threonine and serine and a squared effect ($P<0.05$) on the true and apparent ileal digestibility coefficients of valine, phenylalanine, totality of essential amino acids and totality of non-essential amino acids. True ileal digestibility coefficients of arginine and tyrosine, also showed squared effect ($P<0.05$) to oil levels. The oil influenced the endogenous losses of the recovered amino acids in ileum, however, when the supplementation levels increased, the endogenous losses decreased. It was concluded that the best values of true and apparent ileal digestibility of essential and non-essential amino acids are obtained with the addition of 2.8 to 3.0% of oil to diets for growing pigs. The oil levels influenced the endogenous losses of amino acids, but there is a contrast among the results found in the literature, requiring more specific studies.

¹ Guidance Committee: Elias Tadeu Fialho - UFLA (Adviser); José Augusto de Freitas Lima – UFLA and Renata Apocalypse Nogueira Pereira – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

Os recentes avanços da seleção genética na suinocultura têm resultado em animais com maior ganho de peso do desmame ao abate e melhor conversão alimentar, tornando necessário avanços também no plano nutricional, como dietas de alta densidade nutricional.

No Brasil e em alguns países da Europa, durante o verão, quando as temperaturas são mais elevadas e o consumo dos animais é reduzido, a inclusão de gorduras e óleos às dietas, além de compensar a redução do consumo, apresenta como vantagem um menor incremento calórico que contribui, sob condição de estresse térmico, para o menor efeito da redução de desempenho devido ao baixo consumo.

Além destas características, os óleos e gorduras, quando acrescentados às dietas, melhoram a palatabilidade, reduzem o pó e também apresentam valor extra calórico, melhorando a digestão e a absorção dos demais nutrientes.

Algumas pesquisas que avaliaram a influência dos níveis de óleo nas dietas de suínos foram conduzidas com o objetivo de determinar a digestibilidade aparente da proteína e dos aminoácidos; porém, poucas determinam o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos com diferentes níveis de óleos. Trata-se de um ponto importante, pois é provável que há um aumento das perdas endógenas com quantidades significantes de lipídeos no lúmen intestinal, cuja presença estimula a secreção de substâncias envolvidas na digestão dos nutrientes. Se considerarmos que enzimas e sais biliares são perdas endógenas, uma correção específica nos valores de digestibilidade ileal dos aminoácidos em função dos níveis de óleo na dieta é necessária.

Dessa forma, o presente trabalho foi conduzido para determinar as perdas endógenas e a digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos de dietas suplementadas com diferentes níveis de óleo de soja para suínos em crescimento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância do óleo de soja na alimentação de suínos.

Nos últimos 10 anos a produção mundial de óleos vegetais passou de 88 milhões para cerca de 101,23 milhões de toneladas. Atualmente a produção brasileira está em torno de 6 milhões de toneladas, das quais 90% são fornecidos pelo óleo de soja (Meirelles, 2004).

O óleo de soja é obtido a partir do processamento dos grãos de soja. Este processamento consiste de três etapas. A primeira dá origem ao óleo de soja bruto, obtido pela prensagem mecânica e/ou extração por solvente; a segunda origina o óleo de soja degomado e através dela são retirados os fosfolípidos; e a terceira última etapa resulta no óleo refinado a partir da neutralização, clarificação e desodorização do óleo degomado.

O óleo de soja contém 15% de ácidos graxos saturados, 24% de ácido oléico, 54% de ácido linoléico e 7% de ácido linolênico. Os valores de energia digestível e metabolizável, para suínos, são 8469kcal/kg e 8217kcal/kg, respectivamente (Butolo, 2002).

No Brasil, o emprego de óleo nas dietas de suínos é feito nas fases inicial da creche, matrizes no final da gestação e lactação e suínos em terminação.

Os motivos para a adição de óleo às dietas de suínos são diversos, como a melhoria física do alimento, a lubrificação de maquinário nas fábricas de rações, a redução de pó, a menor segregação de partículas, a melhor palatabilidade, a adição de ácidos graxos essenciais, a redução dos problemas de estresse térmico, a melhor eficiência de produção e a adição de valor extra calórico.

2.2 Comportamento dos lipídeos no trato digestório

A digestão e a absorção de lipídeos são influenciadas por vários fatores, que podem diminuir ou aumentar o seu aproveitamento e ainda interferir no aproveitamento de outros nutrientes. Os óleos e as gorduras são compostos de estrutura orgânica formada, na sua maioria, pela união de três ácidos graxos a um poliálcool chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triglicerídeo. A proporção de ácidos graxos dos lipídeos totais, a posição do ácido graxo no triglicerídeo e a digestibilidade dos lipídeos são os fatores mais importantes para determinar seu valor nutritivo (Wiseman et al., 1990).

Além disso, outros fatores devem ser considerados, como taxa de inclusão; a idade do animal, pois o sistema enzimático é seletivo para cada grupo de ácidos graxos e modifica com o desenvolvimento do aparelho digestório assim como a secreção de sais biliares; a composição dos ácidos graxos (que pode ser extremamente diferente em suas características físicas e químicas, alterando valores nutricionais e energéticos) e seu balanceamento; e a relação entre ácidos graxos livres e níveis de sais de cálcio, que podem produzir sabões que não são absorvidos no intestino (Butolo, 2002).

De maneira geral, os lipídeos são digeridos no intestino delgado e a absorção de ácidos graxos como monoacilgliceróis ou ácidos graxos livres é praticamente completa no íleo distal (Borgstrom et al., 1993). Porém, os ácidos graxos que não são absorvidos no intestino delgado passam para o intestino grosso, onde a hidrogenação microbiana de ácidos graxos insaturados pode ser significativa (Bayley & Lewis, 1965; Carlson & Bayley, 1968; Jørgensen et al., 1992). Estes resultados enfatizam que a absorção de ácidos graxos deve ser medida no íleo terminal.

As taxas de absorção diferem de acordo com o grau de saturação dos ácidos graxos. Lipídeos dos ingredientes oriundos de animais de sangue quente são constituídos, quase em sua totalidade, por ácidos graxos saturados (16:0 e 18:0) e podem apresentar menores coeficientes de digestibilidade e menor valor energético que os de origem vegetal, possivelmente em função da presença dos

ácidos graxos insaturados em sua composição (18:1, 18:2 e 18:3) (Jørgensen et al., 1992; 1993; Overland et al., 1994).

A idade do animal pode interferir na absorção do lipídeo, o que foi demonstrado por Cera et al. (1988 a; b) e Frobish et al. (1970), que avaliaram a digestibilidade aparente de várias fontes lipídicas de origem vegetal e animal e observaram aumento com a idade pós-desmame, atingindo um platô entre 3 e 4 semanas pós-desmame. Entretanto, os autores acrescentam que quando lipídeos de maior digestibilidade são utilizados, o platô é atingido em idade mais precoce.

Segundo Dove (1993), os óleos vegetais têm maior digestibilidade que as gorduras animais durante a primeira semana pós-desmame. Entretanto, na quarta semana pós-desmame há pouca diferença entre a digestibilidade de lipídeos de origem vegetal e animal (Frobish et al., 1970; Cera et al., 1988 a; b; 1989 a; b; 1990 a; b).

Pesquisas têm evidenciado que a utilização de óleo de soja como fonte de ácidos graxos insaturados nas dietas favorece também a absorção de ácidos graxos saturados (Scott et al., 1976; Matteos & Sell, 1980 a; b).

Sendo assim, Li et al. (1990) conduziram um experimento para avaliar as vilosidades intestinais quando os leitões desmamados recebiam dietas suplementadas com 5% de óleo de soja ou coco individualmente, ou 2,5% de cada uma das fontes combinadas. As vilosidades intestinais foram maiores e mais circulares quando usada a combinação do óleo de soja e gordura de coco em relação às duas fontes de lipídeos individualmente. Não houve nenhuma diferença estatística na profundidade das criptas entre as fontes de lipídeos fornecidas individualmente ou combinadas. Os leitões alimentados com dieta suplementada com óleo de soja ou gordura de coco separadamente apresentaram vilosidades mais curtas e mais finas. Isto confirma o estudo de Cera et al. (1988c), no qual leitões alimentados com dietas suplementadas com 6% de óleo de milho tiveram as vilosidades mais curtas durante a fase inicial.

Existem poucas pesquisas sobre a influência da adição de lipídeos na dieta com relação à taxa de passagem e à velocidade de esvaziamento gástrico e, conseqüentemente, quanto à melhora na digestibilidade de outros nutrientes. Hunt & Knox (1968) constataram que um aumento no nível de gordura na dieta diminuiu a taxa de esvaziamento gástrico. Seguindo este raciocínio, Li & Sauer (1994) postularam que uma demora do esvaziamento gástrico levaria a uma taxa mais lenta de passagem da dieta no intestino delgado e resultaria em maior digestibilidade principalmente dos aminoácidos, considerando o tempo requerido para a digestão da proteína e/ou absorção de aminoácidos como um fator limitante. Porém, estudos realizados por Imbeah & Sauer (1991) não constataram nenhum efeito do nível de inclusão de óleo de canola na dieta (2, 6 e 10%) quanto à taxa de passagem medida no íleo distal.

2.3 Digestibilidade Ileal de Aminoácidos em dietas com adição de lipídeos.

A digestibilidade ileal em detrimento da fecal é adotada para minimizar os efeitos da microbiota presente no intestino grosso e, assim, propiciar valores mais reais com relação à digestibilidade dos nutrientes fornecidos. Entretanto, poucos estudos têm sido realizados para avaliar a influência dos lipídeos dietéticos sobre a digestibilidade ileal dos aminoácidos.

Estudos com suínos em crescimento-terminação mostraram uma melhoria na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos quando o nível de inclusão de óleo de canola na dieta foi aumentado de 2 a 10%. Para os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais, os aumentos variaram de 1,5 a 4,9% para arginina e treonina, respectivamente (Imbeah & Sauer, 1991). Da mesma forma, Jorgensen et al. (1985) constataram aumentos mais discretos na digestibilidade ileal da proteína bruta, metionina e treonina em dietas em que a inclusão de gordura foi aumentada de 3 a 15%. Em outro estudo, Jørgensen et al. (1993), utilizando suínos em crescimento, constataram que a digestibilidade ileal da proteína bruta não foi afetada pelo

nível de óleo de soja (0 a 30g/kg dieta). A falta de padronização dos experimentos encontrados na literatura utilizando diferentes níveis e tipos de lipídeos, tipo de dieta, métodos analíticos e experimentais e diferentes animais pode ser apontada como responsável pelas diferenças nas respostas de digestibilidade da proteína bruta e/ou aminoácidos.

O tipo de óleo interfere de forma diferente na digestibilidade dos aminoácidos. Albin et al. (2000) avaliaram a digestibilidade ileal dos aminoácidos quando foram incluídos 0%, 10% e 20% de óleo de soja e de palma às dietas. Os coeficientes de digestibilidade para arginina e leucina foram melhores com a adição de 20% de óleo de soja. Melhorias também foram observadas na digestibilidade ileal da serina, histidina, arginina, tirosina e leucina com adição de 10% e 20% de óleo de soja. Quando foi acrescentado óleo de palma, as digestibilidades ileais da serina, histidina, arginina e fenilalanina também foram melhoradas.

Li & Sauer (1994) constataram melhoria na digestibilidade ileal de alguns aminoácidos ao acrescentarem óleo de canola às dietas de leitões desmamados. Dos aminoácidos essenciais, houve diferença de 1,4% para arginina e 3,6% para treonina; dos aminoácidos não essenciais, houve diferença de 1,0% para a serina e 5,6% para a glicina. Comparada à dos outros aminoácidos, as digestibilidades ileais aparentes da arginina, lisina e metionina foram relativamente altas, enquanto as da treonina e da glicina foram relativamente baixas. Resultados similares com suínos em crescimento alimentados com dieta à base de milho ou cereais e farelo de soja foram também citados por Knabe et al. (1989) e Sauer et al. (1991).

A glicina, maior constituinte basal dos sais biliares conjugados, corresponde a cerca de mais de 90% do total dos aminoácidos secretados no suco biliar dos suínos (Souffrant, 1991). Os sais biliares conjugados são degradados no íleo distal através de bactérias intestinais, dos quais 90% são reabsorvidos por transporte ativo, entrando na circulação entero-hepática.

Porém, a glicina desconjugada não é reabsorvida (Shiau, 1987, Newsholme & Leech, 1988). Além disso, as secreções do intestino delgado, entre as quais está o muco, provêm da proporção maior de nitrogênio para as secreções de nitrogênio endógeno no intestino delgado. Como foi constatado por Neutra & Forstner (1987), o muco constituído por 95% de glicoproteína é muito rico em treonina, serina e prolina. A baixa digestibilidade ileal aparente da treonina pode ser resultado, em parte, de sua baixa taxa de absorção no intestino delgado (Buraczewska, 1979).

De acordo com o descrito, há a necessidade da realização de pesquisas que avaliem a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos através da estimação das perdas endógenas, através das quais pode ser possível identificar o verdadeiro valor da adição de lipídeos à dieta e sua influência na absorção e secreção endógena de aminoácidos.

2.4 Perdas Endógenas de Nitrogênio

Perdas endógenas de nitrogênio no intestino (PEN) estão classicamente definidas como o nitrogênio presente na digesta ou nas fezes de animais alimentados com dietas isentas de proteína (Mitchell, 1924). As PEN consistem principalmente em nitrogênio das enzimas digestivas, mucoproteínas, descamações dos enterócitos, albumina, peptídeos, aminoácidos, amidas e aminas (Moughan & Schutttert, 1991). Este nitrogênio também pode ser proveniente de pêlos ingeridos e bactérias, que não são considerados fontes de nitrogênio endógeno. Para o estudo da digestibilidade ileal verdadeira há necessidade de contabilizar essas perdas.

Segundo Dierick et al. (1986 a; b), a flora ileal degrada quantidades significativas de aminoácidos para formar amônia e aminas e 25 a 30% do nitrogênio total no íleo são de origem bacteriana. Schulze et al. (1994), pesquisando o efeito do nível de fibra dietética no fluxo endógeno de nitrogênio,

calcularam que a contribuição do nitrogênio bacteriano foi maior que 50% do nitrogênio total presente no íleo.

O nitrogênio endógeno presente na área do trato digestório é proveniente de várias regiões. O intestino delgado, seguido pelo pâncreas e pelas glândulas salivares, propicia a maior contribuição ao total de perda endógena de nitrogênio (Auclair, 1986, citato por Souffrant, 1991). Dados anteriores compilados por Low (1985) (Tabela 1), embora obtidos sob diferentes condições experimentais, apresentaram quantidades similares de PEN em suínos de 40kg consumindo 1,7kg por dia de dietas à base de farinha de peixe e cevada ou cevada e soja. Porém, Souffrant (1991), em uma extensa revisão de literatura, mencionou que a estimativa do total de nitrogênio que chega ao intestino varia consideravelmente, entre 16 e 33 gramas/dia em suínos em crescimento. Em outra pesquisa, Souffrant et al. (1993) calcularam a contribuição de nitrogênio endógeno da bile, pâncreas e outros tecidos do intestino como sendo 1,7; 1,9 e 7,1g/dia, respectivamente.

TABELA 1. Quantidade de perda endógena de nitrogênio no intestino de suínos em crescimento.

Origem	Quantidade (g/dia)	% do Total
Saliva/ suco gástrico	3,1	5,8
Bile	2,5	4,7
Pâncreas	2,5	4,7
Intestino delgado	32,1	59,9
Intestino grosso	13,4	25,0
Total	53,6	100

Low (1985)

O nitrogênio endógeno secretado pode ser digerido junto com o nitrogênio dietético e seus produtos podem ser reabsorvidos (Fuller 1991). Porém, até que ponto essa reabsorção ocorre não está claramente estabelecido.

Estima-se que 70 a 80% sejam reabsorvidos antes do íleo terminal (Souffrant et al. 1986; 1993; Krawielitzki et al., 1994). Isto indica que somente 20 a 30% das secreções endógenas totais do intestino necessitam ser determinadas na perda endógena de nitrogênio e digestibilidade ileal verdadeira do aminoácido.

Aminoácidos livres e peptídeos pequenos são prontamente absorvidos, correspondendo, assim, a uma porcentagem menor das PEN no íleo terminal (Moughan & Schuttert, 1991). O volume de nitrogênio endógeno recuperado no íleo distal é composto de células e proteínas de mucina, sendo estas resistentes à hidrólise enzimática (Taverner et al., 1981; Moughan & Schuttert, 1991). Conseqüentemente, prolina e glicina, os aminoácidos principais das proteínas da mucina, são os principais constituintes do nitrogênio endógeno recuperado no íleo distal. Wünsche et al. (1987), citados por Souffrant (1991), mostraram que 65% do nitrogênio endógeno são compostos de aminoácidos não essenciais e prolina e glicina representaram, respectivamente, 25 e 12% do total de aminoácidos recuperados. Anteriormente, Sauer et al. (1977) constataram valores maiores: aminoácidos não essenciais responderam por 78% dos aminoácidos totais e prolina e glicina, respectivamente, representaram 43% e 13% dos aminoácidos totais.

A secreção e/ou reabsorção de nitrogênio endógeno é influenciada por muitos fatores, incluindo peso corporal, diferentes tipos de alimentos, conteúdo e qualidade da proteína da dieta, conteúdo de fibra, consumo de matéria seca e presença de fatores antinutricionais.

A adição de certos ingredientes estimula as secreções do trato digestório, o que pode ser observado quando lipídeos são adicionados à dieta. Juste et al. (1983) estudaram o fluxo da bile, lipídios biliares e pool de ácidos biliares quando 3 níveis de gordura (2, 10, 20%) foram fornecidos a suínos em crescimento. Os autores constataram que a produção de ácidos biliares foi 49% maior na dieta que continha 10% de gordura em relação à que continha 2% de gordura, enquanto nenhum aumento adicional foi observado com o acréscimo de

20%. A produção de fosfolipídeos biliares aumentou 29,0% entre 2 e 10% e 69,5% entre 10 e 20% de inclusão de gordura. Neste mesmo trabalho constatou-se que o aumento correspondente à produção de colesterol biliar foi maior que 33% entre 2 e 10% ou 10 e 20% de gordura.

A presença de lipídeos no duodeno estimula a produção de colecistocinina, a qual, por sua vez, estimula a produção de bile e suco pancreático. Aumentada a secreção de suco pancreático, a quantidade de enzimas digestivas no intestino delgado será maior; isto, associado ao fato de os lipídeos reduzirem a taxa de esvaziamento gástrico, pode possibilitar maior digestibilidade dos nutrientes da dieta, especialmente as proteínas.

De acordo com esta revisão bibliográfica, é importante ressaltar que a análise para quantificar as perdas endógenas é fundamental para verificar possíveis melhorias na digestibilidade de dietas com adição de lipídeos, pois uma maior secreção de bile e suco pancreático pode implicar também no aumento das perdas endógenas e, assim, subestimar a digestibilidade dos aminoácidos.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local

Os ensaios metabólicos foram conduzidos no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), durante o mês de novembro de 2003. O município de Lavras fica na região sul do Estado de Minas Gerais, a 21° 14' 30'' de latitude sul e 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 Determinação da Digestibilidade Ileal Aparente e Verdadeira

Foi conduzido um ensaio de metabolismo para determinar a digestibilidade ileal aparente e verdadeira em suínos em crescimento recebendo dietas com níveis crescentes de óleo de soja.

3.2.1 Animais e instalações

Foram utilizados dezesseis suínos mestiços (Landrace x Large White) machos castrados na fase de crescimento, com peso médio de $48,0 \pm 6,0$ kg. Os animais foram submetidos à cirurgia para implantação da cânula T simples segundo a técnica adaptada de Li et al. (1994).

3.2.2 Cirurgia para implantação de cânula

As cirurgias foram realizadas no centro cirúrgico de pequenos animais do Departamento de Medicina Veterinária - UFLA. Antes da cirurgia, os animais foram submetidos a 24 horas de jejum alimentar e a 12 horas de jejum hídrico. Após este período, receberam medicação pré-anestésica que constituiu da administração de 6mg/Kg de peso de Acepromazina e 1,5 ml de Azaperone, administrados via intramuscular profunda na dosagem de 3 mg/kg. Após 15

minutos, foi administrado o anestésico geral Tiopental sódico na dosagem de 10 mg/kg, aplicado lentamente na veia auricular esquerda. Feita a tricotomia e a assepsia da área cirúrgica, no lado direito posterior da parede abdominal procedeu-se a laparotomia por meio de uma incisão a aproximadamente 7cm de distância da última costela.

Após a separação do tecido subcutâneo, da camada muscular e do peritônio no íleo, foi executada uma incisão transversal na parede da junção íleo cecal para implantação e fixação da cânula, através de uma sutura de Cushing com o fio de sutura Cat-Gut 3-0. Em seguida fez-se uma pequena incisão na pele, a 4 ou 5 cm de distância da última costela, por onde a cânula foi exteriorizada. Durante a cirurgia, procedeu-se a irrigação periódica do íleo com solução fisiológica para evitar desidratação. Durante o processo cirúrgico, foram monitoradas as frequências cardíacas e respiratórias, além da temperatura retal. Finalmente, procedeu-se a sutura simples contínua do peritônio, das camadas musculares e do tecido subcutâneo; na pele foi feita uma sutura externa de 0,3mm de diâmetro com nylon monofilamento. Após a cirurgia, durante três dias consecutivos foi aplicada penicilina associada a estreptomicina, na dose de 30.000UI/kg/PV via intramuscular, e dipirona sódica na dose de 25 mg/kg para prevenir infecções e facilitar a recuperação dos animais. Curativos também foram feitos diariamente. Neste período os animais permaneceram em observação, com restrição alimentar e água à vontade por 24 horas, os quais, em seguida, foram alojados em baias individuais, passando a receber uma dieta prática de crescimento de forma gradativa. A sutura externa foi removida 10 dias após a cirurgia e os animais foram transferidos para as baias em que o experimento foi realizado.

3.2.3. Dietas experimentais

Para determinar a digestibilidade ileal aparente, os tratamentos consistiram de quatro dietas experimentais isoprotéicas à base de milho e farelo

de soja, formuladas para suínos em crescimento segundo Rostagno et al. (2000), com níveis crescentes de óleo de soja (0; 1,5; 3,0 e 4,5%) (Tabela 2). As dietas foram fornecidas umedecidas (1:1) às 8 e às 16 h, sendo o consumo em função do peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Os suínos receberam água à vontade. Em todas as dietas, foi adicionado 0,25% de óxido crômico (Cr_2O_3), utilizado como indicador da indigestibilidade dos nutrientes. Os valores de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos foram determinados com base nos níveis de cromo (Cr) nas dietas e nas digestas, por meio do cálculo do fator de indigestibilidade (FI), utilizando as seguintes fórmulas:

Para a determinação da digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos foram utilizadas duas fórmulas:

1 – Fator de indigestibilidade (FI)

$$\text{FI} = \left[\frac{\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{g na ração}}{\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{g na digesta ileal}} \right]$$

2 – Coeficiente de digestibilidade ileal aparente de aminoácidos - Rostagno & Featherston (1977).

$$\text{CDA}(\%) = \left[\frac{\text{mg AA/g dieta} - \text{mg AA/g E}_1 \times \text{FI}}{\text{mg AA/g dieta}} \right] \times 100$$

em que E_1 = digesta da dieta testada.

TABELA 2. Composição centesimal das dietas experimentais.

Ingrediente	Nível de óleo (%)			
	0,0	1,5	3,0	4,5
Milho moído	65,45	65,45	65,45	65,45
Farelo de Soja	27,00	27,00	27,00	27,00
Óleo de Soja	0,00	1,50	3,00	4,50
Fosfato Bicálcico	1,40	1,40	1,40	1,40
Calcáreo calcítico	0,80	0,80	0,80	0,80
Sal iodado	0,40	0,40	0,40	0,40
Px. Vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Px. Mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10
Óxido de Cromo	0,25	0,25	0,25	0,25
Caulim	4,50	3,00	1,50	0,00
Valor calculado³				
Proteína Bruta (%)	17,89	17,89	17,89	17,89
Energia Digestível (kcal/kg)	3198	3325	3452	3579
Extrato Etéreo (%)	2,63	4,11	5,6	7,08
Lisina Total (%)	0,91	0,91	0,91	0,91
Treonina (%)	0,69	0,69	0,69	0,69
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo disponível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36

¹ Conteúdo por kg de Premix 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).

² Conteúdo por kg de Premix 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)

³ Segundo Rostagno et al. (2000)

Outro ensaio foi conduzido para determinação da digestibilidade ileal verdadeira, no qual os mesmos animais receberam quatro dietas experimentais isentas de proteínas (DIP), com níveis crescentes de óleo de soja (0; 1,5; 3,0 e 4,5%) (Tabela 3) para quantificação das perdas endógenas. As dietas foram também fornecidas umedecidas (1:1), às 8 e às 16 h, sendo o consumo em função do peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$). Os suínos receberam água à vontade. Foi adicionado, em todas as dietas, 0,25% de óxido crômico (Cr_2O_3), utilizado como indicador da indigestibilidade dos nutrientes. Foram determinados os valores de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos, que foram calculados com base nos níveis de cromo (Cr) nas dietas e nas digestas, por meio do cálculo do fator de indigestibilidade (FI), utilizando as seguintes fórmulas:

1 – Coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos - Rostagno & Featherston (1977).

$$\text{CDV}(\%) = \left[\frac{\text{mg AA/g dieta} - \text{mg AA/g E}_1 \times \text{FI} + \text{PE}}{\text{mg AA/g dieta}} \right] \times 100$$

em que E_1 = digesta da dieta testada e PE = perda endógena

TABELA 3. Composição centesimal da Dieta Isenta de Proteína (DIP) .

Ingrediente	Nível de óleo (%)			
	0,0	1,5	3,0	4,5
Açúcar	39,00	39,00	39,00	39,00
Amido	45,00	45,00	45,00	45,00
Casca de Arroz	8,00	8,00	8,00	8,00
Óleo de soja	0,00	1,50	3,00	4,50
Fosfato Bicálcico	1,90	1,90	1,90	1,90
Calcáreo calcítico	0,75	0,75	0,75	0,75
Sal iodado	0,40	0,40	0,40	0,40
Px. Vitamínico ¹	0,10	0,10	0,10	0,10
Px. Mineral ²	0,10	0,10	0,10	0,10
Óxido de Cromo	0,25	0,25	0,25	0,25
Caulim	4,50	3,00	1,50	0,00
Valor Calculado				
Proteína Bruta (%)	0,28	0,28	0,28	0,28
Energia Digestível (kcal/kg)	3211	3338	3465	3592
Extrato Etéreo (%)	0,08	1,56	3,05	4,53
Cálcio (%)	0,76	0,76	0,76	0,76
Fósforo disponível (%)	0,36	0,36	0,36	0,36

¹ Conteúdo por kg de Premix 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).

² Conteúdo por kg de Premix 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)

³ Segundo Rostagno et al. (2000)

A composição em aminoácidos das dietas utilizadas no experimento foi determinada no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, através de

cromatografia líquida de alta eficiência, utilizando aparelho Varian®, série 9000, e encontra-se na Tabela 4.

TABELA 4. Composição de aminoácidos das dietas em porcentagem na matéria seca.

Aminoácido	Dieta	
	Milho + Farelo de Soja	Dieta Isenta de Proteína
Glutamato	0,94	0,041
Serina	0,47	0,005
Glicina	0,74	0,005
Histidina	0,59	0,000
Arginina	1,46	0,018
Treonina	0,67	0,008
Alanina	0,75	0,019
Prolina	1,68	0,003
Tirosina	0,63	0,011
Valina	0,50	0,006
Fenilalanina	0,70	0,011
Lisina	0,76	0,011
Aminoácidos Totais	9,865	0,138

3.2.4 Coleta da digesta

Os suínos foram alojados em baias providas de comedouro e bebedouro tipo chupeta. O período experimental teve duração de 4 dias, 3 de adaptação às dietas e 1 de coleta da digesta ileal, sendo esta efetuada de maneira ininterrupta, durante 24 horas.

Após a coleta, o volume total de digesta produzido foi homogeneizado e congelado em recipientes plásticos devidamente identificados, sendo liofilizado e submetido às análises laboratoriais.

3.2.5 Análises laboratoriais

Das dietas e digestas foi analisada a matéria seca (MS), de acordo com os métodos descritos pela AOAC (1990).

A composição de aminoácidos das dietas e digestas foi determinada no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO/UFLA, através de cromatografia líquida de alta eficiência utilizando aparelho Varian®, série 9000, de acordo com a seguinte metodologia:

Foram pesados 200mg de cada amostra em tubo de hidrólise. Após hidrólise por HCl 6N durante 22 a 24 horas em atmosfera de nitrogênio na temperatura de 110°C, foram coletado 250 µl de cada amostra, os quais foram liofilizadas para extração do HCl. Em seguida foram adicionados, em cada amostra, 40 µl de padrão interno (ácido alfa-amino-butírico), 33µl de trietilamina, 33 µl metanol, 33 µl água deionizada e filtrada em membrana de 0,45µc, sendo as amostras liofilizadas novamente. A etapa seguinte constituiu em adicionar 50 µl de etanol a 50% e 75 µl de solução recém-preparada de PITC (7 partes de etanol 90%, 2 partes de trietilamina, 1 parte de fenilisotiocianato). As amostras foram mantidas em atmosfera de nitrogênio durante 10 minutos em temperatura ambiente, para a derivatização, e liofilizadas pela última vez. Após este procedimento, cada amostra foi retomada com fase móvel e eluída em coluna Aminotag C-18 à temperatura de 36°C. Triptofano não foi analisado, pois é necessária a utilização de hidrólise alcalina. Por problemas na diferenciação da cisteína, aspartato, isoleucina, leucina, metionina e cistina, não foi possível determinar estes aminoácidos.

3.2.6 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 4 repetições, sendo os blocos formados de acordo com a categoria de peso dos animais e a unidade experimental constituída pelo animal.

O modelo estatístico adotado para análise dos dados de avaliação da digestibilidade ileal foi:

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

Em que:

Y_{ij} = o valor observado do tratamento i na repetição j ;

μ = uma constante associada a todas observações;

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

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

e_{ij} = erro experimental associado a cada observação, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ^2 .

Os dados referentes aos tratamentos foram submetidos à análise de variância segundo SISVAR (Sistema para Análise de Variância de Dados Balanceados), desenvolvido por Ferreira (2000).

3.2.7 Variáveis analisadas

Foram analisados os Coeficientes de Digestibilidade Ileal Aparente e Verdadeira do glutamato, serina, glicina, arginina, alanina, prolina, tirosina, histidina, treonina, valina, fenilalanina, lisina, aminoácidos não essenciais e aminoácidos essenciais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos

Os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5. Coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos (%) em função dos níveis de óleo na dieta.

Aminoácido	Nível de óleo (%)				EPM	CV (%)
	0,0	1,5	3,0	4,5		
Glutamato	48,10	50,93	53,67	57,37	7,36	28,05
Serina ¹	46,67	75,81	72,82	79,03	7,90	23,04
Glicina	65,82	76,62	78,04	78,09	7,43	19,91
Arginina	90,37	92,48	94,91	92,35	2,28	4,93
Alanina	81,59	86,62	87,06	84,82	3,04	7,15
Prolina	94,71	95,98	96,68	95,56	1,51	3,16
Tirosina	74,10	80,33	89,31	71,19	5,91	15,00
Total ²	71,62	79,82	81,78	79,77	1,49	3,81

Aminoácido	Nível de Óleo (%)				EPM	CV (%)
	0,0	1,5	3,0	4,5		
Histidina	70,12	74,28	75,46	72,97	7,76	21,22
Treonina ¹	56,11	66,05	71,00	79,90	3,64	10,66
Valina ²	74,28	91,49	90,09	82,40	4,23	10,00
Fenilalanina ²	82,61	87,11	89,96	78,61	2,84	6,71
Lisina	78,31	73,16	79,51	76,30	3,07	8,0
Total	72,29	78,42	81,20	78,04	1,58	4,09

¹efeito linear (P<0,05)

²efeito quadrático (P<0,05)

A inclusão de óleo em até 4,5% da dieta não alterou significativamente ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da maioria dos aminoácidos não essenciais, como glutamato, glicina, arginina, alanina, prolina e tirosina. Estes resultados estão de acordo com Allee & Frank (2001), que não observaram aumento na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos com a adição de 2 a 11% de óleo de milho à dieta para suínos em crescimento.

Quanto ao coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais, a histidina e a lisina não apresentaram diferença significativa. Entretanto, Li & Sauer (1994) relataram que o aumento do óleo de canola de 3,2 para 9,2% em dietas para leitões melhorou a digestibilidade da lisina em 3,2%. De forma similar, Imbeah & Sauer (1991), também utilizando óleo de canola, encontraram aumento na digestibilidade da lisina em 2,3% quando a suplementação passou de 2 para 10% para suínos em crescimento. Para os níveis de inclusão de 2 e 6% não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos.

Estes resultados estão de acordo com estudos de Jorgensen et al. (1985), que observaram aumentos ($P < 0.05$) na digestibilidade ileal da lisina, metionina e treonina quando o nível de óleo foi aumentado de 3 para 15% em dietas para suínos em crescimento.

Possivelmente os coeficientes de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$) devido aos baixos níveis de inclusão de óleo utilizados neste trabalho.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos outros aminoácidos analisados que apresentaram diferença significativa ($P<0,05$) serão discutidos a seguir.

4.1.1 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não essenciais.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente da soma dos aminoácidos não essenciais apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$). Observando a Figura 1, verifica-se um aumento na digestibilidade dos aminoácidos não essenciais até o nível de 3,02% de inclusão de óleo. Segundo Li & Sauer (1994), houve efeito linear significativo para a maioria dos aminoácidos não essenciais, com aumentos nos valores de digestibilidade variando de 1,0% para a serina até 5,6% para a glicina, quando compararam níveis de inclusão de 3,2% para 12,2% de óleo de canola. Jorgensen et al. (1985) relataram resultados semelhantes quando trabalharam com suínos em crescimento e terminação.

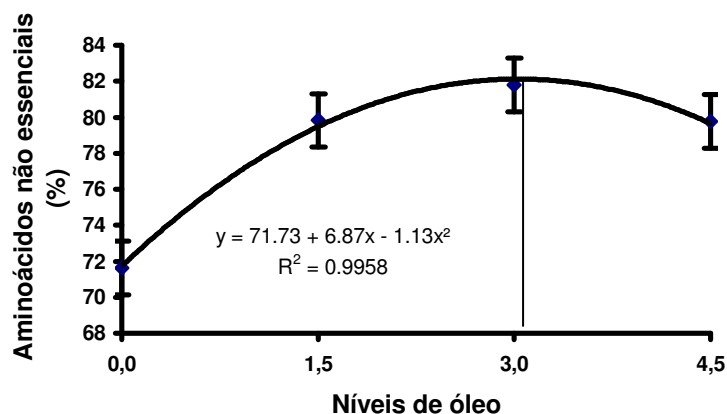


FIGURA 1. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não essenciais.

4.1.2 Digestibilidade ileal aparente da serina.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente da serina apresentou efeito linear ($P < 0,05$). Observando a Figura 2, verifica-se um aumento na digestibilidade da serina conforme aumenta a inclusão de óleo dentro dos níveis estudados. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Albin et al. (2001), que encontraram aumento linear na digestibilidade da serina com o aumento dos níveis de óleo de soja, porém discordam dos resultados de Li & Sauer (1994), os quais não encontraram efeito significativo na digestibilidade da serina.

A digestibilidade ileal aparente da serina aumentou em 29,14% quando a dieta foi suplementada com 1,5% de óleo de soja; no entanto, com o aumento da suplementação de 1,5% até 4,5% de óleo de soja, a digestibilidade aumentou em apenas 3,22 %.

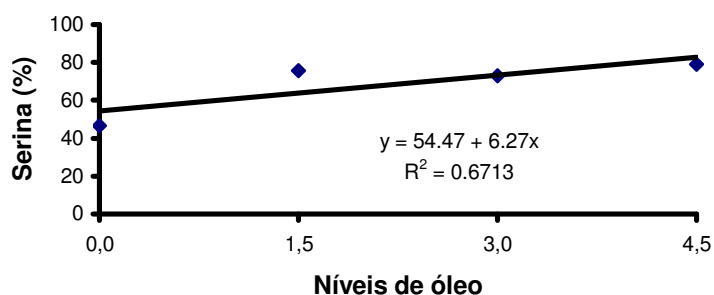


FIGURA 2. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da serina.

4.1.3 Digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$). Observando a Figura 3, verifica-se um aumento na digestibilidade da soma dos aminoácidos essenciais analisados até o nível de 2,90% de inclusão de óleo. O grau de inclinação da curva entre os níveis 0,0 e 1,5% foi maior que entre os níveis 3,0 e 4,5%, mostrando que a adição de óleo representa uma melhora considerável no coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais; após o ponto de máxima digestibilidade há uma pequena queda nesses coeficientes.

Li & Sauer (1994) observaram efeito linear ($P < 0,05$) para todos os aminoácidos essenciais, exceto metionina, quando compararam níveis de inclusão de 3,2% para 12,2% de óleo de canola para leitões. Imbeah & Sauer (1991), em estudos com suínos em crescimento e terminação, também observaram aumentos na digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais, exceto para isoleucina e leucina, quando o nível de óleo de canola foi aumentado de 2 para 10%.

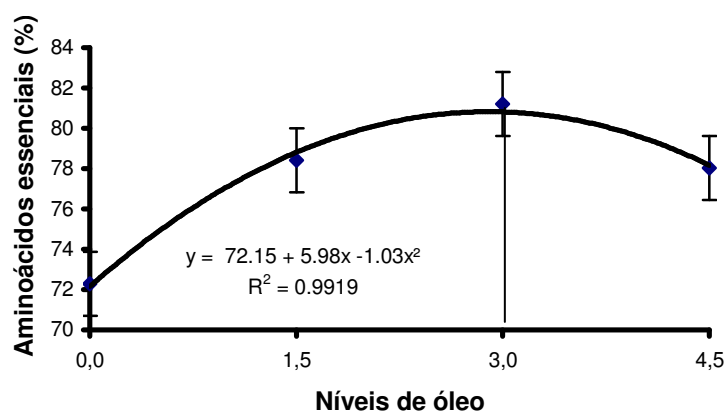


FIGURA 3. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais.

4.1.4 Digestibilidade ileal aparente da treonina.

O coeficiente de digestibilidade ileal aparente da treonina apresentou efeito linear ($P < 0,05$). Observa-se, pela Figura 4, que houve um aumento na digestibilidade da treonina conforme aumentou a inclusão de óleo dentro dos níveis estudados, sendo este aumento de 23,79% quando a dieta foi suplementada com 4,5% de óleo de soja.

Esse resultado está de acordo com os encontrados por Li & Sauer (1994), que observaram efeito linear significativo ($P < 0,05$) para a treonina e aumento de 3,6% no valor de digestibilidade quando compararam níveis de inclusão de 3,2% para 12,2% de óleo de canola para leitões. Imbeah & Sauer (1991), em estudos com suínos em crescimento e terminação, também observaram aumentos na digestibilidade ileal aparente da treonina quando o nível de óleo de canola foi aumentado de 2 para 10%, obtendo um aumento de 4,9% na digestibilidade. Jorgensen et al. (1985), estudando suínos em crescimento, relataram aumentos pequenos na digestibilidade ileal da treonina nas dietas nas quais o nível de óleo foi aumentado de 3 para 15%.

Contrário a estes resultados, Albin et al. (2001) não observavam efeito significativo para a digestibilidade ileal aparente da treonina.

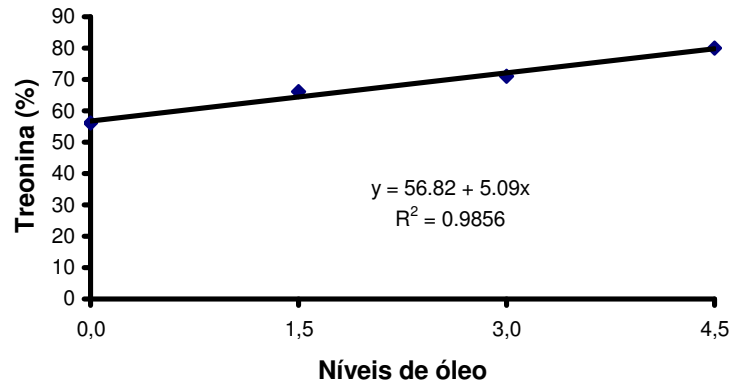


FIGURA 4. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal aparente da treonina.

O valor extra calórico dos lipídeos tem como fundamento o fato de que a presença de lipídeos no duodeno reduz a taxa de esvaziamento gástrico e estimula a produção de colecistocinina, a qual, por sua vez, irá atuar no pâncreas com o intuito de aumentar a quantidade de lipase no duodeno; e como a concentração de lipase no suco pancreático não é alterada, a colecistocinina propicia o aumento da secreção do suco pancreático como um todo, aumentando a quantidade de amilases pancreáticas e zimogênios das proteases, também secretados no suco pancreático, além da lipase pancreática.

Segundo Li & Sauer (1994), poder-se-ia postular a hipótese de que uma demora do esvaziamento gástrico resultaria em uma taxa mais lenta de passagem da dieta no intestino delgado, resultando em maior digestibilidade dos aminoácidos, considerando o tempo requerido para a digestão da proteína e/ou absorção de aminoácidos como um fator limitante.

Existem poucas pesquisas sobre a influência da adição de lipídeos na dieta com relação à taxa de passagem, à velocidade de esvaziamento gástrico e à conseqüente melhora na digestibilidade de outros nutrientes. Hunt & Knox (1968) constataram que um aumento no nível de gordura na dieta diminuiu a

taxa de esvaziamento gástrico. Porém, estudos realizados por Imbeah & Sauer (1991) não constataram nenhum efeito do nível de inclusão de óleo de canola na dieta (2, 6 e 10%) sobre a taxa de passagem medida no íleo distal.

Assim, o mecanismo pelo qual o óleo melhora a digestibilidade dos aminoácidos ainda não está claro.

4.2 Perdas endógenas de aminoácidos

Os valores das perdas endógenas de aminoácidos encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6. Perdas endógenas de aminoácidos em porcentagem da matéria seca da digesta e porcentagem do aminoácido em relação ao total de aminoácidos da digesta referentes às dietas suplementadas com óleo.

Aminoácido	Perdas endógenas							
	0,0%	% AAT*	1,5%	% AAT*	3,0%	% AAT*	4,5%	% AAT*
Glutamato	1,43	6,51	4,01	7,93	1,39	3,88	3,09	9,67
Serina	1,29	5,90	2,67	5,29	2,42	6,77	2,36	7,37
Glicina	3,01	13,72	2,92	5,78	3,43	9,60	2,10	6,56
Arginina	2,32	10,59	10,58	20,94	7,40	20,68	6,15	19,22
Alanina	0,21	0,97	2,28	4,52	1,08	3,02	2,55	7,98
Prolina	4,70	21,41	7,03	13,91	5,44	15,20	3,89	12,17
Tirosina	1,85	8,42	5,28	10,44	2,03	5,68	2,34	7,33
Histidina	0,70	3,21	1,13	2,25	1,00	2,80	0,85	2,67
Treonina	0,46	2,11	2,70	5,35	1,25	3,51	2,43	7,61
Valina	0,64	2,91	4,62	9,15	1,81	5,08	1,34	4,21
Fenilalanina	0,79	3,62	1,86	3,68	1,33	3,71	0,95	2,99
Lisina	4,53	20,63	5,42	10,74	7,18	20,06	3,92	12,24
Não essenciais	14,84	67,52	34,79	68,82	23,21	64,84	22,51	70,29
Essenciais	7,14	32,48	15,76	31,18	12,59	35,16	9,51	29,71
AAT analisados	21,98	100	50,55	100	35,80	100	32,03	100

* Aminoácidos Totais analisados.

As perdas endógenas do total de aminoácidos analisados seguiram o seguinte comportamento. Houve aumento de 8,62% nas perdas endógenas na dieta suplementada com 1,5% de óleo de soja; no entanto, com o aumento da suplementação de 1,5% até 4,5% de óleo de soja, as perdas endógenas foram menores, ou seja, houve aumento de 5,45 % para o nível de suplementação de 3,0% e de 2,38% para o nível de suplementação de 4,5% de óleo quando comparado à dieta sem suplementação de óleo. Estes resultados demonstram que o óleo influencia as perdas endógenas de aminoácidos recuperados no feno; porém, com o aumento dos níveis de suplementação, as perdas endógenas diminuem.

A porcentagem de aminoácidos, em comparação com o total de aminoácidos encontrado em outros trabalhos, é bastante variável. Nas dietas com 0,0% de suplementação, 67,52% do nitrogênio das perdas endógenas provêm dos aminoácidos não essenciais. Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Wünsche et al. (1987), citados por Souffrant (1991), mostrando que 65% do nitrogênio endógeno é composto de aminoácidos não essenciais. Estes autores também encontraram 25% do nitrogênio vindo da prolina e 12% da glicina, valores semelhantes aos encontrados no presente trabalho, em que a prolina correspondeu a 21,41% e a glicina, a 13,72% do total de aminoácidos. Anteriormente, Sauer et al. (1977) obtiveram valores maiores, segundo os quais aminoácidos não essenciais responderam por 78% dos aminoácidos totais e prolina e glicina representaram 43% e 13% dos aminoácidos totais, respectivamente.

Estes resultados se devem ao fato de que a prolina e a glicina são os principais aminoácidos presentes no muco, sendo a mucina rica em treonina, serina e prolina (Li & Sauer, 1994).

Uma explicação para a abundância de prolina na digesta de animais alimentados com dietas isentas de proteína pode ser a quantidade significativa de proteínas que é quebrada no músculo destes animais para satisfazer as

exigências de aminoácidos para manutenção (De Lange et al., 1989). A proteína liberada no tecido muscular contém grandes quantidades de glutamina, que é transportada para os enterócitos e metabolizada a glutamato, amônia, citrulina e prolina. Por causa do fluxo de prolina no lúmen intestinal e da sua reabsorção lenta, esperava-se que a digesta ileal de animais alimentados com dietas isentas de proteína tivesse um conteúdo alto de prolina.

Na dieta com 1,5% de suplementação de óleo, 68,82% do nitrogênio das perdas endógenas provêm dos aminoácidos não essenciais. Estes resultados não estão de acordo com os encontrados por Pozza (1998), que utilizou dieta isenta de proteína, com adição de 1,7% de óleo de soja, e observou que apenas 58,95 % do nitrogênio endógeno é composto de aminoácidos não essenciais. Além disso, a proporção entre os aminoácidos estudados foi bem diferente da encontrada neste trabalho. Por outro lado, Thiré (1986), utilizando uma dieta isenta de proteína com 3,0% de óleo de soja, encontrou 67,28% de aminoácidos não essenciais. Este resultado está de acordo com os encontrados neste estudo (64,84%), além de a proporção entre os aminoácidos estudados não ser tão diferente quando foi comparada com os resultados de Pozza (1998).

4.3 Digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos

Os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7. Coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos (%) em função dos níveis de óleo na dieta.

Aminoácido não essencial	Nível de óleo (%)				EPM	CV (%)
	0,0	1,5	3,0	4,5		
Glutamato	49,62	55,21	55,15	60,67	7,36	26,70
Serina ¹	49,42	81,47	77,96	84,03	7,90	21,58
Glicina	69,91	80,58	82,70	80,94	7,43	18,92
Arginina ²	91,97	99,11	99,43	96,58	2,25	4,65
Alanina	81,88	89,69	88,51	88,24	3,04	6,98
Prolina	97,19	98,83	99,04	97,88	1,11	2,27
Tirosina ²	77,04	88,73	92,54	74,93	5,91	14,18
Total ²	73,86	84,80	85,05	83,32	1,53	3,74

Aminoácido essencial	Nível de óleo (%)				EPM	CV (%)
	0,0	1,5	3,0	4,5		
Histidina	71,32	76,22	77,17	74,43	7,77	20,77
Treonina ¹	56,80	70,09	72,88	83,54	3,64	10,27
Valina ²	75,57	98,79	93,76	85,12	4,29	9,72
Fenilalanina ²	83,74	89,77	91,85	79,98	2,84	6,57
Lisina	84,29	80,32	88,99	81,48	3,07	7,33
Total ²	74,35	83,04	84,93	80,91	1,58	3,92

¹ efeito linear (P<0,05)

² efeito quadrático (P<0,05)

Os valores de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos foram superiores quando comparados aos valores de digestibilidade ileal aparente. Este resultado já era esperado, visto que no cálculo da digestibilidade verdadeira é considerada a quantidade de aminoácidos endógenos recuperados no íleo.

A inclusão de óleo em até 4,5% não alterou significativamente ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos não essenciais como o glutamato, glicina, alanina e prolina. Quanto ao coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais, a histidina e a lisina também não apresentaram diferença significativa.

Em todos aminoácidos analisados, o nível de inclusão de óleo não interferiu nos valores de perda endógena a ponto de alterar o padrão de distribuição dos dados de digestibilidade ileal aparente para a digestibilidade ileal verdadeira, com exceção da arginina e da tirosina, para as quais os coeficientes de digestibilidade ileal verdadeira apresentaram efeito quadrático.

4.3.1 Digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais.

O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais apresentou efeito quadrático ($P<0,05$).

Observa-se, pela Figura 5, que houve um aumento na digestibilidade da soma dos aminoácidos não essenciais até o nível de inclusão de óleo 2,93%. O aumento na digestibilidade dos aminoácidos não essenciais foi de 10,94% quando a dieta foi suplementada com 1,5% de óleo de soja; no entanto, após o ponto de máxima e com o aumento da suplementação, houve uma pequena redução nesses coeficientes.

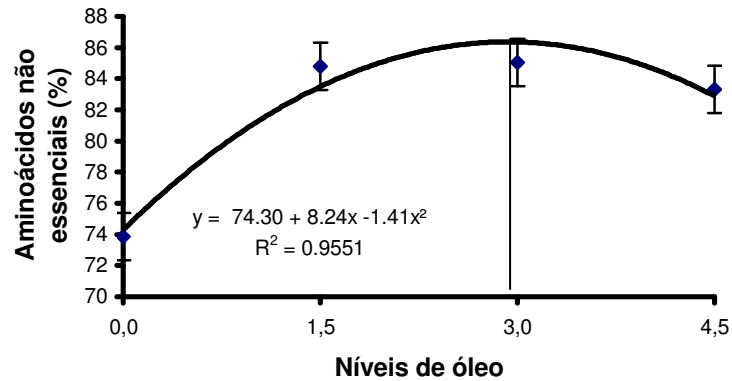


FIGURA 5. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais.

4.3.2 Digestibilidade ileal verdadeira da serina.

O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da serina apresentou efeito linear ($P < 0,05$).

Observa-se, pela Figura 6, que houve um aumento de 32,05% na digestibilidade da serina quando a dieta foi suplementada com 1,5% de óleo de soja; no entanto, com o aumento da suplementação de 1,5% até 4,5% de óleo de soja, a digestibilidade aumentou em apenas 2,56 %.

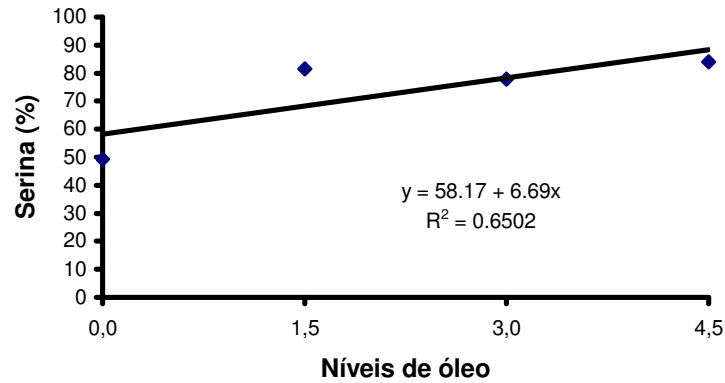


FIGURA 6. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da serina.

4.3.3 Digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais.

O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da soma de aminoácidos essenciais apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$).

Observa-se, pela Figura 7, que houve um aumento na digestibilidade da soma dos aminoácidos essenciais até o nível de inclusão de óleo 2,76%. O aumento na digestibilidade dos aminoácidos essenciais foi de 10,01% quando a dieta foi suplementada com 1,5% de óleo de soja; no entanto, com o aumento da suplementação e após o ponto de máxima, houve uma pequena redução nesses coeficientes.

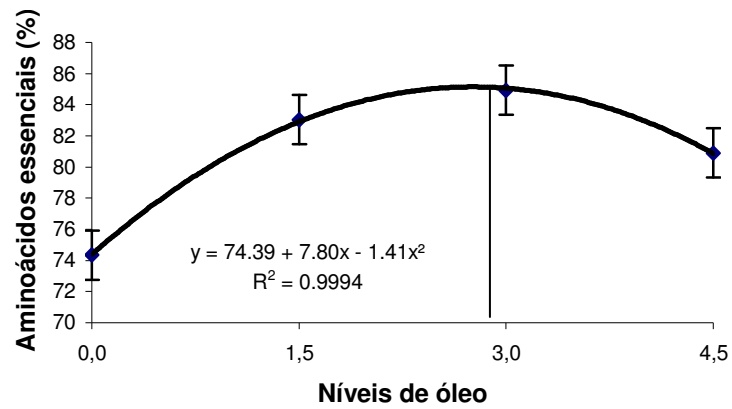


FIGURA 7. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais.

4.3.4 Digestibilidade ileal verdadeira da treonina.

O coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da treonina apresentou efeito linear ($P < 0,05$). Observa-se, pela Figura 8, que houve um aumento na digestibilidade da treonina conforme aumentou a inclusão de óleo dentro dos níveis estudados, sendo este aumento de 26,74% quando a dieta foi suplementada com 4,5% de óleo de soja.

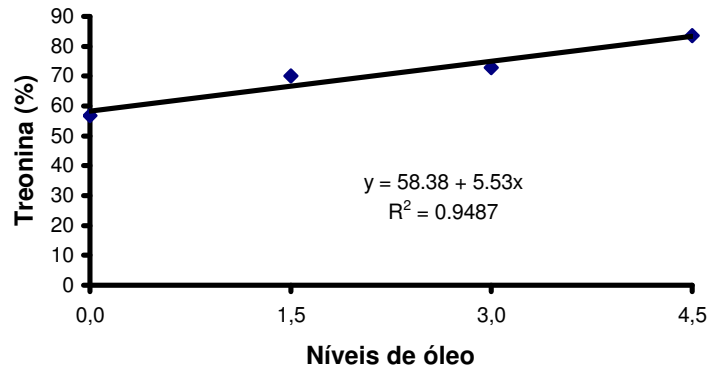


FIGURA 8. Efeito dos níveis de óleo sobre o coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da treonina.

5 CONCLUSÕES

Conclui-se que os melhores valores de digestibilidade ileal aparente e verdadeira dos aminoácidos não essenciais e essenciais são obtidos pela adição de 2,8 a 3,0% de óleo à dieta de suínos em crescimento.

Os níveis de óleo influenciam as perdas endógenas de aminoácidos, porém há contradição entre os resultados encontrados na literatura, necessitando de estudos mais específicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBIN, D.M. et al. The effect of dietary level of soybean oil and palm oil on apparent ileal amino acid digestibility and postprandial flow patterns of chromic oxide and amino acids in pigs. **Department of Animal Sciences**, Jun 2001.

ALLEE, G.L.; FRANK, J.K. Effect of corn oil on amino acid digestibility of soybean meal. **Research Reports from the Nutrient Composition and Carbohydrate Utilization Teams for the Soy/Swine Nutrition Research Program**, Missouri, p.24-32, Aug. 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Agricultural chemicals, contaminants and drugs. In: _____. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 15.ed. Arlington, 1990. v.1. 684p.

BAYLEY H. S., LEWIS D. The use of fats in pig feeding. I. Pig faecal fat not of immediate dietary origin. **J. Agric. Sci. Camb.** 1965; 64:367-372

BORGSTRÖM A.; ERLANSON-ALBERTSON C.; BORGSTRÖM B. Human pancreatic proenzymes are activated at different rates in vitro. **Scand. Journal Gastroenterol**, v.28, p.455-459, 1993.

BURACZEWSKA, L. Secretion of nitrogenous compounds into the small intestine of pigs. In: LOW, A.G.; PARTRIDGE, I.G. (Ed.). **Current concepts of digestion and absorption in pigs**. Reading: U.K:The National Institute for Research in Dairying, 1979. p.151.

BUTOLO, J.E. Qualidade de ingredientes na alimentação animal. **Colégio brasileiro de nutrição animal**. Campinas, SP: 2002. 430p.

CARLSON W.E.; BAYLEY H.S. Utilization of fat by young pigs: fatty acid composition of ingesta in different regions of the digestive tract and apparent and corrected digestibilities of corn oil, lard and tallow. **Canadian Journal Animal Science**, v.48, p.315-322, 1968.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Effect of dietary dried whey and *corn* oil on weanling pig performance, fat digestibility and nitrogen utilization. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.6, p.1438-1445, June 1988a.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Weekly digestibilities of diets supplemented with *corn* oil, lard or tallow by weanling swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, n.6, p.1430-1438, June 1988b.

CERA, K. R., D. C. MAHAN AND R P. CROSS. Effect of age, weaning and postweaning diet on *small* intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.66, p. 574, 1988c.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Apparent fat digestibility and performance responses of postweaning swine fed diets supplemented with coconut oil, corn oil or tallow. **Journal Animal Science**, Champaign, v.67, p.2040, 1989a.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Postweaning swine performance and serum profile responses to supplemental medium-chain free fatty acids and tallow. **Journal Animal Science**, Champaign, v.67, n.8, p.2048-2055, Aug.1989b.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Effect of weaning, week postweaning and diet composition on pancreatic and small intestinal luminal lipase response in young swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v.68, n.2, p.384-390, Feb. 1990a.

CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; REINHART, G.R. Evaluation of various extrated vegetable oils, roasted soybeans, medium-chain triglyceride and an animal-vegetable fat blend for postweaning swine. **Journal Animal Science**, Champaign, v.68, n.9, p.2756-2765, Sept. 1990b.

DE LANGE, C.F.M.; SAUER, W.C.; SOUFFRANT, W. The effect of protein status of the pig on the recovery and amino acid composition of endogenous protein in digesta collected from the distal ileum. **Journal Animal Science**, Champaign, v.67, p.755-762, 1989.

DIERICK, N.A. et al. Influence of the gut flora and some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. I. Studies in vitro. **Livest. Prod. Science**, v.14, p.161-176, 1986a.

DIERICK, N.A. et al. Influence of the gut flora and some growth-promoting feed additives on nitrogen metabolism in pigs. II. Studies in vivo. **Livest. Prod. Science**, v.14, p.177-193, 1986b.

DOVE, C.R. The effect of adding cooper and various fat sources to the diets of weanling swine on growth-performance and serum fatty-acid profiles. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.71, n.8, p.2187-2192, Aug. 1993.

FERREIRA, D.F. **Sistema de análise de variância para dados balanceados: SISVAR**. Lavras: UFLA, 2000.

FROBISH, L.T. et al. Effect of fat source and level on utilization of fat by young pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.30, n.2, p.197-204, Feb. 1970.

FULLER, M.F. Methodologies for the measurement of digestion. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 5., 1991, Pudoc. **Proceedings...** Pudoc, Wageningen: The Netherlands, 1991. p. 273-288.

HUNT, J. N.; KNOX, M.T. A relationship between the chain length of fatty acids and slowing of gastric emptying. **Journal Physiology**, v.194, p.237, 1968

IMBEAH, M.; SAUER, W.C. The effect of dietary level of fat on amino acid digestibilities in soybean meal and canola meal and on rate of passage in growing pigs. **Livest. Production Science**, v.29, p.227, 1991.

JØRGENSEN, H.; FERNANDEZ, J.A.; JUST, A. The effect of dietary fat and mineral level on the site of absorption of some nutrients at different levels of crude fibre and crude protein. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN THE PIG, 3., 1985, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen, Denmark: National Institute of Animal Science, 1985. p.356-363.

JØRGENSEN H.; JAKOBSEN K.; EGGUM, B.O. The influence of different protein, fat and mineral levels on the digestibility of fat and fatty acids measured at the terminal ileum and in feces of growing pigs. **Acta Agricultural Scand. Sect. A Animal Science**, v.42, p.177-184, 1992.

JØRGENSEN, H.; JAKOBSEN, K.; EGGUM, B. O. Determination of endogenous fat and fatty acids at the terminal ileum and on faeces in growing pigs. **Acta Agric. Scand. Sect. A. Animal Science**, v.43, v.101-106, 1993.

JUSTE, C.; DEMARNE, Y.; CORRING, T. Response of bile flow, biliary lipids and bile acid pool in the pig to quantitative variations in dietary fat. **Journal Nutr.**, v.113, n.9, p.1691-701, Sept, 1983.

KNABE, D.A. et al. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. **Journal Science**, v.67, p.441, 1989.

KRAWIELITZKI, K. et al. Estimation of N absorption, secretion, and reabsorption in different intestinal sections of growing pigs using the ¹⁵N isotope dilution method. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON

DIGESTIVE PHYSIOLOGY IN PIGS, 6., 1994, Bad Doberan. **Proceedings...**
Bad Doberan, 1994. v.1, p.79-82.

LI, D. F. et al. Effect of fat sources and combinations on starter pig performance, nutrient digestibility and intestinal morphology. **Journal Animal Science**, v.68, p.3694–3704, 1990.

LI, S.; SAUER, W. C.; HARTING, R.T. Effect of dietary fiber level on amino acid digestibility in young pigs. **Canadian Journal Animal Science**, Ottawa, v.74, n.2, p.327-377, June 1994.

LI, S.; SAUER, W.C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. **Journal Animal Science**, v.72, p.1737–1743, 1994.

LOW, A. G. Amino acid use by growing pigs. In: HAGGEN, W.; COLE, D.J.A. (Ed.). **Recent developments in pig nutrition**. London, UK: Butterworths, 1985. p.108-123.

MATTEOS, G.C.; SELL, J.L. True and apparent metabolizable energy value of fat for laying hens. Influence of level of use. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.2, p.369-373, Feb. 1980a.

MATTEOS, G.C.; SELL, J.L. Influence of carbohydrate and supplemental fat source on the metabolizable energy of the diet. **Poultry Science**, Champaign, v.59, n.9, p.2129-2135, Sept. 1980b.

MEIRELLES, F.S. **O Biodiesel no Brasil e os seus impactos sobre a agricultura**. São Paulo: Federação da Agricultura do Estado de São Paulo, 2004. (Artigos, 2004). Disponível em: <<http://www.faespsenar.com.br>>. Acesso em: 12 maio 2005.

MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. **Journal Biology Chemistry**, v.58, p.873–882, 1924.

MOUGHAN, P.J.; SCHUTTERT, G. Composition of nitrogen-containing fractions in digesta from the distal ileum of pigs fed a protein-free diet. **Journal Nutr.** v.121, p.1570–1574, 1991.

NEUTRA, M.R.; FORSTNER, J.F. Gastrointestinal mucus: Synthesis, secretion and function. In: JOHNSON, L.R. (Ed.). **Physiology of the Gastrointestinal Tract**. New York: Raven, 1987. p.975.

NEWSHOLME, E.A.; LEECH, A.R. In: _____. **Biochemistry for the medical sciences**. Chichester, U.K J. Wiley, 1988. p.382.

- OMETO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Ceres, 1981. 425p.
- OVERLAND, M.; MROZ, Z.; SUNDSTØL F. Effect of lecithin on the apparent ileal and overall digestibility of crude fat and fatty acids in pigs. **Journal Animal Science**, v.72, p.2022-2028, 1994.
- POZZA, P.C. **Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 15 aos 30kg**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 61p.
- ROSTAGNO, H.S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2000. 141p.
- ROSTAGNO, H.S.; FEATHERSON, W.R. Studies on the nutritional values of sorghum grain with varying tannin contents for chicks. I Growth Studies. **Poultry Science**, Champaign, v.52, n.2, p.772, Feb. 1997.
- SAUER, W.C. et al. The effect of source of fiber on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4070, 1991.
- SAUER, W.C.; STOTHERS, S.C.; PARKER, R.J. Apparent and true availabilities of amino acids in wheat and milling by-products for growing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**. v.57, p.775-785, 1977.
- SCHULZE, H. et al. Effect of level of dietary neutral detergent fibre on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2362-2368, 1994.
- SCOTT, M.L.; NESHEIM, M.C.; YOUNG, R.J. **Nutrition of chicken**. Ithaca, NY: 1976. 511p.
- SHIAU, Y.F. Lipid digestion and absorption. In: JOHNSON, L.R. (Ed.). **Physiology of the gastrointestinal tract**. New York: Raven, 1987. p.1527.
- SOUFFRANT, W.B. et al. Recycling of endogenous nitrogen in the pig (preliminary results of a collaborative study). **Arch. Animal Nutr.**, v.36, p.269-274, 1986.
- SOUFFRANT, W.B. Endogenous nitrogen losses during digestion in pigs. In: VERSTEGEN, M.W.A.; HUISMAN, J.; HARTOG, L.A. (Ed.). **Digestive physiology in pigs**. Wageningen: Wageningen, The Netherlands. 1991. p.147.

SOUFFRANT, W.B. et al. Exogenous and endogenous contributions to nitrogen fluxes in the digestive tract of pigs fed a casein diet. III. Recycling of endogenous nitrogen. **Reprod. Nutr. Devel.**, v.33, p.373–382, 1993.

TAVERNER, M.R.; HUME, I.D.; FURRELL, D.J. Availability to pigs of amino acids in cereal grains: 1. Endogenous levels of amino acids in ileal digesta and feces of pigs given cereal diets. **Br. J. Nutr.**, v.46, p.149–158, 1981.

THIRÉ, M.C. **Valores energéticos e digestibilidade ileal e total de aminoácidos em alimentos brasileiros, para suínos.** Viçosa: UFV, 1986. 65p.

WISEMAN J.; COLE D.J.A.; HARDY B. The dietary energy values of soya-bean oil, tallow and their blends for growing finishing pigs. **Anim. Prod.** v.50, p.513-518, 1990.

ANEXOS

	Página
TABELA 1 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	48
TABELA 2 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	48
TABELA 3 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente do glutamato na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	48
TABELA 4 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da serina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	49
TABELA 5 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da glicina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	49
TABELA 6 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da arginina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	49
TABELA 7 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da alanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	50
TABELA 8 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da prolina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	50

TABELA 9	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da tirosina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	50
TABELA 10	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da histidina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	51
TABELA 11	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da treonina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	51
TABELA 12	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da valina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	51
TABELA 13	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da fenilalanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	52
TABELA 14	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da lisina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	52
TABELA 15	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	52
TABELA 16	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	53
TABELA 17	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira do glutamato na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	53

TABELA 18	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da serina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	53
TABELA 19	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da glicina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	54
TABELA 20	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da arginina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	54
TABELA 21	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da alanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	54
TABELA 22	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da prolina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	55
TABELA 23	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da tirosina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	55
TABELA 24	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da histidina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	55
TABELA 25	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da treonina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	56
TABELA 26	Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da valina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....	56
TABELA 27	Quadrados médios da análise de variância para a	56

digestibilidade ileal verdadeira da fenilalanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.....

TABELA 28 Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da lisina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta..... **57**

TABELA 29 Relação entre a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos (Y) e o nível de óleo na dieta (X)..... **57**

TABELA 30 Relação entre a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos (Y) e o nível de óleo na dieta (X)..... **57**

Tabela 1. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	80.300281	80.300281	0.020
Regressão quadrática	1	86.443506	86.443506	0.017
Desvio	1	1.365031	1.365031	0.721
Tratamento	(3)	168.108819	56.036273	0.0192
Bloco	3	13.185969	4.395323	0.7309
Erro	9	90.176756	10.019640	
Total	15	271.471544		

Tabela 2. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos não essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	139.418401	139.418401	0.003
Regressão quadrática	1	104.397306	104.397306	0.008
Desvio	1	1.028311	1.028311	0.742
Tratamento	(3)	244.844019	81.614673	0.0042
Bloco	3	54.756469	18.252156	0.1768
Erro	9	79.984206	8.887134	
Total	15	379.584694		

Tabela 3. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente do glutamato na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	186.721605	186.721605	0.378
Regressão quadrática	1	0.748225	0.748225	0.954
Desvio	1	0.224720	0.224720	0.975
Tratamento	(3)	187.694550	62.564850	0.8328
Bloco	3	1246.480650	415.493550	0.1977
Erro	9	1952.745100	216.971678	
Total	15	3386.920300		

Tabela 4. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da serina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	1771.150205	1771.150205	0.026
Regressão quadrática	1	525.555625	525.555625	0.181
Desvio	1	341.30322	341.30322	0.272
Tratamento	(3)	2638.009050	879.336350	0.0620
Bloco	3	1517.793650	505.931217	0.1808
Erro	9	2247.503000	249.722556	
Total	15	6403.305700		

Tabela 5. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da glicina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	292.306580	292.306580	0.280
Regressão quadrática	1	115.670025	115.670025	0.488
Desvio	1	12.832020	12.832020	0.815
Tratamento	(3)	420.808625	140.269542	0.6108
Bloco	3	262.283725	87.427908	0.7591
Erro	9	1986.902025	220.766892	
Total	15	2669.994375		

Tabela 6. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da arginina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	14.044880	14.044880	0.433
Regressão quadrática	1	21.855625	21.855625	0.332
Desvio	1	5.649845	5.649845	0.615
Tratamento	(3)	41.550350	13.850117	0.5941
Bloco	3	43.116200	14.372067	0.5805
Erro	9	187.354550	20.817172	
Total	15	272.021100		

Tabela 7. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da alanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	20.412101	20.412101	0.476
Regressão quadrática	1	52.889256	52.889256	0.262
Desvio	1	0.735361	0.735361	0.891
Tratamento	(3)	74.036719	24.678906	0.5925
Bloco	3	24.936669	8.312223	0.8767
Erro	9	332.424456	36.936051	
Total	15	431.397844		

Tabela 8. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da prolina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	2.096281	2.096281	0.644
Regressão quadrática	1	5.772006	5.772006	0.447
Desvio	1	0.306281	0.306281	0.859
Tratamento	(3)	8.174569	2.724856	0.8261
Bloco	3	2.531519	0.843840	0.9625
Erro	9	82.318356	9,146484	
Total	15	93.024444		

Tabela 9. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da tirosina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	0.013520	0.013520	0.992
Regressão quadrática	1	592.922500	592.922500	0.069
Desvio	1	177.96578	177.96578	0.288
Tratamento	(3)	770.901800	256.967267	0.2099
Bloco	3	324.518900	108.172967	0.5366
Erro	9	1255.910700	139.545633	
Total	15	2351.331400		

Tabela 10. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da histidina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	18.924851	18.924851	0.786
Regressão quadrática	1	44.255756	44.255756	0.678
Desvio	1	0.100111	0.100111	0.984
Tratamento	(3)	63.280719	21.093573	0.9652
Bloco	3	70.079619	23.359873	0.9599
Erro	9	2171.010856	241.223428	
Total	15	2304.371194		

Tabela 11. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da treonina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	1165.101125	1165.101125	0.001
Regressão quadrática	1	1.071225	1.071225	0.890
Desvio	1	16.020500	16.020500	0.596
Tratamento	(3)	1182.192850	394.064283	0.0082
Bloco	3	19.583150	6.527717	0.9441
Erro	9	476.544200	52.949356	
Total	15	1678.320200		

Tabela 12. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da valina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	105.386405	105.386405	0.256
Regressão quadrática	1	620.010000	620.010000	0.016
Desvio	1	30.307220	30.307220	0.531
Tratamento	(3)	755.703625	251.901208	0.0618
Bloco	3	322.959425	107.653142	0.2782
Erro	9	643.298725	71.477636	
Total	15	1721.961775		

Tabela 13. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da fenilalanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	16.671380	16.671380	0.490
Regressão quadrática	1	251.381025	251.381025	0.021
Desvio	1	31.425245	31.425245	0.349
Tratamento	(3)	299.477650	99.825883	0.0817
Bloco	3	16.707950	5.569317	0.9119
Erro	9	289.518100	32.168678	
Total	15	605.703700		

Tabela 14. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal aparente da lisina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	0.021780	0.021780	0.981
Regressão quadrática	1	3.783025	3.783025	0.759
Desvio	1	88.746845	88.746845	0.160
Tratamento	(3)	92.551650	30.850550	0.5160
Bloco	3	69.465150	23.155050	0.6232
Erro	9	339.630500	37.736722	
Total	15	501.647300		

Tabela 15. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	93.074551	93.074551	0.014
Regressão quadrática	1	161.607656	161.607656	0.003
Desvio	1	0.155761	0.155761	0.903
Tratamento	(3)	254.837969	84.945990	0.0054
Bloco	3	10.600069	3.533356	0.7883
Erro	9	90.108756	10.012084	
Total	15	355.546794		

Tabela 16. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos não essenciais na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	164.049920	164.049920	0.002
Regressão quadrática	1	160.528900	160.528900	0.003
Desvio	1	15.242580	15.242580	0.234
Tratamento	(3)	339.821400	113.273800	0.0016
Bloco	3	53.929850	17.976617	0.1968
Erro	9	84.247450	9.360828	
Total	15	477.998700		

Tabela 17. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira do glutamato na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	219.088901	219.088901	0.341
Regressão quadrática	1	0.004556	0.004556	0.996
Desvio	1	25.233811	25.233811	0.741
Tratamento	(3)	244.327269	81.442423	0.7730
Bloco	3	1246.011819	415.337273	0.1978
Erro	9	1952.454456	216.939384	
Total	15	3442.793544		

Tabela 18. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da serina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	2013.322111	2013.322111	0.019
Regressão quadrática	1	675.090306	675.090306	0.135
Desvio	1	407.74965	407.74965	0.233
Tratamento	(3)	3096.162069	1032.054023	0.0425
Bloco	3	1517.203569	505.734523	0.1809
Erro	9	2247.518656	249.724295	
Total	15	6860.884294		

Tabela 19. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da glicina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	247.702411	247.702411	0.317
Regressão quadrática	1	154.691406	154.691406	0.424
Desvio	1	4.366451	4.366451	0.891
Tratamento	(3)	406.760269	135.586756	0.6228
Bloco	3	262.038619	87.346206	0.7593
Erro	9	1986.688756	220.743195	
Total	15	2655.487644		

Tabela 20. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da arginina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	40.002061	40.002061	0.193
Regressão quadrática	1	99.950006	99.950006	0.053
Desvio	1	2.660851	2.660851	0.725
Tratamento	(3)	142.612919	47.537640	0.1406
Bloco	3	35.569569	11.856523	0.6393
Erro	9	182.126806	20.236312	
Total	15	360.309294		

Tabela 21. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da alanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	64.225280	64.225280	0.220
Regressão quadrática	1	65.205625	65.205625	0.217
Desvio	1	19.562420	19.562420	0.485
Tratamento	(3)	148.993325	49.664442	0.3206
Bloco	3	24.969025	8.323008	0.8766
Erro	9	332.779625	36.975514	
Total	15	506.741975		

Tabela 22. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da prolina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	1.026045	1.026045	0.660
Regressão quadrática	1	7.812025	7.812025	0.241
Desvio	1	0.000605	0.000605	0.991
Tratamento	(3)	8.838675	2.946225	0.6345
Bloco	3	2.111475	0.703825	0.9323
Erro	9	44.640425	4.960047	
Total	15	55.590575		

Tabela 23. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da tirosina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	1.280180	1.280180	0.926
Regressão quadrática	1	859.076100	859.076100	0.035
Desvio	1	36.639245	36.639245	0.621
Tratamento	(3)	896.995525	298.998508	0.1649
Bloco	3	324.594825	108.198275	0.5365
Erro	9	1255.876425	139.541825	
Total	15	2477.466775		

Tabela 24. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da histidina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	21.033005	21.033005	0.774
Regressão quadrática	1	58.369600	58.369600	0.635
Desvio	1	0.013520	0.013520	0.994
Tratamento	(3)	79.416125	26.472042	0.9523
Bloco	3	70.139225	23.379742	0.9599
Erro	9	2171.500625	241.277847	
Total	15	2321.055975		

Tabela 25. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da treonina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	1377.966005	1377.966005	0.001
Regressão quadrática	1	6.890625	6.890625	0.727
Desvio	1	67.601645	67.601645	0.288
Tratamento	(3)	1452.458275	484.152758	0.0043
Bloco	3	19.574475	6.524825	0.9441
Erro	9	476.535625	52.948403	
Total	15	1948.568375		

Tabela 26. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da valina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	111.439205	111.439205	0.250
Regressão quadrática	1	1014.741025	1014.741025	0.005
Desvio	1	121.37664	121.37664	0.231
Tratamento	(3)	1247.556875	415.852292	0.0187
Bloco	3	264.011225	88.003742	0.3659
Erro	9	663.165475	73.685053	
Total	15	2174.733575		

Tabela 27. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da fenilalanina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	16.918801	16.918801	0.487
Regressão quadrática	1	320.320506	320.320506	0.012
Desvio	1	20.030011	20.030011	0.450
Tratamento	(3)	357.269319	119.089773	0.0552
Bloco	3	16.675319	5.558440	0.9121
Erro	9	289.456506	32.161834	
Total	15	663.401144		

Tabela 28. Quadrados médios da análise de variância para a digestibilidade ileal verdadeira da lisina na digesta de suínos em função dos níveis de óleo na dieta.

Fatores de variação	GL	SQ	QM	Pr>Fc
Regressão linear	1	0.010351	0.010351	0.987
Regressão quadrática	1	12.513906	12.513906	0.579
Desvio	1	165.97441	165.97441	0.065
Tratamento	(3)	178.498669	59.499556	0.2619
Bloco	3	69.524019	23.174673	0.6229
Erro	9	339.629806	37.736645	
Total	15	587.652494		

Tabela 29. Relação entre a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos (y) e o nível de óleo na dieta (x)

Aminoácido	Equação de Regressão	R ²
Serina	$y = 54.468 + 6.2729x$	0.6713
Treonina	$y = 56.817 + 5.0876x$	0.9856
Valina	$y = 74.896 + 13.98x - 2.7666x^2$	0.9599
Fenilalanina	$y = 81.981 + 7.3165x - 1.7612x^2$	0.8952
Aminoácidos não essenciais	$y = 71.734 + 6.8685x - 1.1351x^2$	0.9958
Aminoácidos essenciais	$y = 72.155 + 5.9838x - 1.0327x^2$	0.9919

Tabela 30. Relação entre a digestibilidade ileal verdadeira dos aminoácidos (y) e o nível de óleo na dieta (x)

Aminoácido	Equação de Regressão	R ²
Serina	$y = 58.17 + 6.6889x$	0.6502
Arginina	$y = 92.148 + 5.9433x - 1.1111x^2$	0.9813
Tirosina	$y = 76.362 + 14.485x - 3.2564x^2$	0.9591
Treonina	$y = 58.379 + 5.5329x$	0.9487
Valina	$y = 76.802 + 17.504x - 3.5401x^2$	0.9026
Fenilalanina	$y = 83.241 + 8.3361x - 1.9888x^2$	0.9437
Aminoácidos não essenciais	$y = 74.296 + 8.2437x - 1.4078x^2$	0.9551
Aminoácidos essenciais	$y = 74.391 + 7.7952x - 1.4126x^2$	0.9994