

SUPLEMENTAÇÃO DE L-VALINA E L-GLUTAMINA + L-ÁCIDO GLUTÂMICO EM DIETAS DE LEITÕES DESMAMADOS¹

NAIARA DIEDRICH RODRIGUES², ANA MARIA BRIDI³, EDUARDO NOGUEIRA⁴, EDUARDO RAELE OLIVEIRA³, ROBERTA ABRAMI MONTEIRO SILVA³, ARTURO PARDO LOZANO³, ALINY KETILIM NOVAIS³, GIOVANI FREDERICO³, CAIO ABERCIO DA SILVA^{3*}

¹Recebido para publicação em 22/05/15. Aceito para publicação em 17/09/15.

²MCassab – Nutrição Animal, São Paulo, SP, Brasil.

³Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Zootecnia, Londrina, PR, Brasil.

⁴Ajinomoto Animal Nutrition, Limeira, SP, Brasil.

*Autor correspondente: casilva@uel.br

RESUMO: Objetivou-se avaliar os efeitos da suplementação dietética de L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico para leitões desmamados sobre o desempenho, frequência de diarreia, peso dos órgãos, pH da digesta, morfologia intestinal e viabilidade econômica. Foram utilizados 72 leitões com $7,53 \pm 0,84$ kg de peso vivo e 24 dias de idade, submetidos a quatro tratamentos, dos 24 aos 46 dias de idade, correspondendo às dietas sem suplementação dos aminoácidos ou dieta controle (DC), com suplementação de glutamina + ácido glutâmico (DG), com glutamina + ácido glutâmico + valina (DGV), e com valina (DV). Foram estabelecidas duas fases sequenciais, pré-inicial I e pré-inicial II, com duração de 12 e 11 dias, respectivamente. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis repetições e três suínos por unidade experimental. Nove dias após o desmame, aos 32 dias de idade, um leitão por baía foi abatido para avaliar o peso dos órgãos, pH da digesta e a morfologia intestinal. Dos 47 aos 65 dias todos os animais receberam uma única dieta. Não foram observados efeitos para o desempenho nas fases pré-inicial I e II, porém para o período total avaliado (24 a 65 dias de idade) os leitões previamente alimentados com DGV consumiram menos ração e apresentaram melhor conversão alimentar em relação aos animais do grupo DV. Para os parâmetros morfométricos, a DG, comparativamente à DC e DV, proporcionou maior profundidade de cripta do íleo. Houve vantagem econômica para as rações suplementadas com L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico, validando seu uso na dieta de leitões desmamados até os 46 dias de idade.

Palavras-chave: creche, desempenho, intestino, suínos.

SUPPLEMENTATION OF DIETS FOR WEANED PIGLETS WITH L-VALINE AND L-GLUTAMINE + L-GLUTAMIC ACID

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the effects of supplementation of diets for weaned piglets with L-valine and L-glutamine + L-glutamic acid on performance, frequency of diarrhea, organ weight, digesta pH, intestinal morphology, and economic viability. Seventy-two piglets with a live weight of 7.53 ± 0.84 kg and 24 days of age were used. The animals were submitted to the following four treatments from 24 to 46 days of age: diet not supplemented with amino acids (control diet, CD); diet supplemented with glutamine + glutamic acid (GD); diet supplemented with glutamine + glutamic acid + valine (GVD), and diet supplemented with valine (VD). Two sequential phases (pre-initial I and pre-initial II) with a duration of 12 and 11 days, respectively, were established. A completely randomized design, consisting of six repetitions and three pigs per experimental unit, was used. Nine days after weaning, at 32 days of age, a piglet per pen was slaughtered for the evaluation of organ weight, digesta pH and intestinal morphology.

All animals received a single diet from days 47 to 65. No effects on performance were observed during the pre-initial phases I and II; however, when the whole study period was considered (24 to 65 days of age), piglets fed GVD consumed less feed and exhibited better feed conversion than animals of the VD group. With respect to morphometric parameters, GD provided a greater ileal crypt depth than CD and VD. There was an economic advantage of diets supplemented with L-valine and L-glutamine + L-glutamic acid, validating their use in diets for weaned piglets until 46 days of age.

Keywords: nursery, performance, intestine, pigs.

INTRODUÇÃO

A associação dos fatores estressantes vinculados ao pós-desmame precoce de leitões normalmente resulta em redução no consumo, especialmente na primeira semana, levando ao baixo desempenho no período (CAMPBELL *et al.*, 2013). Este quadro, em nível intestinal, leva à maior descamação do epitélio intestinal, com atrofia dos vilos, aumento da profundidade das criptas e diminuição da capacidade digestiva e absorptiva do intestino delgado (SCANDOLERA *et al.*, 2005). Desta forma, a qualidade das dietas pré-iniciais e iniciais e um consumo de ração que suporte as demandas fisiológicas do trato digestório do leitão são dois aspectos essenciais para a superação dos desafios inerentes ao desmame.

Neste sentido, alguns aditivos tróficos têm sido utilizados para a melhora deste quadro. A glutamina, um aminoácido especialmente utilizado pelos tecidos com altas taxas de renovação celular, como a mucosa intestinal e seus enterócitos, principalmente em estados de estresse, como o desmame, tem se mostrado efetiva na recuperação das vilosidades intestinais e na melhora das defesas do organismo (XIAO *et al.*, 2012). O aminoácido, presente em elevada concentração no leite da porca (TUCCI *et al.*, 2011) continua essencial para os processos vitais no período crítico do pós-desmame. Porém, nesta fase, o seu aporte é insuficiente para atender a demanda devido à sua baixa concentração na dieta sólida e simultaneamente também devido ao reduzido consumo de ração pelos leitões.

Considerando que as dietas para suínos são tradicionalmente formuladas à base de milho e farelo de soja, a valina, neste contexto, é considerada o quarto ou quinto aminoácido limitante para suínos (GAINES *et al.*, 2011), e assim como os demais aminoácidos participa efetivamente da deposição protéica, sendo que sua deficiência pode prejudicar também a utilização dos primeiros aminoácidos limitantes (CHUNG e BAKER, 1992). Seu papel se traduz na possibilidade de redução da proteína

bruta na dieta, o que, conseqüentemente, favorece a minimização da incidência de diarreia, melhora o balanceamento das dietas, determinando melhor desempenho dos animais, além de permitir, em determinadas circunstâncias, oportunidade da utilização nas formulações de ingredientes protéicos alternativos ou regionais, resultando em redução de custos (NOGUEIRA, 2005).

Diante dos poucos estudos sobre o efeito do uso associado de glutamina, ácido glutâmico e valina nas dietas e, considerando as virtudes isoladas destes aminoácidos para a fase pós-desmame, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da suplementação dietética de L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico para leitões desmamados sobre o desempenho, frequência de diarreia, peso dos órgãos, pH da digesta, morfologia intestinal, e viabilidade econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 72 leitões de genética comercial (Agroceres PIC x Danbred), desmamados, com idade média inicial de 24 dias e peso médio de $7,53 \pm 0,84$ kg. O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina (protocolo nº. 2559.2012.83). Antes do experimento, os animais passaram por um período de adaptação, recebendo dieta única identificada como controle, ofertada dos 10 aos 23 dias de idade. Com esta idade, os animais foram transferidos da maternidade para a creche, onde foram alojados em instalação de alvenaria, com pé direito de 3,0 m e cortinas nas laterais para auxiliar no controle da ventilação. Os animais ocuparam 24 baias de estrutura metálica suspensa, com 1,5 m² de área, piso ripado plástico, equipadas com lâmpada infravermelha para aquecimento, bebedouro tipo chupeta e comedouro tipo calha com 4 bocas.

Para o monitoramento da temperatura ambiental e umidade relativa do ar durante o período experimental, foram instalados no interior do galpão dois *data loggers* (HOBO®, Bourne, MA, USA).

As temperaturas mínimas e máximas médias da creche foram de $23,14 \pm 1,24$ °C e $28,71 \pm 2,66$ °C, respectivamente. A umidade relativa média do ar, pela manhã e pela tarde, foi de $77,21 \pm 6,2$ % e $60,27 \pm 10,51$ %, respectivamente.

Os animais foram distribuídos em um delineamento experimental em blocos ao acaso, com 4 tratamentos, 6 repetições e 3 animais por unidade experimental (baia). Como critério para a formação dos blocos foi adotado o peso médio inicial, sendo alojados por baia 2 machos castrados e 1 fêmea.

As exigências nutricionais dos animais e a composição dos ingredientes foram baseadas nas recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2011), sendo subdivididas em fase pré-inicial I (dos 24 aos 35 dias de idade), pré-inicial II (dos 36 aos 46 dias de idade) e inicial (dos 47 aos 65 dias de idade). Rações e água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental. Foram avaliados nos três períodos, o consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar.

A inclusão de L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico e L-Valina se deu apenas durante as fases pré-inicial I e pré-inicial II. No final do período de creche, entre 47 e 65 dias de idade, todos os animais receberam a mesma ração experimental. Os aminoácidos sintéticos L-Lisina, Metionina Hidroxi Análoga (MHA), L-Treonina, L-Triptofano, L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico (AminoGut®), foram utilizados visando atender as recomendações de ROSTAGNO *et al.* (2011).

As rações experimentais, à base de milho, farelo de soja, soro de leite em pó e suplemento vitamínico e mineral, consistiram de uma dieta chamada controle (DC), sem a suplementação de valina e/ou glutamina + ácido glutâmico, e outras três, contendo L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico (DG), ou L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico (DGV), ou L-Valina (DV) (Tabelas 1 e 2), calculadas para serem isoenergéticas e com os níveis de proteína e aminoácidos variando conforme a recomendação proposta por ROSTAGNO *et al.* (2011). A composição nutricional e energética da ração Inicial I, ofertada entre 47 e 65 dias de idade, está demonstrada na Tabela 2.

A avaliação da frequência de diarreia foi realizada na primeira fase do experimento, segundo SOBESTIANSKY e BARCELLOS (2007), sendo feita diariamente por um único observador, sempre no mesmo horário, através da verificação direta da presença de animais com diarreia. Quando mais de um leitão apresentava diarreia, a baia era considerada positiva.

Aos nove dias pós-desmame (32 dias de idade)

foi selecionado para sacrifício um animal de cada baia (totalizando 24 animais), sendo utilizado aquele que apresentou o peso mais próximo da média dos animais de cada bloco. O sacrifício foi precedido pela insensibilização elétrica, seguido da sangria dos grandes vasos da região do pescoço. Após o abate os animais foram eviscerados para avaliação do peso do estômago, baço, fígado, intestino delgado e ceco, comprimento do intestino delgado e o pH da digesta no intestino delgado, por intermédio de pHmetro elétrico, padronizado à temperatura de 25 °C e 95% de sensibilidade.

Após a remoção do conteúdo foi coletado um fragmento de cada uma das três regiões do intestino delgado: 1 - a 20 cm do esfíncter pilórico; 2 - na metade de seu comprimento e; 3 - a 20 cm do esfíncter íleo-cecal. Os fragmentos intestinais, de aproximadamente 3 cm de comprimento, foram lavados em solução fisiológica e então seccionados transversalmente e longitudinalmente para expor o lúmen intestinal. Após 24 horas na solução fixadora (formol 10%), os fragmentos foram lavados e imersos em álcool 70% e armazenados à temperatura ambiente. Os fragmentos foram recortados em amostras de aproximadamente 0,5 cm de comprimento, desidratados em álcool, diafanizados em xilol e incluídos em parafina. Em cada lâmina foram dispostas quatro secções semi-seriadas com 5 µm de espessura, obtidas com micrótomo American Optimal, sendo que entre uma secção e a subsequente foram desprezadas 30 secções (BERTOLETO, 2005). As lâminas foram coradas com hematoxilina/eosina e submetidas à avaliação morfométrica, realizada em microscópio óptico Leica, modelo DLMS, com objetiva de 10 vezes. Foi utilizada uma câmera MoticCam 2500 para captura das imagens (com resolução de 2592 x 1944 pixels), sendo a medida da altura das vilosidades realizada no programa Motic Image Plus 2.0, com análise de pelo menos 30 vilosidades e 30 criptas por segmento. A média das vilosidades foi considerada como a variável a ser analisada.

Para avaliar a viabilidade econômica foram levantados preços das matérias-primas no mercado e calculado o custo da ração por quilograma de peso vivo ganho (CR), segundo BELLAYER *et al.* (1985), conforme descrito abaixo:

Y_i (R\$/kg) = $Q_i \times P_i / G_i$, em que: Y_i é o custo da ração por kg de peso vivo ganho no i -ésimo tratamento; Q_i é a quantidade de ração consumida no i -ésimo tratamento; P_i é o preço por kg da ração utilizada no i -ésimo tratamento; e G_i é o ganho de peso do i -ésimo tratamento.

Foi calculado também o Índice de Eficiência

Tabela 1. Composição centesimal, nutricional e energética das rações experimentais da fase pré-inicial I (24 aos 35 dias de idade)

Ingredientes (%)	Pré-Inicial I			
	DC ¹	DG ¹	DGV ¹	DV ¹
Milho	37,724	36,948	38,880	39,769
Protenose	1,900	1,800	1,900	1,900
Farelo de soja	15,400	15,500	13,000	13,000
Concentrado protéico de soja	-	-	1,800	1,700
Hemácias em pó	1,927	1,902	0,149	0,163
Soro de Leite	2,985	2,985	2,985	2,985
Supl. Pré-I ²	40,000	40,000	40,000	40,000
Aminogut ³	-	0,800	0,800	-
L-Lisina HCL, 99%	-	-	0,200	0,200
L-Treonina, 98,5%	0,056	0,057	0,111	0,110
L-Triptofano, 98%	0,008	0,008	0,027	0,027
L-Valina	-	-	0,148	0,146
Proteína bruta, %	22,34	22,70	21,58	21,13
Energia metabolizável, kcal/kg	3,29	3,29	3,29	3,29
Cálcio, %	0,78	0,78	0,78	0,78
Fósforo total, %	0,69	0,69	0,69	0,69
Fósforo disponível, %	0,48	0,47	0,47	0,47
Sódio, %	0,35	0,35	0,34	0,34
Lisina digestível, %	1,45	1,45	1,45	1,45
Metionina digestível, %	0,57	0,57	0,56	0,56
Metionina + Cistina digestível, %	0,85	0,84	0,82	0,82
Treonina digestível, %	0,94	0,94	0,94	0,94
Triptofano digestível, %	0,26	0,26	0,26	0,26
Arginina digestível, %	1,26	1,25	1,20	1,20
Isoleucina digestível, %	0,80	0,80	0,80	0,80
Histidina digestível, %	0,51	0,51	0,38	0,38
Leucina digestível, %	1,88	1,86	1,66	1,67
Fenilalanina + Tirosina digestível, %	0,96	0,95	0,88	0,88
Valina digestível, %	1,01	1,01	1,00	1,00

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina. ²Suplemento Pré-I, níveis de garantia por kg do produto: Umidade: 120g, Proteína Bruta: 205g, Extrato Etéreo: 31g, Fibra Bruta: 26g, Matéria Mineral: 106g, Cálcio: 17g, Fósforo: 8,8g, Flúor: 88mg, Lactose: 200g, Lisina: 18g, Metionina: 8.700mg, Treonina: 10,5g, Triptofano: 3.070mg, Sódio: 8.000mg, Colina: 1.188mg, Vitamina A: 25.200UI, Vitamina D3: 6.300UI, Vitamina E: 126,5UI, Vitamina K3: 1,57mg, Vitamina B1: 4,72mg, Vitamina B2: 15,7mg, Vitamina B6: 6,3mg, Vitamina B12: 63mcg, Niacina: 80mg, Ácido Pantotênico: 34,7mg, Ácido Fólico: 2,6mg, Biotina: 0,19mg, Ferro: 234mg, Cobre: 500mg, Manganês: 155,8mg, Zinco: 7.500mg, Iodo: 2,32mg, Selênio: 0,89mg, Xilanase: 0,175U/g, Betaglucanase: 0,25U/g, *Bacillus licheniformis*: 1,6X10E6UFC, *Bacillus subtilis*: 1,6X10E9UFC e Halquinol: 300mg. ³Aminogut®, níveis de garantia por kg do produto: L-glutamina: 100g, Ácido glutâmico: 100g.

Tabela 2. Composição centesimal, nutricional e energética das rações experimentais das fases pré-inicial II (36 aos 46 dias de idade) e inicial (47 aos 65 dias de idade)

Ingredientes (%)	Pré-inicial II				Inicial
	DC ¹	DG ¹	DGV ¹	DV ¹	DC ¹
Soja micronizada	-	-	-	-	0,025
Milho	38,402	37,501	40,963	41,770	62,184
Farelo de soja	25,600	25,700	22,000	22,000	31,400
Plasma em pó	0,200	0,200	0,200	0,200	-
Soro de Leite	8,955	8,955	8,955	8,955	2,985
Supl. Pré-II ²	25,000	25,000	25,000	25,000	-
Núcleo Inicial ³	-	-	-	-	3,000
Aminogut® ⁴	-	0,800	0,800	-	-
MHA, 84% ⁵	1,780	1,780	1,799	1,800	0,093
L-Lisina HCL, 99%	0,005	0,005	0,119	0,117	0,250
L-Treonina, 98,5%	0,038	0,039	0,089	0,086	0,063
L-Triptofano, 98%	0,020	0,020	0,020	0,020	-
L-Valina	-	-	0,055	0,052	-
Proteína bruta, %	21,98	22,42	21,21	20,78	20,24
Energia metabolizável, kcal/kg	3,28	3,28	3,29	3,29	3,20
Cálcio, %	0,77	0,77	0,76	0,76	0,76
Fósforo total, %	0,70	0,70	0,69	0,69	0,64
Fósforo disponível, %	0,49	0,49	0,48	0,48	0,38
Sódio, %	0,34	0,34	0,34	0,34	0,23
Lisina digestível, %	1,35	1,35	1,35	1,35	1,15
Metionina digestível, %	0,41	0,41	0,39	0,39	0,35
Metionina + Cistina digestível, %	0,80	0,80	0,77	0,77	0,64
Treonina digestível, %	0,88	0,88	0,88	0,88	0,75
Triptofano digestível, %	0,24	0,24	0,24	0,24	0,21
Arginina digestível, %	1,32	1,32	1,21	1,22	1,24
Isoleucina digestível, %	0,83	0,83	0,77	0,77	0,74
Histidina digestível, %	0,43	0,43	0,39	0,39	0,36
Leucina digestível, %	1,64	1,64	1,55	1,56	1,58
Fenilalanina + Tirosina digestível, %	1,22	1,22	1,11	1,11	1,51
Valina digestível, %	0,94	0,94	0,93	0,93	0,84

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina. ²Suplemento Pré-II, níveis de garantia por kg do produto: Umidade: 120g, Proteína Bruta: 170g, Extrato Etéreo: 34,3g, Fibra Bruta: 27,7g, Matéria Mineral: 110g, Cálcio: 25,5g, Fósforo: 12,8g, Flúor: 128mg, Lactose: 80g, Lisina: 16,3g, Metionina: 6.770mg, Treonina: 8.450g, Triptofano: 2.140mg, Sódio: 11g, Colina: 650mg, Vitamina A: 40.000UI, Vitamina D3: 10.000UI, Vitamina E: 200UI, Vitamina K3: 17,8mg, Vitamina B1: 7,5mg, Vitamina B2: 25mg, Vitamina B6: 10mg, Vitamina B12: 100mcg, Niacina: 125mg, Ácido Pantotênico: 55,2mg, Ácido Fólico: 4mg, Biotina: 0,26mg, Ferro: 374mg, Cobre: 1.000mg, Manganês: 248mg, Zinco: 8.000mg, Iodo: 3,8mg, Selênio: 1,4mg, Fitase: 2,0FTU/g, *Bacillus licheniformis*: 2,6X10E6UFC, *Bacillus subtilis*: 2,6X10E9UFC e Halquinol: 480mg. ³Núcleo Inicial, níveis de garantia por kg do produto: Cálcio: 168-252g, Fósforo: 76,5g, Flúor: 850mg, Sódio: 59,5g, Colina: 7.385mg, Vitamina A: 300.000UI, Vitamina D3: 100.000UI, Vitamina E: 1.333UI, Vitamina K3: 150mg, Vitamina B1: 83,3mg, Vitamina B2: 233,3mg, Vitamina B6: 100mg, Vitamina B12: 1.333mcg, Niacina: 1.333mg, Ácido Pantotênico: 833,3mg, Ácido Fólico: 40mg, Biotina: 3,34mg, Ferro: 5.000mg, Cobre: 8.333mg, Manganês: 1.333mg, Zinco: 4.166,6mg, Iodo: 33,34mg, Selênio: 10mg, Fitase: 16,67FTU/g e Colistina: 1.333,33mg. ⁴Aminogut®, níveis de garantia por kg do produto: L-glutamina: 100g, Ácido glutâmico: 100g. ⁵MHA: Metionina Hidroxi Análoga.

Econômica (IEE) segundo metodologia proposta por BARBOSA *et al.* (1992): $IEE (\%) = MCE/CTei \times 100$, em que: MCE é o menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; e Ctei é o custo do i-ésimo tratamento.

Para o cálculo dos custos foram considerados os valores dos ingredientes da ração no mês de março de 2012 (R\$/kg): Milho: 0,55; Farelo de soja: 1,01; Soja micronizada: 2,06; Protenose: 2,00; Concentrado protéico de soja: 1,5; Soro de leite em pó: 2,43; Plasma em pó: 2,05; Hemácias em pó: 11,3; Suplemento Pré-inicial I: 3,07; Suplemento Pré-inicial II: 2,66; Núcleo Inicial: 1,82; MHA 82%: 5,78; L-Lisina HCL: 5,33; L-Treonina: 6,00; L-Triptofano: 37,00; L-Valina: 12,00 e AminoGut®: 7,74.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o procedimento ANOVA (SAS Inst., Inc., Cary, NC). Para os dados de diarreia foi empregado o teste de Qui-quadrado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve efeito ($P > 0,05$) do tratamento sobre o desempenho (ganho diário de peso, consumo diário de ração e conversão alimentar) nos períodos pré-inicial I (24 a 35 dias de idade) e pré-inicial I + II (24 a 46 dias de idade) (Tabela 3), e tampouco na frequência de diarreia durante o primeiro período experimental (16,67; 27,70; 11,11 e 16,67% nos tratamentos DC, DG, DGV e DV, respectivamente).

Os resultados de desempenho foram semelhantes aos relatados por LOHMANN *et al.* (2012) que, avaliando níveis crescentes de valina digestível (0,60; 0,67; 0,74; 0,81 e 0,88%) para suínos machos castrados, dos 15 aos 30 kg de peso vivo, em rações à base de milho e farelo de soja (15,2% de proteína

bruta, 1,15% lisina digestível), suplementadas com lisina, metionina, treonina, triptofano, valina, isoleucina e ácido glutâmico, não observaram influência do aminoácido sobre o consumo diário de ração e a conversão alimentar. Os resultados também foram semelhantes aos de ABREU *et al.* (2010), que avaliaram a inclusão de glutamina (1%) em uma dieta a base de milho e farelo de soja com 22% de proteína bruta, e não verificaram melhora ($P > 0,05$) no desempenho dos leitões entre 21 e 42 dias de idade.

A ausência de efeitos significativos para os parâmetros de desempenho nestas primeiras fases (pré-inicial I e pré-inicial I + II) contradiz os resultados observados por WU *et al.* (1996), MOLINO *et al.* (2012) e XIAO *et al.* (2012), que verificaram efeitos significativos no ganho de peso de leitões desmamados aos 21 dias de idade e suplementados, respectivamente, com 1,0% de glutamina e 21% de proteína bruta; 0,8% de glutamina e 21% de proteína bruta; e 1,0% de glutamina e 21,5% de proteína bruta.

No presente trabalho, os tratamentos não influenciaram o consumo e o ganho de peso no pós-desmame, em especial nas duas primeiras fases (pré inicial I e II), que classicamente são mais críticas para o leitão. Assim, a combinação da glutamina e do ácido glutâmico associada ou não à valina e a valina isoladamente não foram efetivas na melhora do desempenho. Possivelmente a pequena redução protéica praticada nas rações que foram formuladas com a participação da L-Valina sintética não tenha sido suficiente para influenciar os resultados. Considera-se também, que a ausência de diferença entre os tratamentos para as duas primeiras fases do experimento se deva aos possíveis efeitos benéficos da participação de ingredientes altamente

Tabela 3. Desempenho dos animais durante as fases pré-inicial I e pré-inicial I + II

Tratamento ¹	Fases								
	Pré-inicial I			Pré-inicial I + II			Pré-inicial I + II + Inicial		
	GPD ² (g)	CDR ³ (g)	CA ⁴ (g)	GPD (g)	CDR (g)	CA (g)	GPD (g)	CDR (g)	CA (g)
DC (g)	218	305	1,40	389	541	1,39	554	910 ab	1,64 ab
DG (g)	201	276	1,39	381	526	1,38	533	876 ab	1,64 ab
DGV (g)	201	271	1,36	378	488	1,30	539	840 b	1,56 a
DV (g)	216	273	1,41	367	540	1,49	561	929 a	1,66 b
Média (g)	209	282	1,39	380	524	1,391	547	888	1,623
P valor	0,823	0,472	0,995	0,655	0,107	0,149	0,413	0,022	0,055

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina. ²Ganho diário de peso. ³Consumo diário de ração. ⁴Conversão alimentar.

Médias seguidas de letra diferente na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

digestíveis nestas rações, como hemácia em pó, concentrado protéico de soja, plasma em pó e o soro de leite em pó. Segundo JUNQUEIRA *et al.* (2004), dietas altamente digestíveis podem minimizar as mudanças dietéticas principalmente nas duas primeiras semanas pós-desmame. Da mesma forma, CERA *et al.* (1988) e BERTO *et al.* (1997) afirmaram que dietas com ingredientes de alta digestibilidade e boa absorção estimulam o consumo e minimizam o impacto da nutrição pós-desmame sobre a morfologia da mucosa intestinal dos leitões.

Para o período experimental total (Tabela 3), os leitões que receberam as dietas DGV apresentaram menor consumo alimentar e melhor conversão alimentar ($P < 0,05$) em relação aos tratados com DV, indicando que a associação destes aminoácidos sintéticos nas fases mais precoces do pós-desmame podem favorecer os resultados no período total, apontando possíveis efeitos remanescentes para os parâmetros de desempenho, concordando com PLUSKE *et al.* (2003), que afirmaram que o fornecimento de dietas iniciais de qualidade e apropriadas a leitões desmamados precocemente pode melhorar o consumo voluntário e acelerar as taxas de crescimento com potencial de aumentar a produtividade da atividade.

Houve diferença (Tabela 4) do peso do estômago entre os tratamentos com suplementação de valina (DV) e o controle (DC), com o primeiro sendo superior em 0,150 kg. Não há explicação para maior peso de estômago dos animais que receberam o tratamento DV, uma vez que não foi observada diferença no consumo de ração, e tampouco há evidências do papel da valina sobre o desenvolvimento do órgão.

Os resultados obtidos estão de acordo com os relatados por ZANGERONIMO *et al.* (2006), que verificaram que dietas com redução do nível proteico

e de farelo de soja, suplementadas com aminoácidos sintéticos, fornecidas para leitões desmamados (com peso vivo inicial de $8,55 \pm 0,81$ kg), não determinaram alterações no desenvolvimento dos órgãos (peso do fígado, baço e pâncreas) sete dias após o início dos tratamentos.

Não houve efeito do tratamento no comprimento do intestino delgado e no pH da digesta do intestino delgado (Tabela 4). Para a altura das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo, não foram verificadas diferenças entre os tratamentos (Tabela 5). Pode-se atribuir que estes resultados sejam devidos à alta qualidade e digestibilidade dos ingredientes utilizados em todas as dietas experimentais. Segundo CERA *et al.* (1988) e BERTO *et al.* (1997), estes fatores são responsáveis por modular positivamente a qualidade da mucosa intestinal.

Os resultados do presente trabalho são semelhantes aos observados por ABREU *et al.* (2010), que avaliando o efeito da inclusão de glutamina (1%) em dietas a base de milho e farelo de soja com 22% de proteína bruta para leitões desmamados aos 21 dias de idade com peso inicial de 6,3 kg, também não encontraram diferenças para altura de vilosidades e profundidade de criptas. CERA *et al.* (1988) observaram que as maiores mudanças na morfologia do trato intestinal ocorrem de 3 a 7 dias após o desmame, com redução na altura das vilosidades e aumento na profundidade das criptas. Segundo estes autores, o avanço do desenvolvimento dos leitões é acompanhado de melhor uso da energia da dieta. Segundo RIBEIRO *et al.* (2006), isto se deve ao grau de amadurecimento do trato gastrointestinal (vilosidades e enzimas digestivas, que atingem grau de atividade satisfatório, em média, aos 42 dias de idade), uma vez que a recuperação do epitélio intestinal e de suas funções está associada à sua maturação, que

Tabela 4. Peso do estômago, fígado, baço, intestino delgado e grosso, pH da digesta no intestino delgado e comprimento de intestino delgado de leitões aos 32 dias de idade

Tratamento ¹	Estômago (kg)	Fígado (kg)	Baço (kg)	Intestino delgado (kg)	Intestino grosso (kg)	Intestino delgado (m)	pH
DC	0,726 b	1,964	0,187	3,646	3,48	8,583	6,99
DG	0,815 ab	1,895	0,221	3,798	2,764	7,790	7,15
DGV	0,782 ab	2,098	0,231	3,955	3,142	9,433	6,95
DV	0,870 a	1,978	0,201	3,973	2,712	8,442	6,92
Média	0,791	1,984	0,210	3,843	3,026	8,563	7,01
P valor	0,026	0,420	0,725	0,855	0,359	0,627	0,492
CV%	12,10	10,48	34,74	18,27	27,67	24,42	3,86

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina. Médias seguidas de letra diferente na mesma coluna diferem entre si ($P < 0,05$).

Tabela 5. Médias observadas e desvio-padrão da altura de vilos, profundidade de criptas e relação vilosidade:cripta do duodeno, jejuno e íleo

	Tratamento ¹				Média	P valor	CV%
	DC	DG	DGV	DV			
Duodeno							
Altura de vilos (µm)	213,7	224,0	221,1	213,7	218,1	0,970	20,15
Profundidade de criptas (µm)	131,8	156,0	140,9	132,2	140,2	0,269	15,76
Vilo:cripta	1,6	1,4	1,5	1,6	1,5	0,858	17,82
Jejuno							
Altura de vilos (µm)	221,3	224,9	213,0	173,6	208,2	0,161	19,68
Profundidade de criptas (µm)	129,5	150,9	137,9	138,7	139,2	0,539	17,03
Vilo:cripta	1,7 a	1,5 ab	1,5 ab	1,2 b	1,5	0,084	19,84
Íleo							
Altura de vilos (µm)	210,1	232,4	237,7	217,6	224,4	0,649	17,99
Profundidade de criptas (µm)	127,8 b	156,5 a	133,1 ab	128,5 b	136,5	0,030	12,09
Vilo:cripta	1,6	1,5	1,8	1,7	1,6	0,539	21,09

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina. Médias seguidas de letra diferente na mesma linha diferem entre si (P<0,05).

tem evolução mais rápida de acordo com a idade cronológica e com o peso do animal ao desmame (PLUSKE *et al.*, 2003; SMITH *et al.*, 2007; ABREU *et al.*, 2010). O bom consumo de ração nas duas primeiras fases do presente trabalho (201 e 524g em média, para as fases pré-inicial I e I+II, respectivamente) e peso ao desmame elevado, 7,53 kg em média, são indicativos desse desenvolvimento.

Houve diferença da profundidade das criptas do íleo entre os tratamentos DC, DV e DG, com maior valor para o tratamento DG (Tabela 6). Este resultado pode estar relacionado com a ocorrência de diarreia observada no período, que embora não tenha sido significativa entre os tratamentos, apresentou maior frequência no tratamento DG (27,70%) em relação aos outros dois (16,67% para ambos). Segundo LIMA *et al.* (2009), a alta atividade proliferativa celular, no caso das criptas mais profundas observadas no tratamento DG, pode indicar injúria da mucosa por

processo inflamatório e alterações morfológicas decorrentes de processos como a diarreia.

Os resultados observados no presente trabalho são contrários aos obtidos por DOMENEGHINI *et al.* (2004), que, comparando uma dieta base controle isoprotéica (18% de proteína bruta) suplementada com lisina, metionina e treonina com dieta controle suplementada com glutamina (0,5%) em leitões dos 21 aos 49 dias de idade, observaram aumento significativo para altura de vilos e profundidade de criptas, e conseqüente redução na relação vilosidade:cripta do íleo para a dieta suplementada com glutamina quando comparada à controle, sugerindo que este aminoácido tem potencial para promover a restauração da mucosa, possibilitando melhora na eficiência absorptiva e nos processos digestivos.

Os resultados da análise econômica (Tabela 6), que consideram somente as duas primeiras fases

Tabela 6. Preço médio das rações, custo médio da alimentação por quilograma de suíno produzido, índice de custo médio e índice de eficiência econômica nas fases Pré-inicial I e II

Variáveis	Tratamento ¹			
	DC	DG	DGV	DV
Preço da ração pré-inicial I (R\$/kg)	1,92	1,98	1,83	1,77
Preço da ração pré-inicial II (R\$/kg)	1,47	1,53	1,53	1,47
Custo médio alimentação/kg suíno (R\$/kg)	2,38	2,44	2,25	2,35
Índice de Custo Médio	105,77	108,00	100	100,44
Índice de Eficiência Econômica	94,53	92,59	100	95,74

¹DC: Dieta Controle; DG: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico; DGV: Dieta L-Glutamina + L-Ácido Glutâmico + L-Valina; DV: Dieta L-Valina.

do pós-desmame (pré-inicial I e II), indicam que a suplementação dietética com L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido glutâmico correspondeu ao tratamento de melhor eficiência econômica e menor custo, representando maiores benefícios.

CONCLUSÃO

De acordo com as condições deste experimento, a associação dos aminoácidos sintéticos valina e glutamina + ácido glutâmico para leitões desmamados até a idade de 46 dias não resultou em efeitos sobre o desempenho, frequência de diarreia e características morfológicas intestinais. Todavia, pode ser observado um efeito positivo subsequente do tratamento com a associação da L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido glutâmico nas fases mais precoces do pós-desmame sobre o desempenho na fase final da creche, com repercussão no desempenho dos animais no período total de creche.

Os custos dos tratamentos favoreceram a utilização da associação da L-Valina e L-Glutamina + L-Ácido glutâmico nas rações, o que sugere que nas formulações o uso de tais aminoácidos sintéticos devem ser considerados, uma vez que diante dos custos de outros ingredientes, sua inclusão pode ser economicamente viável.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; SARAIVA, A.; OLIVEIRA, R.F.M.; FORTES, F.I.; GRAÑA, G.L.. Glutamina, nucleotídeos e plasma suíno em rações para leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.520-525, 2010.
- BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FERREIRA, A.S.; LIMA, G.J.M.M.; GOMES, M.F.M. Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.827-837, 1992.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S.; GOMES, P.C. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, p.969-974, 1985.
- BERTO, D.A.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, S.N. Efeito do tipo de dieta e do sistema de alimentação na fase inicial sobre o desempenho de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.144-152, 1997.
- BERTOLETTO, P.R. **Estudo morfológico do intestino delgado de ratos na isquemia-reperusão sob oxigenação hiperbárica**. 2005. 65f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, SP, 2005.
- CAMPBELL, J.M.; CRENSHAW, J.D.; POLO, J. The biological stress of early weaned piglets. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v.4, p.1-4, 2013.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROSS, R.F.; REINHART, G.A.; WHITMOYER, R.E. Effect of age, weaning and post weaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, p.574-584, 1988.
- CHUNG, T.K.; BAKER, D.H. Ideal amino acid pattern for 10 kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3102-3111, 1992.
- DOMENEGHINI, C.; DI GIANCAMILLO, A.; SAVOINI, G.; PARATTE, R.; BONTEMPO, V.; DELL'ORTO, V. Structural patterns of swine ileal mucosa following L-glutamine and nucleotide administration during the weaning period. An histochemical and histometrical study. **Histology and Histopathology**, v.19, p.49-58, 2004.
- GAINES, A.M.; KENDALL, D.C.; ALLEE, G.L.; USRY, J.L.; KERR, B.J. Estimation of the standardized ileal digestible valine-to-lysine ratio in 13- to 32-kilogram pigs. **Journal of Animal Science**, v.89, p.736-742, 2011.
- JUNQUEIRA, O.M.; SILZ, L.Z.T.; ARAÚJO, L.F.; LOPES, E.L.; DUARTE, K.F. Níveis de substituição do leite em pó desnatado pelo isolado protéico de soja na dieta de leitões desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.2283-2291, 2004.
- LIMA, G.J.M.M.; MORES, N.; SANCHES, R.L. As diarreias nutricionais na suinocultura. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.37, p.17-30, 2009.
- LOHMANN, A.C.; POZZA, P.C.; POZZA, M.S.S.; NUNES, R.V.; CASTILHA, L.D.; POSSAMAI, M.; BRUNO, L.D.G.; LAZZERI, D.B. Níveis de valina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. **Archivos de Zootecnia**, v.61, p.267-278, 2012.
- MOLINO, J.P.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M.; SARAIVA, A.; HAESE, D.; FORTES, E.I.; SOUZA, M.F. L-glutamine and L-glutamate in diets with different lactose levels for piglets weaned at 21 days of age. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, p.98-105, 2012.
- NOGUEIRA, E.T. Aminoácidos: essenciais para suínos. **Suinocultura Industrial**, v.191, p.26-28, 2005.
- PLUSKE, J.R.; KERTON, D.J.; CRANWELL, P.D.; CAMPBELL, R.G.; MULLAN, B.P.; KING, R. H.; POWER, G.N.; PIERKYNOWSKI, S.G. Age, sex, and weight at weaning influence organ weight and gastrointestinal development of weanling pigs. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.54, p.515-527, 2003.

- RIBEIRO, A.M.L.; PINHEIRO, C.C.; GIANFELICE, M. Nutrientes que afetam a imunidade dos leitões. **Acta Scientiae Veterinae**, v.36, p.119-124, 2006. Suplemento, 1.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2011.
- SCANDOLERA, A.J.; THOMAZ, M.C.; KRONKA, R.N.; FRAGA, A.L.; BUDIÑO, F.E.L.; HUAYNATA, R.A.R.; RUIZ, U.S.; CRITANI, J. Efeitos de fontes protéicas na dieta sobre a morfologia intestinal e o desenvolvimento pancreático de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.2355-2368, 2005.
- SMITH, A.L.; STALDER, K.J.; SERENIUS, T.V.; BAAS, T.J.; MABRY, J.W. Effect of piglet birth weight on weights at weaning and 42 days post weaning. **Journal of Swine Health and Production**, v.15, p.213-218, 2007.
- SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.E.S.N. Monitoramentos clínicos. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D.E.S.N. (ed.). **Doenças dos suínos**. Goiânia: Cãnone Editorial, 2007. p.723-726.
- TUCCI, F.M.; THOMAZ, M.C.; NAKAGHI, L.S.O.; HANNAS, M.I.; SCANDOLERA, A.J.; BUDIÑO, F.E.L. Efeito da adição de agentes tróficos na dieta de leitões desmamados sobre a estrutura e ultraestrutura do intestino delgado e sobre o desempenho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.931-940, 2011.
- WU, G.; MEIER, S.A.; KNABE, D. Dietary glutamine supplementation prevents jejunal atrophy in weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.126, p.2578-2584, 1996.
- XIAO, Y.; WU, T; HONG, Q.; SUN, J.; CHEN, A.; YANG, C.; LI, X. Response to weaning and dietary L-glutamine supplementation: metabolic analysis in piglets by gas chromatography/mass spectrometry. **Journal of Zhejiang University - Science B (Biomedicine & Biotechnology)**, v.13, p.567-578, 2012.
- ZANGERONIMO, M.G.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. Redução do nível de proteína bruta da ração com suplementação de aminoácidos sintéticos para leitões na fase inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.848-856, 2006.