

## Suplementação de aminoácidos para redução da proteína bruta em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade

[Supplementation of amino acids to reduce crude protein in diets for piglets weaned at 21 days]

C.J. Girôto Júnior<sup>1</sup>, P.C. Brustolini<sup>2</sup>, F.C.O. Silva<sup>3</sup>, J.L. Donzele<sup>2</sup>, A.S. Ferreira<sup>2</sup>, P.M. Nalon<sup>2</sup>, P.F. Campos<sup>1</sup>, J.V. Moutinho<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Alunos de pós-graduação – Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa – Viçosa, MG

<sup>3</sup>Epamig – Unidade Regional Epamig Zona da Mata – Viçosa, MG

### RESUMO

Avaliou-se o efeito da suplementação de aminoácidos industriais para redução de proteína bruta (PB) em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade sobre o desempenho e sobre as variáveis morfofisiológicas, utilizando-se 126 leitões com peso inicial de 6,05±0,35kg. Os animais foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos (24,0; 23,0; 22,0; 21,0; 20,0; 19,0% de PB), sete repetições e três animais por unidade experimental. Não houve efeito significativo da redução de proteína bruta da dieta sobre o ganho de peso médio diário, o consumo de ração diário e a conversão alimentar, e o pH do estômago também não sofreu influência, mas houve diminuição do pH do duodeno. Os pesos relativos do baço e do fígado, a altura de vilosidades e a profundidade de criptas no duodeno, jejuno e íleo não foram influenciados, enquanto o peso do pâncreas diminuiu com a redução da proteína bruta da dieta.

Palavras-chave: aminoácidos essenciais, desmame, diarreia, proteína ideal, suíno

### ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of amino acid supplementation for the reduction of crude protein (CP) in diets for piglets weaned at 21 days of age on performance and morphophysiological parameters of 126 piglets with an initial weight of 6.05±0.35kg. The animals were divided into a randomized block experimental design with six treatments (24.0, 23.0, 22.0, 21.0, 20.0, 19.0% CP), seven replicates and three animals per experimental unit. It was found that there was no significant effect of reducing crude protein in the diet on the piglets' average daily weight gain, feed intake and feed conversion (FC). It was also found that the reduction of protein did not influence the pH of the stomach, however, the pH of the duodenum decreased with the reduction of CP. The relative weights of the spleen, liver and villus height and crypt depth in the duodenum, jejunum and ileum were not affected, whereas pancreatic weight decreased with the reduction of crude protein in diets.

Keywords: essential amino acids, diarrhea, ideal protein, swine, weaning

### INTRODUÇÃO

A utilização de conceitos modernos na alimentação animal, entre eles o uso do conceito de proteína ideal pela adição de aminoácidos industriais, tem sido preconizada, em razão do

melhor aproveitamento dos nutrientes dietéticos, em especial o nitrogênio, e da menor excreção desse elemento nos dejetos dos suínos (Suida, 2001).

---

Recebido em 31 de outubro de 2011

Aceito em 9 de janeiro de 2013

E-mail: celsogiroto@yahoo.com.br

Na proteína ideal, expressa-se como balanço ideal de aminoácidos da dieta aquele capaz de prover, sem deficiências nem excessos, as exigências de todos os aminoácidos necessários à perfeita manutenção e ao crescimento da espécie. Estabeleceu-se uma relação entre a lisina e os outros aminoácidos essenciais, sendo a lisina considerada aminoácido referência em razão de ser utilizada basicamente para a síntese proteica como componente principal do tecido magro de suínos (De la Llata *et al.*, 2002).

No desmame precoce, entretanto, os leitões possuem o trato digestório ainda imaturo, com menor eficiência para digerir alimentos de origem vegetal, em razão da menor produção de ácido clorídrico no estômago e da baixa atividade das enzimas pancreáticas e intestinais, resultando na piora da digestibilidade dos nutrientes, principalmente dos aminoácidos (Quadros *et al.*, 2002). Além disso, a presença de fatores alergênicos presentes em diversos alimentos, entre eles o farelo de soja, tem sido associada à redução da altura de vilosidades e à hiperplasia das criptas, em virtude da agressão à mucosa intestinal e da ativação do sistema imune local (Soares *et al.*, 2000).

A redução da proteína bruta pressupõe a necessidade de se estabelecerem novos níveis ou exigências desses aminoácidos essenciais e de suas relações com os próprios níveis de proteína bruta na dieta para leitões. Não se pode afirmar até quanto é possível diminuir a proteína total com o uso de aminoácidos industriais. Assim, verificou-se a necessidade de se estudar o efeito da suplementação de aminoácidos industriais com porcentagens decrescentes de proteína bruta em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade sobre o desempenho e as características morfofisiológicas.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 126 leitões de médio potencial genético para deposição de carne magra na carcaça, com peso inicial de  $6,05 \pm 0,35$ kg, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com seis tratamentos, sete blocos e três animais por unidade experimental. Os blocos foram formados com base no peso dos leitões ao desmame.

Os tratamentos consistiram em dietas elaboradas com porcentagens decrescentes de proteína bruta: 24,0; 23,0; 22,0; 21,0; 20,0 e 19,0%, valendo-se da redução do farelo de soja e do aumento do milho integral moído com suplementação de aminoácidos industriais – lisina, metionina, treonina, triptofano, isoleucina e valina – segundo o conceito de proteína ideal. As dietas experimentais (Tab. 1), isonutritivas e isocalóricas, foram formuladas à base de milho, farelo de soja, leite em pó e soro de leite e suplementadas com minerais e vitaminas para atender às necessidades nutricionais para leitões desmamados estabelecidas por Rostagno *et al.* (2005) para todos os nutrientes, exceto para as exigências de proteína bruta sendo fornecidas à vontade aos animais em comedouros semiautomáticos.

Os animais foram alojados no galpão de creche em sala de alvenaria, em gaiolas metálicas (1,60x1,0m) suspensas à altura de 0,56m do chão, com piso e laterais telados, dotadas de comedouros semiautomáticos e bebedouro tipo chupeta, sendo três animais por gaiola, durante 21 dias, 22 dos 42 dias de idade.

As condições ambientais no interior do galpão foram monitoradas diariamente (oito horas), por meio de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido, termômetros de máxima e de mínima e termômetro de globo negro, mantidos em uma gaiola vazia no centro de cada sala de creche, à meia altura do corpo dos animais.

Ao final do experimento, foram abatidos 42 animais, sendo um animal por baía (unidade experimental), após jejum de sólidos de quatro horas, para avaliação da morfometria de órgãos e da histologia do epitélio intestinal. O animal escolhido foi aquele com o peso vivo mais próximo do peso médio dos animais do respectivo bloco, independentemente do sexo. Após o abate, procedeu-se à abertura na cavidade abdominal por incisão ventral, seguida de evisceração. Em seguida, foram realizadas medidas de pH estomacal e de pH duodenal a 15cm do piloro e foram coletadas amostras da parede intestinal para análise em microscopia eletrônica de varredura.

Suplementação de aminoácidos...

Tabela 1. Composições centesimais e nutricionais calculadas das rações experimentais para leitões desmamados

Ingrediente (g/kg de matéria natural)	Proteína bruta (g/kg)					
	240	230	220	210	200	190
Milho grão	360,47	389,54	419,59	450,18	476,70	514,61
Soja integral extrusada	200,00	185,00	170,00	155,00	130,00	115,00
Soja farelo (450g/kg)	165,00	148,50	131,00	113,00	102,00	81,00
Lactose	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Leite desnatado em pó	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00
Soro de leite em pó	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00	70,00
Plasma sanguíneo	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00
Fosfato bicálcico	15,50	15,68	15,82	15,98	16,20	16,40
Amido	11,00	9,65	8,09	6,52	3,83	0,82
Aminogut	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00
Calcário	4,80	4,95	5,16	5,33	5,45	5,65
Premix vitamínico <sup>1</sup>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Óleo	2,40	4,50	6,60	8,64	12,87	15,50
Sal comum	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Premix mineral <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
DL-metionina	0,63	0,86	1,11	1,35	1,61	1,89
Tilosina	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
L-isoleucina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,36	0,91
L-valina	0,000	0,000	0,000	0,04	0,56	1,11
L-treonina	0,000	0,28	0,70	1,12	1,57	2,03
L-lisina HCL	0,000	0,84	1,73	2,61	3,54	4,54
L-triptofano	0,000	0,000	0,000	0,03	0,17	0,34
Antioxidante <sup>3</sup>	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
Total	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

  

Composição calculada <sup>4</sup>						
Energia metabolizável (Mcal/kg)	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
Proteína bruta (g/kg)	240,00	230,00	220,00	210,00	200,00	190,00
Cálcio (g/kg)	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50	8,50
Fósforo disp. (g/kg)	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Lisina dig. (g/kg)	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Metionina+cistina dig. (g/kg)	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80	7,80
Treonina dig. (g/kg)	8,90	8,90	8,90	8,90	8,90	8,90
Triptofano dig. (g/kg)	2,70	2,60	2,50	2,30	2,30	2,30
Valina dig. (g/kg)	11,00	10,60	10,10	9,60	9,60	9,60
Isoleucina disp. (g/kg)	9,20	8,80	8,30	7,80	7,70	7,70
Lactose (g/kg)	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00

<sup>1</sup> Suplemento vitamínico contendo: vit. A, 120.000UI; vit. D3, 800.000UI; vit. E, 20g; vit. K3, 2.500mg; vit. B1, 1.000mg; riboflavina (B2), 4.000mg; piridoxina (B6), 2.000mg; vit. B12, 20.000mcg; niacina, 25.000mg; ácido pantotênico, 10g; ácido fólico, 600mg; biotina, 50mg; vit. C, 50g; antioxidante, 125mg e excipiente q.s.q. 1000g. <sup>2</sup>Suplemento mineral contendo, por kg do produto: selênio, 500mg; ferro, 180g; cobre, 20g; manganês, 80g; zinco, 140g; iodo, 4g; cobalto, 4g e excipiente q.s.q. 1000g. <sup>3</sup>Butil-hidroxi- tolueno – BHT. <sup>4</sup>Segundo Rostagno *et al.* (2005).

Nas análises de histologia intestinal, amostras de 0,25cm<sup>2</sup> (0,50×0,50 cm) do duodeno – retirada a 15cm do esfíncter estomacal –, do jejuno – retirada a 1,5m da junção do íleo com o intestino grosso –, e do íleo – retirada a 0,30m da junção do íleo com o intestino grosso –, foram lavadas

com solução salina (NaCl - 0,9%) mergulhadas em solução fixadora de Karnovisk por duas horas, cortadas e armazenadas em definitivo na mesma solução.

Foram pesados o baço, o fígado, o pâncreas e as carcaças dos animais – sem vísceras, pelos e unhas – para determinação do peso relativo do pâncreas. Foi realizado o monitoramento diário da ocorrência de diarreia durante os 21 dias do experimento. As avaliações foram realizadas duas vezes ao dia, no período da manhã e da tarde.

As variáveis de desempenho avaliadas foram: ganho de peso médio diário (GPMD), consumo de ração médio diário (CRMD) e conversão alimentar (CA). Os dados de desempenho foram analisados utilizando-se os procedimentos para análise de variância e de regressão, contidos no Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas (Sistema..., 2000), desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa (UFV, 2000), versão 9.0. As porcentagens de inclusão de proteína bruta foram avaliadas por meio de regressão linear e/ou quadrática, de acordo com o melhor ajuste obtido para cada variável. Os dados de peso dos órgãos e de histologia intestinal foram analisados utilizando-se a comparação múltipla de médias e posterior utilização do teste de Dunnett a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A temperatura no interior da sala foi de  $24,91 \pm 2,24^{\circ}\text{C}$  (mínima) e  $28,54 \pm 1,83^{\circ}\text{C}$

Tabela 2. Desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade e alimentados com rações com diferentes níveis de proteína bruta

Variável	Proteína bruta (g/kg)						CV (%)
	240	230	220	210	200	190	
Ganho de peso (g/dia)	368	354	358	386	385	361	11,4
Consumo de ração (g/dia)	450	490	460	480	510	510	12,4
Conversão alimentar (g/g)	1,23	1,40	1,24	1,26	1,31	1,39	10,85

Considerando o relato de Kendall *et al.* (1998) de que suínos apresentam maior consumo com dietas devidamente balanceadas em aminoácidos em relação às com deficiência de um ou mais aminoácido essencial, pode-se inferir que a não variação significativa no CRD constitui um indicativo de que não ocorreu deficiência de nenhum aminoácido essencial nas dietas experimentais.

Com estes resultados, pode-se deduzir que dietas com excesso de aminoácidos, comuns em dietas elaboradas com porcentagem mais alta de proteína bruta, podem interferir no metabolismo

(máxima), com umidade relativa de 78,7%. O índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) calculado no período do experimento foi de 70,1. O ITGU calculado pode ser caracterizado como estando na faixa de temperatura adequada para leitões pós-desmame. Segundo Oliveira *et al.* (1993), a temperatura ideal para leitões pós-desmame deve permanecer em torno de  $24^{\circ}\text{C}$ . Observou-se que a variação de temperatura ocorrida durante a realização do experimento esteve dentro da faixa ideal para essa categoria animal, assim pode-se deduzir que os leitões não foram submetidos a estresse por calor ou frio.

A redução da proteína das dietas não influenciou ( $P > 0,05$ ) o ganho de peso diário, o consumo de ração e a conversão alimentar (Tab. 2). Do mesmo modo, Ferreira *et al.* (2003), Campos *et al.* (2008) e Le Bellego *et al.* (2002) também verificaram que a taxa de crescimento não foi influenciada pela redução em até quatro unidades percentuais na PB, com suplementação de lisina, metionina, treonina e triptofano. Contudo, Hansen *et al.* (1993) e Ferreira *et al.* (2005) verificaram efeito negativo da redução de proteína bruta da ração sobre o GPMD. Essa diferença nos resultados pode estar relacionada à possível deficiência em algum aminoácido essencial.

do animal por influenciarem negativamente o consumo voluntário de alimento. Assim, quando há excesso de aminoácidos na dieta, o desempenho dos leitões pode ser afetado negativamente em razão das implicações metabólicas que envolvem a eliminação desse nutriente acima da exigência de manutenção e síntese proteica (Moreira *et al.*, 2004). De acordo com Kendall *et al.* (1998), a influência negativa da redução da proteína da dieta sobre a CA dos suínos decorre da possível deficiência de um aminoácido essencial não suplementado nas rações.

No presente trabalho, não foi registrada a ocorrência de diarreias nos animais durante o período experimental (Tab. 3). Este resultado pode ser atribuído à redução da porcentagem de PB da dieta, que auxilia na redução do pH do trato gastrointestinal e, assim, previne a ocorrência de diarreia. A redução do tamponamento do pH do conteúdo gastrointestinal ocorre em razão da menor capacidade ligadora de ácido das dietas com porcentagens inferiores de PB e da menor

agressão à parede intestinal devido à redução da inclusão do farelo de soja à dieta (Li *et al.*, 1991). Segundo Morés *et al.* (1990), a redução de PB tem efeito aditivo com os ácidos orgânicos na redução do pH do conteúdo gastrointestinal. Entretanto, ressalta-se que todas as dietas foram suplementadas com plasma, aminogut e antibiótico normalmente utilizados em dietas práticas para evitar a ocorrência de diarreia em leitões recém-desmamados.

Tabela 3. Características morfofisiológicas do pH e do peso relativo de órgãos de leitões alimentados com dietas com redução de proteína dos 21 aos 42 dias

Variável	Proteína bruta (g/kg)						CV (%)
	240	230	220	210	200	190	
Diarreia	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
pH do estomago	2,2	2,2	2,9	2,7	2,3	2,8	28,1
pH do duodeno	4,2	4,1	5,2*	4,5	4,7	4,9	13,8
Peso do baço (%)	0,123	0,140	0,124	0,126	0,131	0,129	10,8
Peso do fígado (%)	0,390	0,380	0,360	0,420	0,410	0,370	9,0
Peso do pâncreas (%)	0,034	0,028*	0,029	0,032	0,030	0,027*	13,4

Médias seguidas por \* na mesma linha diferem da média do tratamento controle ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Dunnett.

A redução da proteína bruta da dieta não influenciou ( $P > 0,05$ ) o pH do estômago, entretanto aumentou ( $P < 0,05$ ) o pH do duodeno, que atingiu seu nível máximo com a dieta de 22% de PB. Zangeronimo *et al.* (2004b) não encontraram efeito dos tratamentos no pH do estômago nem no do duodeno. Isso sugere que a redução da PB da dieta, com substituição do farelo de soja por amido e aminoácidos industriais, não foi suficiente para alterar o padrão fisiológico do trato digestório dos leitões.

Os leitões, a partir da quinta semana de vida, já estão aptos a digerir grande parte da fração proteica da dieta (Li *et al.*, 1990). No entanto, a redução do farelo de soja na dieta com 16% de PB não causou alterações significativas sobre o pH. Além disso, têm-se verificado resultados controversos na literatura a respeito de medidas de pH do estômago e do duodeno em razão da região onde são feitas as determinações e do tipo de técnica utilizada.

O peso relativo do baço e o do fígado não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pela redução da PB das dietas. Ferreira *et al.* (2005), Oliveira *et al.*

(2006) e Campos *et al.* (2008) também verificaram que o peso do fígado não foi influenciado pelo conteúdo de proteína da dieta. Entretanto, maiores valores de peso de órgãos foram observados por Keer e Easter (1995), Chen *et al.* (1999) e Ferreira *et al.* (2003), em animais que receberam a dieta com a maior porcentagem de proteína bruta. Oliveira *et al.* (2004), todavia, verificaram aumento nos pesos relativos do fígado e pâncreas devido ao maior consumo de proteína. Segundo Koong *et al.* (1983), existe correlação alta e positiva entre produção de calor no jejum e peso de órgãos metabolicamente ativos.

O peso relativo do pâncreas diminuiu ( $P < 0,05$ ) com a redução da PB da dieta. Chen *et al.* (1995) também observaram efeito semelhante e relataram que a maior produção de enzimas proteolíticas ocorreu em razão do estímulo da presença de proteínas intactas no trato digestório em dietas com elevados teores de PB. Em geral, o peso relativo do pâncreas decresce em suínos alimentados com rações de baixa proteína comparadas a rações convencionais (Ward e Southern, 1995; Chen *et al.*, 1995).

A altura das vilosidades e a profundidade das criptas do duodeno, jejuno e íleo não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela redução de proteína bruta das dietas (Tab. 4). Zangeronimo *et al.* (2004a), ao trabalharem com redução de proteína

bruta na ração de 21,0 até 16,5% com redução do farelo de soja, também não observaram diferenças na altura das vilosidades e na profundidade das criptas nas três primeiras semanas pós-desmame.

Tabela 4. Altura das vilosidade e profundidade das criptas de leitões alimentados com dietas com redução de proteína dos 21 aos 42 dias

Variável ( $\mu\text{m}$ )	Proteína bruta (g/kg)						CV (%)
	240	230	220	210	200	190	
Altura das vilosidades							
Duodeno	158,1	144,7	143,7	125,5	157,8	148,7	20,6
Jejuno	155,4	150,7	164,1	150,7	133,9	145,7	25,4
Íleo	137,4	155,3	140,8	123,1	131,9	134,1	17,8
Profundidade das criptas							
Duodeno	146,7	117,9	124,1	115,8	129,1	103,9	19,9
Jejuno	122,4	99,8	135,1	115,9	115,9	97,3	17,8
Íleo	125,2	106,5	101,5	99,9	107,2	85,8	22,7

<sup>1</sup>Médias seguidas por \* na mesma linha diferem da média do tratamento controle ( $P<0,05$ ) pelo teste de Dunnett.

Diferenças na integridade da mucosa de leitões alimentados foram verificadas por Li *et al.* (1991) e Soares *et al.* (2000), que constataram efeito da fonte de proteína sobre a altura das vilosidades em leitões aos 21 dias de idade, sendo que os animais que consumiram dieta com leite em pó apresentaram maiores valores que os leitões que consumiram dietas elaboradas à base de soja.

Assim, o uso de ingredientes que possuem fatores antinutricionais ou alergênicos em dietas pós-desmame pode diminuir a utilização de aminoácidos. Além do fator alergênico proporcionado pelo farelo de soja, rações formuladas com excesso de aminoácidos podem resultar em atrofia intestinal e perda da permeabilidade do intestino, bem como reduzir a retenção de nitrogênio e o crescimento dos leitões (Birke *et al.*, 1990). Para Cline (1992), a evolução fisiológica do trato gastrointestinal do leitão está estreitamente ligada às condições e ao tipo de ingredientes utilizados na dieta. O desenvolvimento da capacidade digestiva e absorptiva do animal passa de uma condição de excelente aproveitamento dos nutrientes contidos no leite, com uma mudança brusca que deve ser atenuada quando do desmame, para uma rápida adaptação à digestão de alimentos sólidos. Isso se dá principalmente quando a lactose e as proteínas de origem animal são combinadas na dieta pré-inicial.

Desse modo, a redução na altura das vilosidade e o aumento na profundidade das criptas dos leitões têm sido amplamente relacionados com o desmame (Pluske *et al.*, 1997). As possíveis causas da diminuição da altura das vilosidades foram atribuídas ao baixo consumo de alimento e à hipersensibilidade causada pela soja (Li *et al.*, 1991; McCracken *et al.*, 1995; Thomaz, 1996). A maturação dos enterócitos ocorre durante o processo de migração da cripta para a ponta das vilosidades. Essas células exercem função de digestão por meio de enzimas. O número e o tamanho das vilosidades dependem do número de células que as compõem. Assim, quanto maior o número de células, maior o tamanho das vilosidades e, por consequência, maior a área de absorção de nutrientes (Sanchez, 2004).

## CONCLUSÃO

A redução da proteína bruta de 24% para 19% em dieta para leitões desmamados aos 21 dias de idade não influencia o desempenho, o peso de fígado e baço, o pH do estômago e as variáveis morfológicas do trato gastrointestinal, desde que suplementada com metionina, treonina, triptofano, valina e isoleucina industriais.

## AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), pelo apoio financeiro ao projeto, que permitiu a realização deste trabalho.

## REFERÊNCIAS

- BIRKE, H.; THORLACIUS-USSING, O.; HESSOV, I. Trophic effect of dietary peptides on mucosa in the rat small bowel. *J. Parenter. Enteral. Nutr.*, v.14, p.265, 1990.
- CAMPOS, M.S.; VILELA, R.A.; GIMENEZ, C.M. *et al.*, Efeito da redução da proteína bruta da ração para suínos mantidos em termoneutralidade. *Cienc. Tecnol. Aliment.*, v.28, p.7-11, 2008.
- CHEN, H.Y.; MILLER, P.S.; LEWIS, A.J. *et al.* Changes in plasma urea concentration can be used to determine protein requirements of two populations of pigs with different protein accretion rates. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.2631-2639, 1995.
- 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 barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, v.77, p.3238-3247, 1999.
- CLINE, T.R. Development of the digestive physiology of baby pigs and the use of supplemental enzymes in their diets. In: SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 7., 1992, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1992. p.149-161.
- DE LA LLATA, M.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. *et al.* Effects of increasing L-lysine HCl in corn- or sorghum-soybean mealbased diets on growth performance and carcass characteristics of growing-finishing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.2420-2432, 2002.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução da Proteína Bruta da Ração para suínos Machos castrados dos 15 aos 30kg mantidos em termoneutralidade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.1639-1646, 2003.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. *et al.* Redução da proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro dos 30 aos 60kg. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, p.548-556, 2005.
- HANSEN, J.A.; KNABE, D.A.; BURGOON, K.G. Amino acid supplementation of low protein sorghum-soybean meal diets for 20 to 50 kilogram swine. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.442-451, 1993.
- KENDALL, D.C.; LEMENAGER, K.M.; RICHERT, B.T. *et al.* Effects of intact protein diets versus reduced crude protein diets supplemented with syntetic amino acids on pig performance and ammonia levels in swine buildings. *Swine Day Rep.*, p.1-3, 1998.
- KERR, B.J.; EASTER, R.A. Effect of reduced protein, amino acid- supplemented diets on and energy balance in grower pigs. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.3000-3008, 1995.
- KOONG, L. J.; NIENABER, J. A.; MERSMANN, H. Effects of plane of nutrition on organ size and fasting heat production in genetically obese and lean pigs. *J. Nutr.*, v.113, p.1626-1631, 1983.
- LE BELLEGO, L.; VAN MILGEN J.; NOBLET, J. Effect of high temperature and low-protein diets on performance of growing pigs. *J. Anim. Sci.*, v.80, p.691-701, 2002.
- LI, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G. *et al.* Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. *J. Anim. Sci.*, v.68, p.1790-1799, 1990.
- Li, D.F.; NELSSSEN, J.L.; REDDY, P.G. *et al.* Measuring suitability of soybean products for early weaned pigs with immunological criteria. *J. Anim. Sci.*, v.69, p.3299-3307, 1991.
- McCRACKEN, D.; GASKINGS, H.; RUWE-KAISER, P. *et al.* Diet-dependent and diet-independent metabolic responses underline growth stasis of pigs at weaning. *Rev. Nutr.* v.125, p.2838, 1995.
- MOREIRA, I.; KUTSCHENKO, M.; FURLAN, A.C. *et al.* Exigência de lisina para suínos em crescimento e terminação, alimentados com rações de baixo teor de proteína, formuladas de acordo com o conceito de proteína ideal. *Acta. Sci.*, v.26, p.537-542, 2004.
- MORÉS, N.; MARQUES, J.L.; SOBESTIANSKY, J. *et al.* Influência do nível proteico e/ou da acidificação da dieta sobre a diarreia pós-desmame em leitões causada por *Escherichia coli*. *Pesq. Vet. Bras.*, v.10, p.85-88, 1990.
- OLIVEIRA, P.A.V.D. MARTINS, R.R.; PEDROSO, D. *et al.* *Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos*. Concórdia: Embrapa-CNPNSA, 1993. 188 p. (Serie Documentos, 27).
- OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L.; FREITAS, R.T.F. *et al.* Efeito da temperatura sobre o desempenho e sobre os parâmetros fisiológicos e hormonais de leitões consumindo dietas com diferentes níveis de energia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, p.1174-1182, 1997.
- OLIVEIRA, V. *Influência de rações com baixos teores de proteína bruta no balanço de nitrogênio e retenção tecidual em suínos em crescimento*. 2004. 98f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. *et al.* Desempenho e composição corporal de suínos alimentados com rações com baixos teores de proteína bruta. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.41, p.1775-1780, 2006.

- PLUSKE, J.R.; HAMPSON, D.J.; WILLIAMS, I.H. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig: a review. *Livest. Prod. Sci.*, v.51, p.215-236, 1997.
- QUADROS, A.R.B.; KIEFER, C.; HENN, J.D. et al. Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. *Cienc. Rural*, v.32, p.109-114, 2002.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais: Viçosa, MG: UFV, 2005. 186p.*
- SANCHES, A.L. *Probiótico, prébiótico e simbiótico em rações de leitões ao desmame.* 2004. 63f. Tese (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SISTEMAS de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG.* Viçosa, MG: UFV. (Versão 8.0), 2000.
- SOARES, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, p.1153-1161, 2000.
- SUIDA, D. Formulação por proteína ideal e consequências técnicas, econômicas e ambientais. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL: PROTEÍNA IDEAL, ENERGIA LÍQUIDA E MODELAGEM, 1., 2001, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria, RS: EMBRAPA, 2001.
- THOMAZ, M.C. *Digestibilidade da Soja Semi-Integral Extrusada e Seus Efeitos Sobre o Desempenho e Morfologia Intestinal de Leitões na Fase Inicial.* 1996. 66f. Tese (Doutorado em Nutrição e Produção Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia/Universidade Estadual Paulista.
- WARD, T.L.; SOUTHERN, L.L.; Sorghum amino acid-supplemented diets for the 50 to 100 kilogram pig. *J. Anim. Sci.*, v.73, p.1746-1753, 1995.
- ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; MURGAS, L.D.S. et al. Efeito da redução do farelo de soja na ração com base no conceito de proteína ideal sobre o peso de órgãos, morfometria duodenal e incidência de diarreia de leitões na fase de creche. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE SUINOCULTURA, 2., 2004, Foz do Iguaçu, PR. *Anais...* Foz do Iguaçu: UFPR, 2004a.
- ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; RODRIGUES, P.B. et al. Efeito da redução da proteína bruta ração baseando no conceito de proteína ideal sobre o desempenho de leitões dos 10 aos 25kg. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande, MS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004b. 1 CD-ROM.