

## PLASMA SUÍNO E OVO INTEIRO EM RAÇÕES DE LEITÕES DESMAMADOS SOBRE A ESTRUTURA E ULTRA-ESTRUTURA DA MUCOSA INTESTINAL<sup>1</sup>

INFLUENCE OF SWINE PLASMA AND WHOLE EGG IN RATIONS OF WEANED PIGLETS  
ON STRUCTURE AND ULTRA-STRUCTURE OF INTESTINAL MUCOUS DEVELOPMENT

M. C. THOMAZ<sup>2\*</sup>, M. I. HANNAS<sup>3</sup>, R. N. KRONKA<sup>2</sup>, F. M. TUCCI<sup>4</sup>,  
A. J. SCANDOLERA<sup>5</sup>, F. E. L. BUDIÑO<sup>6</sup>

### RESUMO

Avaliou-se a inclusão de leite em pó, níveis crescentes de plasma suíno, níveis crescentes de ovo inteiro e alto nível de farelo de soja em dietas de leitões desmamados aos 21 dias de idade sobre o desenvolvimento da estrutura e ultra-estrutura da mucosa intestinal. O plasma e o ovo substituíram, respectivamente, 25, 50 e 75 e 15, 30 e 45% a proteína bruta do leite em pó. Aos 27 e 35 dias de idade os animais foram abatidos para coleta de amostras do intestino e posterior determinação da altura de vilosidade, profundidade de cripta, relação vilosidade:cripta e densidade de vilos. A utilização de ovo inteiro substituindo até 45% a proteína bruta do leite em pó possibilitou a manutenção do epitélio intestinal semelhante ( $P < 0,05$ ) ao leite em pó. A utilização de alto nível de farelo de soja proporcionou danos na estrutura e ultra-estrutura da mucosa intestinal, confirmando a necessidade de limitação da inclusão de farelo de soja na ração de desmama. O plasma estimula o desenvolvimento da mucosa intestinal, independentemente do consumo de ração dos leitões, indicando o potencial uso deste ingrediente em favorecer o aumento do epitélio intestinal e a área de digestão e absorção de nutrientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Elétron-micrografias. Nutrição. Suínos. Vilosidade intestinal.

### SUMMARY

The objective of the study was to evaluate how the use of rations with added skim milk, increasing levels of swine plasma, increasing levels of whole egg and high inclusion of soybean meal in diets of piglets that were weaned at 21 days old influence the development of the structure and ultra-structure of intestinal mucous. Plasma and whole egg replaced, respectively, 25, 50 and 75 and 15, 30 and 45% crude protein of skim milk. At 27 and 35 days old, the animals were slaughtered and intestine samples were collected for further measurements of villous height, crypt depth, villous: crypt ratio and villous density. The whole egg added to the ration to replace up to 45% the crude protein of skim milk, maintained the intestinal mucous of the piglets. The use of ration with high level of soybean meal damaged the structure and ultra-structure of the intestinal mucous, thus showing the necessity of limiting the inclusion of soybean meal into the weaning ration. The use of plasma stimulates the development of the intestinal mucous, independently of feed intake, showing the potential of this ingredient to promote an increase of the intestinal epithelium and the nutrient digestion and absorption areas as well.

**KEY-WORDS:** Intestinal villus. Electron micrographs. Nutrition. Swine.

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPESP, parte da tese do segundo autor

<sup>2</sup> FCAV – UNESP – Jaboticabal/SP. \* Autor para correspondência: [thomaz@fcav.unesp.br](mailto:thomaz@fcav.unesp.br)

<sup>3</sup> Alltech do Brasil, Curitiba/PR.

<sup>4</sup> MAPA, Brasília/DF.

<sup>5</sup> UFPR, Curitiba/PR.

<sup>6</sup> Instituto de Zootecnia/APTA/SAA, Nova Odessa/SP.

## INTRODUÇÃO

A modificação da forma da dieta e do padrão de consumo de ração por ocasião da desmama, resulta em mudanças nas características das vilosidades, indicando problemas na capacidade digestiva e na absorção dos nutrientes pelos leitões. A diminuição da superfície do vilo no intestino delgado predispõe os animais à má absorção dos nutrientes, possível desidratação e diarreia (SCANDOLERA et al., 2005).

Resultados de pesquisa mostraram que as rações contendo lactose e proteínas de origem animal, como plasma, hemácias e ovo (FIGUEIREDO, 2003), podem diminuir a gravidade desses efeitos nutricionais impostos pela desmama.

Existe uma relação positiva entre o consumo de ração, logo após a desmama, e a integridade da morfologia do intestino, indicando o efeito estimulante do alimento ingerido sobre a maturação do epitélio intestinal (JIANG et al., 2000). Neste sentido, a manutenção do padrão de consumo, bem como a utilização de ingredientes ou nutrientes específicos, fornecidos aos leitões, pode possibilitar a manutenção da capacidade de digestão e absorção do epitélio intestinal após a desmama.

O uso de plasma animal na ração de leitões exerce efeito positivo sobre o desempenho animal (DIJK et al., 2001), mucosa intestinal e imunidade dos leitões. Isto pode dever-se ao estímulo direto da maior ingestão de alimento ou à presença de fatores e/ou nutrientes específicos no plasma, como as imunoglobulinas (GATNAU et al., 1995).

Assim como o plasma suíno, o ovo inteiro é um alimento rico em imunoglobulinas e contém concentração elevada de aminoácidos. As imunoglobulinas presentes no ovo podem atuar sobre o ambiente microbiano de leitões, constituindo-se em fonte potencial de proteção (HARMON et al., 2000). Entretanto, o mecanismo de ação do plasma e do ovo, utilizados nas rações, sobre a fisiologia do trato digestório dos leitões não está elucidado. Tal esclarecimento torna-se importante, uma vez que possibilitará também o entendimento dos efeitos das fontes de proteína sobre o desempenho dos animais.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o desenvolvimento da estrutura e ultra-estrutura da mucosa intestinal aos 28 e 35 dias de idade em leitões desmamados aos 21 dias, consumindo rações com plasma suíno e ovo inteiro, em substituição ao leite em pó, e rações com alto nível de farelo de soja como fonte de proteína.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 64 leitões machos e fêmeas híbridos, desmamados aos 21 dias de idade. Os animais foram alojados em dois galpões de alvenaria, cada um continha 36 baias individuais de 1,50 m x 1,70 m, equipadas com bebedouro tipo vaso comunicante e comedouro semi-automático.

As rações experimentais foram formuladas para atenderem ou excederem as recomendações do NRC (1998), sendo isoprotéicas, isolisínicas, mantendo o padrão de aminoácidos, devidamente suplementadas com minerais e vitaminas. Foram utilizadas oito rações (Tabela 1), sendo uma contendo leite em pó desnatado (LP) e outra farelo de soja (FS) como principal fonte de proteína, três rações com níveis crescentes de plasma suíno (PS) e três rações com níveis crescentes de ovo inteiro em pó (OI). O PS foi incluído nas rações, substituindo 25, 50 e 75% da proteína do leite da ração LP, enquanto o OI foi incluído nas rações substituindo 15, 30 e 45% da proteína do leite em pó da ração LP.

Para a avaliação histológica da mucosa intestinal e ultra-estrutura do duodeno, jejuno e íleo, os leitões foram abatidos em duas épocas, aos 28 e 35 dias de idade (7 e 14 dias pós-desmama), sendo quatro repetições por tratamento. Após o abate foram coletados dois segmentos (1 cm) de cada uma das três porções do intestino. Um grupo adicional de quatro leitões foi abatido no momento da desmama, sendo coletadas amostras do intestino que corresponderam ao grupo-testemunha.

Posteriormente, estas porções foram abertas pela borda mesentérica e estendidas pela serosa e, a seguir, fixadas em solução de Bouin por 24 horas. Após este período, foram transferidas para álcool 70% e processadas pelo método-padrão de parafina. Seções de 4 a 6 µm foram cortadas e coradas segundo técnica de Hematoxilina e Harris-eosina. A medição da altura das vilosidades e da profundidade das criptas foi realizada em 30 vilosidades, usando-se sistema analisador de imagem da Krontron Eletronik (Vídeo Plan) com aumento de 230 vezes.

Para a avaliação da ultra-estrutura do duodeno, jejuno e íleo e a determinação da densidade dos vilos, as amostras foram fixadas em glutaraldeído a 3% e em tampão cacodilato de sódio 0,1M pH 7,4 e pós-fixadas em tetróxido de ósmio a 2%. Na seqüência, as amostras foram desidratadas em álcool etílico, secas em secador de ponto crítico utilizando CO<sub>2</sub>, montadas, metalizadas com 32nm de ouro paládio, observadas e elétronicografadas. Nesta análise foram descartados os dados obtidos na porção do íleo, uma vez que as características da mucosa impossibilitaram a contagem precisa do número de vilos.

Para as análises estatísticas, o tratamento-controle LP foi considerado como nível 0% de PS e nível 0% de OI, totalizando, então, oito tratamentos e a seguinte decomposição de contrastes ortogonais: C1 - farelo de soja vs demais tratamentos; C2 - níveis de plasma vs níveis de ovo; C3 - regressão linear do plasma; C4 - regressão quadrática do plasma; C5 - regressão cúbica do plasma; C6 - regressão linear do ovo; C7 - regressão quadrática do ovo; C8 - regressão cúbica do ovo.

Para as avaliações das características histológicas do duodeno, jejuno e íleo, foi utilizado o delineamento em blocos casualizados para controlar diferenças iniciais de peso, em esquema fatorial com duas épocas de abate, oito tratamentos e quatro repetições.

A avaliação da interação entre a idade de abate e os tratamentos foi realizada através de análise de

variância, sendo as médias das idades de abate comparadas pelo teste de Tukey e as médias dos tratamentos decompostos em contrastes ortogonais. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o procedimento PROCGLM contido no pacote computacional SAS (SAS Institute Inc., 1993).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias da altura de vilosidades (AV), profundidade de cripta (PC) e relação vilo:cripta (VC) nas porções do duodeno, jejuno e íleo, dos leitões consumindo rações com diferentes fontes de proteína, dos 21 aos 34 dias de idade, abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade, estão apresentadas na Tabela 2.

Observou-se interação significativa ( $P < 0,03$ ) entre idade e tratamento para AV na porção do duodeno. Avaliando-se o efeito da idade sobre os tratamentos, verificou-se que os animais consumindo ração com maior nível de PS, nível intermediário de OI e FS, apresentaram aumento da AV com o aumento da idade.

A avaliação do efeito dos tratamentos em cada idade revelou que, aos 28 dias de idade, os leitões consumindo ração FS apresentaram AV, no duodeno, inferior à média dos demais tratamentos (292,5 x 425,9  $\mu\text{m}$ ). Aos 35 dias de idade, não foi observada diferença significativa na AV do duodeno entre leitões consumindo FS e os demais tratamentos. Estes dados estão relacionados ao reduzido consumo de ração dos animais consumindo ração FS na primeira semana e à presença de fatores alergênicos que danificam a mucosa intestinal. Soares et al. (2000), verificaram menores alturas nas vilosidades na porção proximal do intestino delgado de leitões consumindo ração com farelo de soja quando comparado aos animais consumindo ração com leite em pó uma semana após a desmama.

Aos 35 dias de idade, a semelhança na AV entre os animais consumindo ração com FS e a média dos demais tratamentos, pode ser justificada pela adaptação dos animais à utilização de farelo de soja na ração inicial.

Aos 28 dias de idade, o aumento dos níveis de PS influenciou de forma quadrática a AV do duodeno, conforme equação  $Y_{AV} = 394,45 + 2,8298X - 0,048X^2$  ( $R^2 = 0,80$ ). Sendo a maior AV estimada em 419,01  $\mu\text{m}$ , quando o PS substituiu a PB do LP em 29,48%.

O aumento observado na AV, no duodeno, quando 25 e 50% da PB do LP foram substituídos pela PB do PS, indica um estímulo direto do plasma ao crescimento das vilosidades na porção do duodeno, aos 28 dias, uma vez que o consumo de ração entre leitões consumindo ração com 25 e 50% de PS foi semelhante ao dos animais recebendo ração LP. A redução na AV, no maior nível de PS, possivelmente está associada ao menor consumo destes animais, visto que foi de 23,10% inferior ao dos animais consumindo ração LP.

Aos 35 dias de idade, a utilização de níveis crescentes de PS aumentou de forma linear a AV do duodeno dos leitões, conforme a equação  $Y_{AV} = 363,09 + 1,367X$  ( $R^2 = 0,80$ ). Estes resultados sugerem que fatores ou nutrientes específicos, presentes no PS,

estimulam o desenvolvimento das vilosidades intestinais, revelando assim um dos mecanismos pelo qual a utilização de plasma na ração de leitões, na fase inicial, pode favorecer seu desempenho. O aumento observado na AV do duodeno, com a elevação dos níveis de PS na ração possibilitou que, aos 35 dias de idade, os animais consumindo ração com maior nível de PS apresentassem AV em valores absolutos, semelhante ao dos leitões abatidos no momento da desmama (488,4 x 475,9  $\mu\text{m}$ ). Estes resultados revelaram que a utilização de plasma na ração inicial proporcionou uma rápida recuperação do epitélio intestinal no processo de desmama. Klurfeld (1999), relatou que o trato gastrointestinal é sensível a mudanças quantitativas e qualitativas na nutrição e que a presença de nutrientes específicos no lúmen intestinal também pode influenciar o crescimento e o desenvolvimento do trato gastrointestinal.

Foi observado efeito significativo da idade ( $P < 0,02$ ) e da regressão quadrática do ovo ( $P < 0,03$ ) sobre a PC do duodeno. Verificou-se um aumento da PC no duodeno, correspondente ao aumento da idade de abate. A comparação dos valores absolutos da PC no duodeno do grupo abatido no momento da desmama e dos animais abatidos aos 28 e 35 dias, mostrou que, na primeira semana, a PC permaneceu inalterada, sugerindo que a restrição de alimento interferiu na divisão das células da cripta, enquanto o aumento observado aos 35 dias indicou que houve um aumento da taxa de produção das células da cripta. Segundo Vente-Spreeuwenberg et al. (2003), o decréscimo na taxa de produção de células da cripta, com consequente atrofia dos vilos, é um mecanismo atribuído à ingestão deficiente de energia e proteína.

Os níveis de OI apresentaram efeito quadrático sobre a PC, independente da idade de abate, conforme a equação,  $Y_{PC} = 234,8951 + 2,9535X - 0,076515X^2$  ( $R^2 = 0,86$ ), com o ponto de inflexão máximo estimado de 263,40  $\mu\text{m}$  quando o OI substituiu 19,30% a PB do LP. Estes resultados sugerem que a substituição de OI por níveis acima de 19,30% da PB do LP proporcionou menor proliferação de células da cripta, indicando uma melhor preservação do epitélio intestinal.

Foi observada interação significativa entre idade e tratamento ( $P < 0,05$ ) sobre a relação V:C na porção do duodeno. Avaliando o efeito da idade sobre os tratamentos, verificou-se aumento da relação V:C dos leitões consumindo ração com 75% de substituição da proteína do leite por PS, com o aumento da idade de abate. A maior relação V:C indica uma maior capacidade de absorção das vilosidades intestinais, ratificando o efeito positivo do PS sobre a mucosa intestinal. Avaliando-se o efeito dos tratamentos em cada idade, verificou-se, nos animais de 28 dias, diferenças significativas para a regressão quadrática do plasma e para a regressão quadrática do ovo e, nos animais abatidos aos 35 dias, para os níveis de plasma vs níveis de ovo e para a regressão cúbica do plasma.

Aos 28 dias de idade, a utilização de níveis crescentes de PS influenciou de forma quadrática a relação V:C no duodeno, conforme equação  $Y_{VVC28} = 1,69280 + 0,0174966X - 0,000265060X^2$  ( $R^2 = 0,63$ ). Estes resultados confirmam o efeito positivo da

utilização de PS sobre a morfologia intestinal e, conseqüentemente, sobre a capacidade de absorção intestinal. Sendo estimada a maior relação V:C de 1,98 com a substituição de 33,01% da PB do LP pela PB do PS, aos 28 dias.

Aos 35 dias, os níveis de PS influenciaram cubicamente a relação V:C, conforme equação  $Y_{RVC35} = 1,58533 + 0,375264X - 0,00124907X^2 + 0,0000111595X^3$  ( $R^2 = 1,00$ ). O aumento dos níveis de OI influenciou de forma quadrática a relação V:C no duodeno dos leitões com 28 dias, conforme equação  $Y_{V:C} = 1,78643 - 0,0289536X + 0,000707950X^2$  ( $R^2 = 0,84$ ). Estimando-se a menor relação V:C de 1,490 com a substituição de 20,45% da PB do LP pela PB do OI.

Aos 35 dias de idade, a média da relação V:C dos animais consumindo rações com níveis crescentes de PS foi superior à média da relação V:C dos leitões consumindo rações com níveis crescentes de OI, confirmando que os nutrientes presentes no plasma proporcionaram uma melhor integridade da mucosa intestinal dos leitões após desmama. A maior relação vilosidade reflete uma maior área de superfície exposta ao lúmen intestinal para absorção de nutrientes.

No jejuno foi observado efeito significativo da idade ( $P < 0,01$ ) sobre a AV, PC e relação V:C, que aumentaram significativamente com o aumento da idade de abate, e dos tratamentos sobre AV, PC e relação V:C, com efeito significativo para a regressão cúbica do plasma sobre a AV ( $P < 0,03$ ), para a regressão quadrática do ovo sobre a PC ( $P < 0,02$ ) e para o contraste farelo de soja vs demais tratamentos sobre a relação V:C.

Comparando-se as características das vilosidades dos animais abatidos no momento da desmama com aquelas dos abatidos aos 28 dias após a desmama, observou-se uma redução de 20,05% na média da AV do jejuno, enquanto, aos 35 dias de idade, a AV apresentou valor absoluto médio de 1,60% superior à dos animais na desmama. Já a PC no jejuno apresentou aumento de 28,39 e 48,19%, respectivamente, aos 28 e 35 dias de idade, em relação à PC dos leitões no momento da desmama.

Estes resultados estão de acordo com o relato de diversos autores, que verificaram alterações na AV e PC após a desmama, com o aumento da idade. Entre eles, Cera et al. (1988) que reportaram redução na AV, entre três e sete dias após a desmama, seguida de recuperação entre oito e 14 dias após a desmama. Concordando também com Soares et al. (2000) que, comparando os resultados médios de AV e PC dos leitões desmamados e abatidos aos 21 dias de idade (grupo-controle) com aqueles submetidos aos diferentes tratamentos, abatidos aos 28 e 35 dias de idade, observaram que a AV diminuiu, em média, 25,2% e a PC aumentou, em média, 58,2%. Os autores justificaram ainda que a menor redução na AV deveu-se ao fato de os leitões terem consumido ração na maternidade.

Os níveis de PS na ração influenciaram cubicamente a AV do jejuno, conforme a equação  $Y_{AV} = 388,6375 - 5,7179X + 0,26883X^2 - 0,002485X^3$  ( $R^2 = 1,00$ ), enquanto a PC foi semelhante. Embora a resposta cúbica não tenha explicação biológica,

indicando uma falta de ajuste a outro modelo de regressão, no caso quadrático, ela confirma, que tanto o consumo de ração quanto a presença de nutrientes específicos influenciaram a regeneração e o crescimento do epitélio intestinal dos leitões. O aumento observado na AV, quando o PS substituiu 25 e 50% da PB do LP, ratifica o estímulo das proteínas ou peptídeos do PS sobre o epitélio intestinal, enquanto a redução na AV, observada quando foram utilizados 75% de PS, está relacionada à menor AV aos 28 dias de idade, decorrente do menor consumo destes animais. Isso confirma o estímulo da ingestão de matéria seca sobre o desenvolvimento do trato gastrointestinal, como demonstrado por Cera et al. (1988) e McCracken et al. (1999).

Resultados positivos da utilização de plasma animal na ração sobre AV e PC, no jejuno de leitões após desmama, foram verificados também por Gatnau et al. (1995). Estes observaram aumento na área da superfície da vilosidade intestinal nos animais recebendo rações com 8% de plasma suíno ou fração de imunoglobulinas representando seu conteúdo em 8% de plasma suíno, o que indicou que os fatores estimulantes do crescimento estão presentes na fração de imunoglobulinas contida no plasma.

Entretanto, os resultados obtidos no presente trabalho discordam de Carlson & Veum (2000) que não observaram efeito da utilização de plasma ou peptídeo vegetal sobre a AV do jejuno nos leitões após desmama. Enquanto que, neste mesmo estudo, a PC foi menor e houve uma tendência para maior relação vilosidade no intestino dos leitões consumindo ração com plasma e peptídeo vegetal aos 28 dias de idade, frente aos animais arraçoados com ração-controle sem plasma ou peptídeo.

Alguns autores afirmaram que os efeitos benéficos do plasma estariam associados à presença de imunoglobulinas ativas. Entretanto, a absorção de proteína intacta após a desmama é pouco provável, podendo os efeitos favoráveis estarem relacionados a peptídeos formados após a hidrólise das proteínas presentes na fração das imunoglobulinas e/ou pelas concentrações de aminoácidos específicos, liberados após a hidrólise total das proteínas, os quais exercem efeito estimulante sobre os enterócitos intestinais (EWTUSHIK et al., 2000).

O aumento dos níveis de OI na ração influenciou de forma quadrática a PC, conforme a equação  $Y = 179,7139 + 2,7658X - 0,05585X^2$  ( $R^2 = 0,99$ ), sendo estimada a PC máxima de 213,96  $\mu\text{m}$  quando a PB do OI substituiu em 24,76% a PB do LP. Assim como observada na porção do duodeno, a substituição da PB do LP pela PB do OI, em níveis acima de 24,76%, promoveu a redução da proliferação de células epiteliais, favorecendo a integridade da mucosa.

Foi observada média da relação V:C no jejuno dos animais consumindo ração com FS inferior à média da relação V:C dos demais tratamentos. Os resultados são decorrentes do efeito da utilização de FS sobre o consumo dos leitões, na primeira semana, e dos fatores alergênicos da soja, que promoveram destruição parcial das vilosidades, com conseqüente redução da AV.

**Tabela 1** – Composição centesimal e calculada das rações experimentais.

Ingredientes	LP	PS	PS	PS	OI	OI	OI	FS
		25%*	50%*	75%*	15%*	30%*	45%*	
Leite em pó (LP)	23,50	17,47	11,43	5,30	20,48	17,46	14,45	8,74
Plasma suíno (PS)	-	2,95	5,90	8,94	-	-	-	-
Ovo inteiro (OI)	-	-	-	-	2,54	5,08	7,62	-
Farelo de soja (FS)	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	30,00
Lactose	2,34	5,48	8,63	11,83	3,91	5,48	7,05	10,03
Milho	43,10	43,50	43,81	44,00	40,96	38,82	36,67	38,41
Calcário	0,09	0,50	0,90	1,30	0,12	0,15	0,17	0,12
DL-metionina	0,22	0,24	0,26	0,27	0,20	0,18	0,16	0,26
Fosfato bicálcico	1,77	1,41	1,05	0,72	1,85	1,93	2,01	2,21
Inerte (caulim)	1,10	0,97	0,84	0,82	2,06	3,01	3,97	-
L-lisina HCl	0,39	0,41	0,43	0,46	0,40	0,40	0,41	0,51
L-treonina	0,20	0,20	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,25
L-triptofano	0,02	0,02	0,01	-	0,03	0,03	0,03	0,03
Sal comum	0,33	0,20	0,07	-	0,35	0,38	0,40	0,57
Açúcar	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Antioxidante	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Mistura vitamínica **	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60
Mistura mineral ***	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
Óleo de soja	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Óxido de zinco	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22
Carbonato de sódio	0,81	0,58	0,36	0,07	0,78	0,75	0,72	0,74
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição Calculada								
EM (kcal/kg)	3.500	3.500	3.500	3.495	3.500	3.500	3.500	3.444
Cálcio	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
Fibra, %	2,19	2,18	2,17	2,16	2,13	2,08	2,02	2,83
Fósforo total, %	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Gordura, %	7,92	7,95	7,98	8,00	8,65	9,38	10,11	7,90
Lactose, %	14,0	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00
Lisina, %	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60
Metionina+cistina, %	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Metionina, %	0,62	0,60	0,58	0,57	0,60	0,59	0,58	0,59
Proteína bruta, %	20,50	20,50	20,50	20,51	20,50	20,50	20,50	20,50
Treonina, %	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
Triptofano, %	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28	0,28
Sódio, %	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Cloro, %	0,46	0,46	0,46	0,49	0,46	0,46	0,46	0,46
Potássio, %	0,86	0,77	0,67	0,58	0,82	0,77	0,73	0,83

\* percentual de substituição da PB do leite em pó da ração LP.

\*\* Mistura vitamínica – Níveis de garantia por kg de produto: vit A 4.000.000 UI, vit D<sub>3</sub> 1.000.000 UI, vit E 10.000 mg, vit K<sub>3</sub> 3.000 mg, vit B<sub>12</sub> 9.000 mcg, vit B<sub>2</sub> 3.800 mg, biotina 40 mg, pantotenato de cálcio 6.000mg, niacina 14.000 mg, colina 100g, antibiótico 150 g, antioxidante 60g, veículo q.s.p. 1.000 g.

\*\*\* Mistura mineral - Níveis de garantia por kg de produto: Fé 40.000 mg, Cu 35.000 mg, Mn 20.000 mg, Zn 40.000 mg, Co 360 mg, I 840 mg, Se 120 mg, veículo q.s.p 1.000g.

**Tabela 2** – Altura da vilosidade (AV), profundidade de cripta (PC) em  $\mu\text{m}$  e relação vilosidade:cripta (V:C) no duodeno, jejuno e íleo dos leitões aos 21, 28 e 35 dias de idade consumindo rações com leite em pó (LP), plasma suíno (PS), ovo inteiro (OI) e farelo de soja (FS)

	CT** (21 d)	LP	PS 25%*	PS 50%*	PS 75%*	OI 15%*	OI 30%*	OI 45%*	FS	Média <sup>IDADE</sup>	CV (%)
<b>Duodeno</b>											
AV <sup>IDxTRA</sup>	475,9										17,71
28 d <sup>C1,C4</sup>		401,3a	414,6a	436,4a	329,6b	366,3a	312,5b	390,6a	292,5b	368,0	
35 d <sup>C3</sup>		380,9a	383,0a	409,5a	488,4a	407,6a	435,2a	385,1a	420,1a	413,7	
Média		391,1	398,8	422,9	409,0	386,9	373,8	387,8	356,3		
PC <sup>TRA</sup>	225,8										18,86
28 d		229,8	234,6	211,3	237,1	228,8	235,1	203,6	181,6	220,2B	
35 d		247,0	217,8	238,2	235,4	274,4	295,0	215,2	240,1	245,3A	
Média <sup>C7</sup>		238,4	226,2	224,7	236,3	251,6	265,0	209,4	210,8		
V:C <sup>IDxTRA</sup>	2,108										20,52
28 d <sup>C4,C7</sup>		1,754a	1,780a	2,089a	1,453b	1,608a	1,458a	1,949a	1,675a	1,720	
35 d <sup>C2,C5</sup>		1,585a	1,917a	1,734a	2,082a	1,529a	1,488a	1,801a	1,748a	1,735	
Média		1,670	1,848	1,911	1,767	1,568	1,473	1,875	1,711		
<b>Jejuno</b>											
AV <sup>TRA</sup>	442,9										16,17
28 d		358,0	357,1	430,0	318,2	349,5	337,6	365,9	316,6	354,1 B	
35 d		419,3	392,7	498,4	529,2	440,5	492,7	421,8	405,1	450,0 A	
Média <sup>C5</sup>		388,7	374,9	464,2	423,7	395,0	415,2	393,9	360,9		
PC <sup>TRA</sup>	140,9										15,78
28 d		172,8	190,3	193,5	179,8	195,9	173,5	181,4	160,5	180,9 B	
35 d		187,2	183,0	195,0	201,8	219,6	253,1	200,1	230,9	208,8 A	
Média <sup>C7</sup>		180,0	186,7	194,3	190,8	207,8	213,3	190,8	195,8		
V:C <sup>TRA</sup>	3,14										24,17
28 d		2,131	1,925	2,207	1,748	1,822	1,955	2,048	2,043	2,001 B	
35 d		2,250	2,337	2,627	2,639	2,050	2,003	2,120	1,780	2,288 A	
Média <sup>C1</sup>		2,190	2,131	2,417	2,193	1,936	1,979	2,084	1,911		
<b>Íleo</b>											
AV	243,5										16,31
28 d		292,6	314,2	289,6	255,7	299,3	264,9	306,2	269,0	286,4 B	
35 d		333,6	311,0	308,2	283,8	343,0	349,9	343,1	344,6	327,8 A	
Média		313,1	312,6	298,9	269,8	321,1	307,4	324,7	306,8		
PC <sup>TRA</sup>	150,3										16,62
28 d		183,0	234,2	174,9	165,6	178,1	184,9	159,2	160,1	180,0	
35 d		203,8	181,5	181,4	197,0	170,1	219,6	184,5	204,4	193,2	
Média <sup>C8</sup>		193,4	207,9	178,2	181,3	174,1	202,3	171,9	182,3		
V:C	1,620										23,14
28 d		1,643	1,360	1,658	1,548	1,713	1,445	1,956	1,707	1,630 B	
35 d		1,657	1,729	1,743	1,501	2,039	1,603	1,894	1,751	1,730 A	
Média		1,650	1,544	1,694	1,524	1,876	1,524	1,925	1,729		

\* % de substituição da proteína do leite em pó, \*\*CT - testemunha abatidos no dia da desmama (21 dias de idade).

Contrastes testados: C1: FS vs demais tratamentos; C2: Níveis de PS vs níveis de OI; C3: Regressão (Reg) Linear PS; C4: Reg Quadrática PS; C5: Reg Cúbica PS; C6: Reg Linear OI; C7: Reg Quadrática OI; C8: Reg Cúbica OI.

<sup>ID x TRA</sup> - Interação idade x tratamento: Efeito da idade dentro do tratamento, a,b - médias na mesma linha seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F. Efeito do tratamento dentro da idade: <sup>C1, C2, C3, C4, C7</sup> - contrastes significativos ao nível de 5%;

<sup>IDADE</sup> - Efeito da idade: <sup>A, B</sup> - médias na mesma coluna seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% pelo teste F.

<sup>TRA</sup> - Efeito do tratamento: <sup>C1, C5, C7, C8</sup> - contraste significativo ao nível de 5%.

**Tabela 3** – Densidade das vilosidades ( $n^{\circ}/\mu m^2$ ) no duodeno, jejuno e íleo dos leitões aos 21, 28 e 35 dias de idade, consumindo rações com leite em pó (LP), plasma suíno (PS), ovo inteiro (OI) e farelo de soja

	CT** (21 d)	LP	PS 25%*	PS 50%*	PS 75%*	OI 15%*	OI 30%*	OI 45%*	FS	Média <sup>IDADE</sup>	CV (%)
<b>Duodeno</b> <sup>TRA</sup>	56										19,84
28 d		61	77	60	92	56	71	69	76	69,01 A	
35 d		50	48	51	55	53	37	49	44	48,33 B	
Média <sup>C2, C5</sup>		55	63	56	77	55	54	59	60		
<b>Jejuno</b> <sup>TRA</sup>	34										23,89
28 d		80	60	64	106	72	91	70	96	78,92 A	
35 d		51	44	46	61	58	51	39	46	50,10 B	
Média <sup>C4</sup>		67	52	56	80	65	74	54	84		
<b>Íleo</b>	nd										
28 d		46	58	71	59	72	61	64	64		
35 d		nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd		

\* % de substituição da proteína do leite em pó; \*\*CT - testemunha abatido no dia da desmama (21 dias de idade). nd – não determinado.

Contrastes testados: C1: FS vs demais tratamentos; C2: Níveis de PS vs níveis de OI; C3: Regressão (Reg) linear PS; C4: Reg quadrática PS; C5: Reg cúbica PS; C6: Reg linear OI; C7: Reg quadrática OI; C8: Reg cúbica OI

<sup>IDADE</sup> - Efeito da idade: A, B médias na mesma coluna, seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

<sup>TRA</sup> - Efeito do tratamento: <sup>C2, C4, C5</sup> - contrastes estatisticamente significativos ao nível de 5% de probabilidade

Houve aumento da AV e da relação V:C com o aumento da idade de abate. Ao contrário do observado nas porções do duodeno e do jejuno, a AV no íleo dos leitões, aos 28 dias, foi superior à AV dos animais abatidos no momento da desmama, revelando que a porção distal do intestino é menos sujeita à influência da desmama e da nutrição.

A utilização de diferentes níveis de OI influenciou cubicamente a PC média do íleo dos leitões, conforme equação  $Y_{PC} = 193,4050 - 5,2235X + 0,3410X^2 - 0,005234X^3$  ( $R^2 = 1,00$ ), indicando uma falta de ajuste a outro modelo de regressão.

As médias da densidade de vilos (DV) por área, nos leitões consumindo rações com diferentes fontes de proteína, dos 21 aos 34 dias de idade e abatidos aos 21, 28 e 35 dias de idade, estão apresentadas na Tabela 3. Houve uma redução de 29,96% na densidade dos vilos, dos 28 aos 35 dias de idade. Considerando o grupo-testemunha, aos 28 dias de idade verificou-se um aumento de 23,32% na densidade dos vilos, enquanto aos 35 dias de idade o número de vilos por área foi de 13,70% inferior ao do grupo-testemunha. Não foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre a DV dos animais consumindo ração com FS e a média dos demais tratamentos.

Verificou-se maior DV nos animais consumindo ração com níveis crescentes de PS, quando comparados aos animais consumindo ração com níveis crescentes de OI (63 x 56), o que mostra que fatores de crescimento, peptídeos ou nutrientes específicos presentes no plasma afetaram também a proliferação celular das vilosidades intestinais.

A utilização de níveis crescentes de PS, em substituição parcial à PB do LP, proporcionou resposta cúbica sobre a DV no duodeno dos leitões, conforme equação  $Y_{DV} = 55,4958 + 1,2366X - 0,04854X^2 + 0,0004775X^3$  ( $R^2 = 1,00$ ). A maior DV em valores absolutos foi verificada no duodeno dos animais consumindo ração com 75% de PS, em substituição parcial à PB do LP nos leitões abatidos aos 28 dias de idade, o que confirma o estímulo do plasma na ração sobre a mucosa intestinal e sugere que houve um aumento da área de absorção, uma vez que uma maior região da mucosa ficou exposta e em contato com o lúmen intestinal.

A utilização de níveis crescentes de OI, em substituição parcial à PB do LP, não influenciou ( $P > 0,05$ ) a DV no duodeno dos leitões abatidos aos 28 e 35 dias de idade. Na porção do jejuno verificou-se efeito significativo da idade ( $P < 0,01$ ) e dos tratamentos ( $P < 0,01$ ) sobre a DV, verificando-se diferença estatística significativa para o contraste 4 ( $P < 0,01$ ).

Não foi observada diferença estatística significativa na DV do jejuno, entre os animais consumindo ração com FS, e a média daqueles submetidos aos demais tratamentos. A média de DV, entre os animais consumindo rações com PS e aqueles consumindo rações com OI, foi semelhante no jejuno.

A utilização de níveis crescentes de PS influenciou de forma quadrática a DV, na porção do jejuno, conforme equação  $Y_{DV} = 62,7343 - 1,0450X + 0,017254X^2$  ( $R^2 = 0,99$ ). Os animais consumindo ração com 25 e 50% de PS apresentaram DV (22,39 e

16,42%) inferior à dos leitões consumindo ração LP. Aqueles consumindo 75% de PS apresentaram a DV (19,40%) superior à dos leitões que consumiram ração LP.

A utilização de níveis crescentes de OI não influenciou a DV no jejuno, confirmando os resultados anteriores que mostraram que, assim como o LP, o OI é uma fonte efetiva de proteína para leitões, não comprometendo as vilosidades do epitélio intestinal.

## CONCLUSÕES

A utilização de ovo em pó nas rações de leitões possibilita a manutenção do epitélio intestinal. A utilização de plasma proporciona estímulo sobre a mucosa intestinal, independentemente do consumo de ração dos leitões. Deve-se limitar o uso do farelo de soja na ração de desmama.

## REFERÊNCIAS

- CARLSON, M. S.; VEUM, T. L. **A comparison between feeding peptide and plasma protein on the nursery pig growth performance and intestinal health**. University of Missouri, Columbia, Missouri, 2000. p.3 (Report)
- CERA, K. R.; MAHAN, D. C.; CROSS, R. F. Effects of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.2, p.574-584, 1988.
- DIJK, A. J.; EVERTS, H.; NABUURS, M. J. A.; MARGRY, R.J.C.F.; BEYNEM, A.C. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. **Livestock Production Science**, v.68, p.263-274, 2001.
- EWTUSHIK, A. L.; BERTOLO, R. F. P.; BALL, R. O. Intestinal development of early-weaned piglets receiving diets supplemented with selected amino acids or polyamines. **Canadian Journal of Animal Science**, v.80, n.4, p.653-662, 2000.
- FIGUEIREDO, A. N.; MIYADA, V. S.; UTIYAMA, C. E.; LONGO, F. A. Ovo em pó na alimentação de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1901-1911, 2003.
- GATNAU, R.; CAIN, C.; DREW, M.; ZIMMERMAN, D. Mode of action of spray-dried porcine plasma in weaning pigs. **Journal of Animal Science**, v.73, n.esp.1, p.82, 1995.
- HARMON, B. G.; LATOUR, M. A.; DURST, J. Spray-dried eggs as an ingredient in diet for sow pigs. **Swine Day Report**. Purdue, 2000.
- JIANG R.; CHANG, X.; STOLL, B.; FAN, M. Z.; ARTHINGTON, J.; WEAVER, E.; CAMPBELL, J.;



BURRIN, D. G. Dietary plasma protein reduces small intestinal growth and lamina propria cell density in early-weaned pigs. **Journal of Nutrition**, v.130, n.1, p.21-26, 2000.

KLURFELD, D. M. Nutritional regulation of gastrointestinal growth. **Frontiers in Bioscience**, n.4, d.9-21, January, 1999. 12p.

MCCRACKEN, B. A.; SPURLOCK, M. E.; ROOS, M. A., ZUCKERMANN, F. A.; GASKINS, H. R. Weaning anorexia may contribute to local inflammation in the piglet small intestine. **Journal of Nutrition**, v.129, n.3, p.613-619, 1999.

NRC - 1998. **Nutrient Requirements of Swine**. 10th Ed., Washington: National Academy Press, 1998, 145p. SAS Institute Inc. Statistical Analysis System. **SAS/STAT User's Guide**. Release 6.12 Edition. Cary, North Caroline: SAS Institute Inc., 1993. 956p.

SCANDOLERA, A. J.; THOMAZ, M.C. ; KRONKA, R. N. ; FRAGA, A. L. ; BUDIÑO, F. E. L. ; ROBLES - HUAYNATE, R. A. ; RUIZ, U. S. ; CRISTANI, J. Efeitos de fontes protéicas na dieta sobre morfologia intestinal e desenvolvimento pancreático de leitões recém-desmamados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6 (Sup.), p.2355-2368, 2005.

SOARES, J. L.; DONZELE, J. L.; OLIVERIA, R. F. M.; FERREIRA, A. L.; FERREIRA, C. L. L. F.; HANNAS, M. I.; APOLÔNIO, L. R. Soja integral processada (fermentada e extrusada) e farelo de soja em substituição ao leite em pó em dieta de leitões desmamados aos 14 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1153-1161, 2000.

VENTE-SPREEUWENBERG, M. A. M.; VERDONK, J. M. A. J.; BEYNEN, A. C.; VERSTEGEN, M. W. A. Interrelationships between gut morphology and faeces consistency in newly weaned piglets. **Animal Science**, v.77, n.3, p.85-94, 2003.