

## Efeito de Dietas Simples e Complexas sobre a Morfo-fisiologia Gastrointestinal de Leitões até 35 Dias de Idade<sup>1</sup>

Alexandre de Oliveira Teixeira<sup>2</sup>, Darci Clementino Lopes<sup>3</sup>, Aloízio Soares Ferreira<sup>3</sup>, Juarez Lopes Donzele<sup>3</sup>, Izabel Regina S. Costa<sup>4</sup>, Rita Flávia Miranda de Oliveira<sup>3</sup>, Vanusa Patrícia de Araújo Ferreira<sup>5</sup>, André Viana C. de Souza<sup>2</sup>

**RESUMO** - Um experimento foi realizado com o objetivo de verificar o efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo-fisiologia gastrointestinal de leitões, nas fases de maternidade (7 aos 21 dias) e pós-desmame (21 aos 35 dias de idade). Utilizaram-se 96 leitões mestiços (machos e fêmeas), distribuídos em delineamento de blocos casualizados, com quatro tratamentos, seis repetições e quatro leitões por unidade experimental. As dietas usadas foram: duas simples - uma com 16 e a outra 19% de proteína (PB) - e duas complexas - uma à base de milho, farinha de peixe, leite em pó e glúten de milho, sem o uso de farelo de soja (CSFS), e a outra à base de milho, farinha de peixe, leite em pó, farelo de soja e sem glúten de milho (CCFS), ambas com 19% de PB. Os leitões foram abatidos aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade. Houve redução dos pesos absoluto e relativo do fígado e do peso relativo do pâncreas, com a utilização da dieta CSFS. O pH da ingesta estomacal e da digesta intestinal não foi influenciado pelo tipo de dieta. Os animais que consumiram a dieta simples com 16% de PB e complexa CSFS obtiveram maior profundidade de cripta (PC) aos 21 e 35 dias de idade, respectivamente, não tendo efeito sobre a altura das vilosidades (AV) e relação vilosidade:cripta (RVC). A PC aumentou linearmente, enquanto a AV e RVC diminuíram quadraticamente até 27 e 30 dias de idade, respectivamente. As dietas simples ou complexa, em razão da qualidade e quantidade dos ingredientes, afetaram a profundidade das criptas do intestino delgado e o peso dos órgãos auxiliares da digestão, mas não influenciaram o pH do conteúdo estomacal e intestinal de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

Palavras-chave: desmame, histologia, intestino, leitão, nutrição, pH

## Effect of Simple and Complex Diets on the Morpho-Physiological Gastrointestinal of Young Pigs at 35 Days of Age

**ABSTRACT** - An experiment was conducted with objective to evaluate the effect of the simple and complex diets on the morpho-physiological gastrointestinal of young pigs, on their pre nursery (7<sup>th</sup> to 21<sup>st</sup> day) and nursery phases (21<sup>st</sup> to 35<sup>nd</sup> of age). Ninety six crossbreed young pigs (male and females) were allotted to a randomized block design with four treatments, six replications and four young pigs for each experimental unit. It were used diets: two simple; a with 16 and the other with 19% the protein (CP) and two complex; a to the base corn, fish meal, dried milk, corn gluten without the use of soybean meal (CSFS) and the other to the base corn, fish meal, dried milk, soybean meal, without the use of corn gluten (CCFS), both with 19% the CP. The pigs were slaughtered at 14, 21, 28 and 35 days of age. There was reduction of liver absolute and relative weights and of pancreas relative weights, by using CSFS diet. pH of the stomach and intestine contents was not influenced by the diet. The animals fed simple diet with 16% of CP and complex CSFS showed larger crypt depth (CD) at 21 and 35 days of age, respectively, but did not show effect on the villous height (VH) and villous:crypt relation (VCR). CD it increased linearly, while VH and RVC decreased quadraticly until 27<sup>th</sup> and 30<sup>th</sup> days of age, respectively. The simple or complex diet, concerning quality and quantity of ingredients, affected the crypts depth of the small intestine and the auxiliary organs weight of the digestion, but did not affect the stomachal pH and intestine contents of pigs weaned at 21 days of age.

Key Words: histology, intestine, nutrition, pH, young pig, weaning

### Introdução

As dietas pré e pós-desmame têm sido frequentemente estudadas, à medida que diminui a idade ao desmame, a fim de assegurar taxa ótima de crescimento. Todavia, o consumo de ração nessas fases

é pequeno e variável, sendo insuficiente para atender as exigências de manutenção dos leitões (Pluske et al., 1995).

O uso de dietas complexas com alta porcentagem de produtos lácteos, associados a fonte protéicas de origem animal e vegetal, baseia-se na melhoria da digestibilidade e no aumento dos níveis de ingestão de

<sup>1</sup> Projeto financiado pela FAPEMIG.

<sup>2</sup> Zootecnistas e doutores em Zootecnia - UFV - Viçosa - MG - CEP: 36.571-000. E.mail: teixeira@alunos.ufv.br

<sup>3</sup> Professores do Departamento de Zootecnia - UFV - Viçosa - MG - CEP: 36.571-000.

<sup>4</sup> Professora do Departamento de Biologia Geral - UFV - Viçosa - MG - CEP: 36.571-000.

<sup>5</sup> Professora da FEAD - Belo Horizonte - MG.

ração, sem predispor o leitão a problemas digestivos. Por outro lado, a utilização de rações simples diminui os custos e facilita o manejo da alimentação (Nelssen et al. 1997).

Berto et al. (1996), estudando o fornecimento de dietas simples e complexas na fase inicial de leitões desmamados aos 28 dias de idade, não encontraram diferença sobre espessura da mucosa, altura das vilosidades e coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e energia digestível e metabolizável. Berto et al. (1997) observaram que dietas simples adequadamente formuladas proporcionaram desempenho semelhante, ao obtido com as complexas, independentemente do sistema de alimentação e sem reflexo negativo no desempenho dos leitões nas fases de crescimento e terminação.

Mascarenhas et al. (1999) verificaram que dietas simples ou complexas, com 19% de proteína, proporcionaram desempenho semelhante, constatando que a diminuição do teor de proteína (16%) em rações simples e a presença de glúten de milho nas rações complexas refletiram negativamente no desempenho de leitões desmamados aos 21 dias de idade, sendo insignificante o consumo diário de ração (CDR) até o desmame.

Ao desmame, o sistema digestivo de leitões passa por modificações até que esteja preparado para a digestão de ingredientes de origem vegetal. A primeira delas é o aumento na produção de enzimas pancreáticas e dos órgãos auxiliares da digestão (Makkink et al., 1994ab). A variação do pH gástrico, devido à dieta, tem importância decisiva no estado sanitário e digestivo (Wilson & Leibholz, 1981). Segundo o autor, elevando-se o pH, diminui-se atividade proteolítica e bactericida no estômago.

Segundo Manners et al. (1962), comparada ao leite da porca, as proteínas da soja têm maior ação tamponante no estômago do leitão e o aumento do pH reduz a atividade da pepsina, transferindo para o intestino delgado maior quantidade de proteínas intactas.

Sabe-se que a mucosa intestinal tem grande importância no processo absorptivo e digestivo e as alterações histopatológicas estão relacionadas à imaturidade dos enterócitos, à diminuição da altura das vilosidades e ao aumento das mitoses nas criptas, do número de placas de Peyer, entre outras. Nas vilosidades, a renovação dos enterócitos pode demorar 3 a 4 dias (Moon, 1971) e, quando a proliferação das células for maior que a descamação, haverá hipertrofia da mucosa; o contrário, predispõe à atrofia.

A etiologia dessas alterações é complexa, decor-

rendo de fatores como: imaturidade imunológica (Li et al., 1990), substituição do leite da porca, que possui fatores intrínsecos a IgA, fator de crescimento epidermal, poliaminas e glutamina (Pluske et al., 1997), estresse ao desmame (Berto et al., 1996), consumo das dietas (Pluske et al., 1996a). Thomaz et al. (1996) destacaram a importância das fontes protéicas da dieta; Abreu (1994), do nível de farelo de soja; Bertol et al. (1997ab), do tipo de processamento do alimento; Jin et al. (1994), do teor de fibra; Hall & Byrne (1989), da forma física da ração, entre outros.

Avaliou-se o efeito de dietas simples e complexas, usadas nos períodos pré e pós-desmame dos leitões desmamados aos 21 dias de idade, sobre a morfo-fisiologia do trato gastrointestinal dos leitões até 35 dias de idade.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura, do Departamento de Zootecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Viçosa - MG, no período de maio a setembro de 1996.

Foram utilizados 96 leitões mestiços (48 machos castrados e 48 fêmeas), distribuídos em um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro tratamentos e seis repetições. Adotou-se como critério, na formação dos blocos, a data do parto das porcas. Utilizaram-se as seguintes instalações: maternidade (7 aos 21 dias de idade) e creche (21 aos 35 dias). Na maternidade, utilizaram-se 24 leitegadas uniformes, mantendo-se nove leitões por porca, com peso de  $2,05 \pm 0,573$  kg aos sete dias. Na fase de creche, a unidade experimental foi constituída de três leitões, distribuídos em função dos tratamentos recebidos quando lactentes.

As dietas experimentais fornecidas aos leitões do sétimo ao 35º dia de idade foram: complexa à base de milho, farinha de peixe, leite em pó e glúten de milho, com 19% de PB (Complexa sem farelo de soja - CSFS); simples à base de milho e farelo de soja, com 19% de proteína bruta (simples milho e soja - SMS); complexa à base de milho, farinha de peixe, leite em pó e farelo de soja, com 19% de PB (complexa com farelo de soja - CCFS); simples à base de milho, farelo de soja e farelo de trigo, com 16% de PB (simples lactação - SL).

As dietas foram formuladas para atender as exigências nutricionais dos leitões, conforme recomendações de Rostagno et al. (1992), cujas compo-

sições centesimal e nutricional calculadas estão apresentadas na Tabela 1.

Foram consideradas dietas complexas as que continham fontes protéicas de origem animal e vegetal e simples, as que continham apenas farelo de soja como ingrediente protéico.

Os leitões foram desmamados às 14 h, aos 21 dias de idade, fornecendo-se água e dietas sólidas à vontade. Após o desmame, os animais foram alojados em sala de creche construída em alvenaria, com piso de concreto, forro de madeira rebaixado, janelas de vidro tipo basculante, contendo gaiolas metálicas suspensas, medindo 1,60 x 1,0 x 0,56 m, providas de piso em plástico expandido, laterais em tela metálica, comedouros semi-automáticos e bebedouros tipo chupeta. Durante o experimento, a ventilação e a temperatura ambiente foram efetuadas controlando-se as janelas e as lâmpadas de aquecimento sobre as gaiolas.

Aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, um leitão de cada unidade experimental foi selecionado aleatoriamente, pesado, abatido por sangramento e eviscerado. O fígado e pâncreas foram pesados e o intestino delgado, esticado e medido o comprimento. Foram feitas medições de pH na ingesta da região pilórica do estômago e da região proximal do intestino delgado, coletada na região correspondente a 25% do comprimento total do intestino. A aferição do pH foi efetuada com peagâmetro elétrico padronizado à temperatura de 25°C e 95% de sensibilidade.

Amostras de 2 cm de comprimento foram retiradas nas regiões correspondentes a 25, 50 e 75% do intestino delgado. O material foi lavado em solução fisiológica, fixado em BOUIN por 24 horas, desidratado em álcool etílico, diafanizado em xilol e incluído em parafina.

Em cada lâmina foram colocadas quatro secções com 7 mm de espessura. Na seleção de uma secção e

Tabela 1 - Composição percentual das dietas experimentais

Table 1 - Percentage composition of the experimental diets

Ingredientes (%) <i>Ingredient</i>	Dietas experimentais <i>Experimental diets</i>			
	CSFS	SMS	CCFS	SL
Milho ( <i>Corn</i> )	65,00	64,035	63,725	60,07
Farelo de soja ( <i>Soybean meal</i> )	-	29,00	17,00	21,00
Farelo de trigo ( <i>Wheat meal</i> )	-	-	-	10,00
Farinha de peixe ( <i>Fish meal</i> )	8,50	-	7,00	-
Leite em pó ( <i>Dried milk</i> )	12,00	-	10,00	-
Glúten de milho ( <i>Corn gluten</i> )	10,00	-	-	-
Açúcar ( <i>Sugarcane</i> )	-	2,50	-	2,00
Óleo de soja ( <i>Soybean oil</i> )	-	0,77	0,56	3,50
Calcário ( <i>Limestone</i> )	0,90	1,10	0,80	1,20
Fosfato bicálcico ( <i>Dicalcium phosphate</i> )	-	1,60	0,20	1,55
Sal ( <i>Salt</i> )	0,40	0,40	0,40	0,50
L- Lisina HCl ( <i>L- Lysine HCl</i> ) (78,4%)	0,48	0,35	0,12	-
DL-Metionina ( <i>DL- Methionine</i> ) (99%)	-	0,05	-	-
Premix vitamínico <sup>1</sup> ( <i>Vitamine premix</i> )	0,05	0,05	0,05	0,05
Premix mineral <sup>2</sup> ( <i>Mineral premix</i> )	0,12	0,12	0,12	0,12
Inerte ( <i>Inert</i> )	2,525	-	-	-
Bacitracina de zinco ( <i>Zinc bacitracine</i> )	0,015	0,015	0,015	-
Antioxidante ( <i>Antioxidant</i> ) (BHT)	0,010	0,010	0,010	0,010
Composição calculada ( <i>Calculated composition</i> )				
Proteína bruta ( <i>Crude protein</i> ) (%)	19,1	19,0	19,1	16,3
ED ( <i>ED</i> ) kcal/kg	3408	3401	3400	3400
Cálcio ( <i>Calcium</i> ) (%)	0,95	0,91	0,91	0,92
Fósf. disp. ( <i>Available phosphorus</i> ) (%)	0,45	0,40	0,44	0,41
Lisina ( <i>Lysine</i> ) (%)	1,25	1,25	1,25	0,80
Met + Cis ( <i>Met + Cys</i> ) (%)	0,80	0,66	0,70	0,55
Triptofano ( <i>Tryptophan</i> ) (%)	0,18	0,24	0,25	0,21

<sup>1</sup> Conteúdo/kg (*Containing/kg*): vit. A, 9.000.000 UI; vit. D<sub>3</sub>, 900.000 UI; vit. E, 10.000 UI; vit. K<sub>3</sub>, 4 g; vit. B<sub>1</sub>, 2 g; vit. B<sub>2</sub>, 5 g; vit. B<sub>6</sub>, 5 g; vit. B<sub>12</sub>, 40 mg; ácido nicotínico (*nicotinic acid*), 40 g; ácido pantotênico (*pantothenic acid*), 25 mg; selenito de sódio (*selenium sodium*), 50 mg; e veículo q.s.p., 1.000 g.

<sup>2</sup> Conteúdo/kg (*Containing/kg*): ferro (*iron*), 180 g; cobre (*copper*), 20 g; cobalto (*cobalt*), 4 g; manganês (*manganese*), 80 g; zinco (*zinc*), 140 g; iodo (*iodine*), 4 g; e veículo q.s.p., 1.000 g.

a subsequente, foram desprezadas outras 30 secções. Os corantes utilizados foram a hematoxilina e eosina. Para as análises morfométricas, foi utilizado o microscópio óptico OLYMPUS BX50 (aumento 40X) acoplado ao analisador de imagem "Image-Pro Plus 1.3.2" (1994). Foram selecionadas e medidas 30 vilosidades e 30 criptas, bem orientadas e seccionadas longitudinalmente. Observou-se também a integridade da mucosa, ocorrência e aspecto das Placas de Peyer.

Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAEG, desenvolvido na Universidade Federal de Viçosa -MG (UFV, 1997) e as médias comparadas pelo teste de Newman-Keuls, em nível de 5% de probabilidade. Para altura das vilosidades, da profundidade das criptas e da relação vilosidade:cripta, também foram observadas as curvas de regressão, em razão da idade ao abate.

### Resultados e Discussão

Os resultados de pesos ao abate, pesos absolutos e relativos do fígado e do pâncreas e comprimentos absolutos e relativos do intestino delgado dos leitões aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, em razão das dietas experimentais, encontram-se na Tabela 2.

Os tratamentos influenciaram ( $P < 0,05$ ) os pesos relativo e absoluto do fígado e relativo do pâncreas somente aos 35 dias de idade. Os animais que consumiram a dieta CSFS tiveram órgãos mais leves. Não foi observada influência da dieta ( $P > 0,05$ ) sobre o peso absoluto do pâncreas e os comprimentos absoluto e relativo do intestino delgado.

Com relação ao peso absoluto do pâncreas, constatou-se que, apesar de não-significativo ( $P > 0,05$ ), o tratamento CSFS proporcionou aos animais pesos de pâncreas com valores variando de 32,2 a 37,6%, menores que aqueles que receberam as dietas SMS, CCFS e SL, aos 35 dias de idade. Constatou-se que os valores dos órgãos foram baixos quando comparados aos de Pluske et al. (1996b) e Makkink et al. (1994a).

Observou-se que a dieta CSFS prejudicou o crescimento e aumento do peso dos órgãos digestivos, provavelmente devido à baixa ingestão de matéria seca, decorrente da inclusão do glúten de milho, informação que pode ter suporte nos dados de Mascarenhas et al. (1999), que, em experimento paralelo de desempenho, utilizando os mesmos tratamentos (Tabela 3), verificaram que a inclusão do glúten de milho em dietas reduziu o consumo e o ganho de peso dos leitões. Outro fator seria a ausên-

cia do farelo de soja, que possui os antígenos glicinina e  $\beta$ -conglucina, pois, segundo Makkink et al. (1994b) e Ferreira (1999), estes fatores demandam maior produção de enzimas pancreáticas, para a realização da digestão, interferindo no tamanho do órgão.

Os resultados de pH do conteúdo estomacal e intestinal de leitões aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, em razão das dietas experimentais, são apresentados na Tabela 4.

Não foi verificado efeito ( $P > 0,05$ ) das dietas sobre o pH do conteúdo estomacal e intestinal, nas idades analisadas. Observou-se que o pH da ingesta do estômago nas diferentes rações e idades está dentro da faixa ótima para atuação da pepsina (2 a 4) proposta por Passos Jr. (1997). Todavia, os valores de pH do intestino delgado foram baixos (5,68 a 6,23), quando comparados com o pH ideal para a ação da tripsina e quimotripsina (7,8 a 8,1), segundo Makkink et al. (1994a).

Segundo Lopes et al. (1986), o pH estomacal diminui com a idade e a hidrólise de proteína da soja começa a aumentar gradativamente, a partir dos 28 dias de idade; logo, pode-se deduzir que o aproveitamento de alimentos sólidos pelos leitões antes de 21 dias é reduzido em razão do baixo consumo e da pequena capacidade de hidrólise dos alimentos sólidos por estes animais.

Segundo Ferreira (1986), têm-se obtido resultados controversos entre os pesquisadores, com relação ao pH gastrintestinal, devido a uma série de fatores, tais como: a região onde foram feitas as determinações, o tipo de técnica usada para detectar HCl livre, o tempo após a ingestão do alimento, entre outros.

Os resultados de altura das vilosidades, profundidade das criptas e relação vilosidade:cripta do intestino delgado dos leitões, aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, em razão das regiões do intestino delgado, encontram-se apresentados na Tabela 5.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre a região do intestino delgado e as dietas experimentais. Também não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre as três regiões do intestino delgado de leitões, para todos parâmetros analisados, o que está de acordo com os estudos feitos por Abreu (1994) e Hampson (1986b).

Os resultados de altura das vilosidades (AV), profundidade das criptas (PC) e relação vilosidade:cripta (RVC) do intestino delgado dos leitões aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, encontram-se apresentados na Tabela 6.

Não se observou efeito ( $P > 0,05$ ) das dietas experimentais sobre a AV e a RVC, nas idades analisa-

Tabela 2 - Peso médio ao abate, pesos absoluto e relativo do fígado e pâncreas e comprimento do intestino delgado de leitões aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, em razão das dietas experimentais

Table 2 - Weigh medium to the slaughter, weights absolute and relative of the liver and pancreas and length of the small intestine of pigs at the 14, 21, 28 and 35 days of age, in reason of the experimental diets

Idade (d) Age	Dietas experimentais Experimental diets				CV (%)
	CSFS	SMS	CCFS	SL	
	Peso médio abate (g) <i>Weigh medium slaughter</i>				
14	2450	2325	2600	2412	24,2
21	4145	3640	3304	3593	19,5
28	5090	5154	4851	5010	19,5
35	5857	5227	6845	6397	18,2
	Peso absoluto fígado (g) <i>Absolute liver weight</i>				
14	91	89	99	91	24,2
21	105	108	96	111	20,3
28	135	149	148	157	15,5
35	163 b	192 <sup>ab</sup>	234 <sup>a</sup>	234 <sup>a</sup>	19,4
	Peso relativo do fígado (%) <i>Relative liver weight</i>				
14	3,75	3,83	3,95	3,82	17,5
21	2,54	2,99	2,92	3,13	14,3
28	2,66	3,00	3,09	3,16	10,5
35	2,78 b	3,81 <sup>a</sup>	3,41 <sup>ab</sup>	3,80 <sup>a</sup>	14,4
	Peso absoluto do pâncreas (g) <i>Absolute pancreas weight</i>				
14	2,26	2,78	2,65	2,29	48,7
21	3,73	4,19	3,16	3,35	36,0
28	5,48	7,32	6,79	7,26	32,4
35	6,19	9,14	9,93	9,27	28,3
	Peso relativo do pâncreas (%) <i>Relative pancreas weight</i>				
14	0,10	0,12	0,11	0,09	44,6
21	0,09	0,11	0,09	0,09	29,7
28	0,11	0,13	0,14	0,14	25,9
35	0,11 b	0,17 <sup>a</sup>	0,14 <sup>ab</sup>	0,14 <sup>ab</sup>	26,0
	Comprimento absoluto do intestino (m) <i>Intestine absolute length</i>				
14	5,50	5,71	5,72	6,00	16,6
21	6,74	6,49	6,61	7,21	10,6
28	8,18	8,18	8,40	8,29	13,9
35	10,24	9,34	10,15	10,53	12,7
	Comprimento relativo do intestino (m/kg) <i>Intestine relative length</i>				
14	2,48	2,53	2,37	2,53	18,5
21	1,66	1,87	2,03	2,04	16,2
28	1,69	1,77	1,75	1,67	16,4
35	1,77	1,85	1,52	1,77	23,2

Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Newman-Keuls ( $P < 0,05$ ).Means, within a row, followed different letters are different ( $P < .05$ ) by Newman-Keuls test.

das. Todavia, aos 21 e 35 dias de idade, observou-se efeito ( $P < 0,05$ ) das dietas sobre a PC, sendo que os animais que consumiram as dietas SL e CCFS apresentaram criptas mais profundas, aos 21 e 35 dias de idade, respectivamente. Observaram-se criptas 21,8% mais profundas nos animais que consumiram a dieta CCFS em relação à dieta CSFS.

Os resultados desta pesquisa diferem dos encontrados por Berto et al. (1996), que não observaram efeito de dietas simples ou complexa sobre a morfologia intestinal de leitões desmamados aos 28 dias de idade.

Aumento na PC é compatível com incremento na produção de células e, sobretudo, a um estímulo na

Tabela 3 - Ganho de peso (GPD), consumo médio diário (CMD) e conversão alimentar (CA) dos leitões dos 21 aos 35 dias de idade, em função das dietas<sup>1</sup>

Table 3 - Average daily feed intake (ADFI), daily weight gain (ADG) and feed:gain ratio (F/G) of piglet from 21 to 42 days of age, in function of the diet

Parâmetros <i>Parameters</i>	Dietas experimentais <i>Experimental diets</i> <sup>2</sup>				CV
	CSFS	SMS	CCFS	SL	
GPD (g/dia) <i>ADG (g/day)</i>	52 <sup>c</sup>	118 <sup>a</sup>	118 <sup>a</sup>	99 <sup>b</sup>	14,46
CMD (g/dia) <i>ADFI (g/day)</i>	127 <sup>b</sup>	190 <sup>a</sup>	198 <sup>a</sup>	182 <sup>a</sup>	12,77
CA F/G	2,46 <sup>a</sup>	1,62 <sup>b</sup>	1,67 <sup>b</sup>	1,84 <sup>a</sup>	10,49

<sup>1</sup> Adaptado de Mascarenhas et al. (1999) (*Adapted of Mascarenhas et al., 1999*)<sup>2</sup> Médias, na linha, seguidas de letras diferentes são diferentes (P<0,05) (*Means, within a row, followed by different letters are different (P<.05)*)

Tabela 4 - pH da ingesta estomacal e da digesta intestinal, em razão das dietas experimentais e da idade ao abate dos leitões

Table 4 - pH stomach contents and of the contents intestine, in reason of experimental diets and of age to slaughter the pigs

Idade (d) <i>Age</i>	Dietas experimentais <i>Experimental diets</i>				CV (%)
	CSFS	SMS	CCFS	SL	
	pH estomacal <i>pH stomach</i>				
14	3,73	3,50	3,53	3,63	10,9
21	2,70	4,40	3,99	3,84	30,2
28	3,51	3,71	2,97	4,39	27,2
35	3,52	2,33	2,92	2,70	31,3
	pH intestinal <i>pH intestine</i>				
14	6,13	6,11	5,92	5,78	6,7
21	6,16	6,22	6,23	5,90	5,9
28	5,86	5,78	5,68	5,97	6,2
35	5,97	5,96	5,71	6,01	8,0

renovação das células do intestino delgado, e, segundo Pluske et al. (1996a), a PC e a AV está mais relacionado com o consumo de alimento do que algum efeito antigênico da dieta. Logo, criptas mais profundas aos 21 dias de idade podem estar relacionada com a diferença no consumo de leite da porca. Já aos 35 dias de idade, Mascarenhas et al. (1999), no experimento de desempenho (Tabela 3), observaram 64,2% a mais de consumo da dieta CCFS, em relação à dieta CSFS.

Observou-se efeito quadrático (P<0,01) para altura das vilosidades (Figura 1), efeito linear (P<0,01) para profundidade das criptas (Figura 2) e efeito quadrático (P<0,01) para relação vilosidade:cripta (Figura 3), em razão das idades de abate dos animais.

Aumento da PC em função da idade e redução da AV e RVC do 14<sup>o</sup> ao 27<sup>o</sup> e 14<sup>o</sup> ao 30<sup>o</sup> dia de idade, respectivamente, foram observados. O aumento da PC, principalmente após o desmame, e a tendência de

recuperação da AV e RVC aos 35 dias de idade estão de acordo com Abreu (1994), Cera et al. (1988), Hoppe et al. (1990), Hampson (1986ab) e Miller et al. (1986). Entretanto, não se verificou diminuição drástica da altura das vilosidades com o desmame.

Segundo estes pesquisadores, as vilosidades são maiores no recém-nascido e diminuem gradualmente com a idade, apesar de os leitões ainda estarem mamando. A maior redução ocorre por ocasião do desmame, que pode estar relacionada diretamente com o período durante o qual o leitão, diminui o consumo de matéria seca, com reflexos diretos na taxa de crescimento.

Em revisão, Nabuurs (1995) concluiu que a suplementação de ração durante o período de amamentação é benéfica para prevenir o encurtamento das vilosidades. Teodoro et al. (1998) verificaram que o consumo e a composição da dieta pré e pós-desmame favorecem a produção de enzimas digestiva

Tabela 5 - Altura das vilosidades, profundidade das criptas e relação vilosidade:cripta em razão das regiões do intestino delgado de leitões, aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade

Table 5 - Villous height, crypt depth and villous:cripta relation, according to the region of small intestine of pigs at 14, 21, 28 and 35 days of age

Idade (Dias) Day of age	Regiões (%) Region			CV (%)
	25	50	75	
Altura das vilosidades (µm) Villous height				
14	476	517	450	22,4
21	341	325	313	19,9
28	338	349	341	13,9
35	338	359	363	15,1
Profundidade das criptas (µm) Crypt depth				
14	173	167	168	15,4
21	191	202	192	11,4
28	252	263	250	10,5
35	282	275	261	11,5
Relação vilosidade:cripta Villous:cripta relation				
14	2,75	3,09	2,68	29,1
21	1,78	1,60	1,63	22,6
28	1,35	1,33	1,37	15,7
35	1,20	1,31	1,39	20,1

e a proliferação das células do epitélio intestinal, por meio de efeito trófico, impedindo a diminuição na altura das vilosidades após o desmame.

Os valores de AV obtidos neste trabalho estão abaixo dos achados de Abreu (1994), que, trabalhando no mesmo rebanho, encontrou vilosidades com, aproximadamente, 720, 570, 390 e 470 µm de altura, respectivamente, aos 14, 21, 28 e 35 dias de idades, nas mesmas regiões do intestino delgado, o que, segundo Pluske et al. (1997), pode ser atribuído a fatores como temperatura, sanidade ou manejo da maternidade.

O fornecimento de dieta contendo de 17 a 29% de farelo de soja no pré-desmame também pode ter contribuído para o desenvolvimento de tolerância aos antígenos (glicinina e β conglucina), evitando menor diminuição da altura das vilosidades pós-desmame (Li et al., 1990; Abreu, 1994). Por outro lado, Dunsford et al. (1989) observaram alterações morfológicas no intestino delgado de leitões, em razão de altas concentrações de farelo de soja nas dietas iniciais.

Nas análises qualitativas dos fragmentos intestinais, constatou-se que as células caliciformes estão

Tabela 6 - Altura das vilosidades, profundidade das criptas e relação vilosidade:cripta do intestino delgado de leitões, aos 14, 21, 28 e 35 dias de idade, em razão das dietas experimentais

Table 6 - Villous height, crypt depth and villous:cripta relation of small intestine of pigs at 14, 21, 28 and 35 days of age, according to the experimental diets

Idade (d) Age	Dietas experimentais Experimental diets				Médias Means	CV (%)
	CSFS	SMS	CCFS	SL		
Altura das vilosidades (µm)CV (%) Villous height						
14	476	487	477	483	481	13,9
21	338	338	331	328	334	9,4
28	308	339	330	347	331	15,3
35	359	357	342	354	353	12,4
Profundidade das criptas (µm) Crypt depth						
14	170	175	168	164	169	13,9
21	187 b	188 b	197 b	217 a	197	6,9
28	242	258	259	260	255	9,1
35	252 b	272 b	307 a	259 b	272	6,8
Relação vilosidade:cripta Villous:cripta relationship						
14	2,80	2,78	2,83	2,94	2,83	24,9
21	1,82	1,80	1,68	1,51	1,70	16,8
28	1,27	1,31	1,27	1,34	1,29	8,6
35	1,43	1,31	1,12	1,37	1,31	15,7

Médias, na mesma linha, seguidas de letras diferentes diferem pelo teste Newman-Keuls ( $P < 0,05$ ).

Means, within a row, followed different letters are different ( $P < 0,05$ ) by Newman-Keuls test.

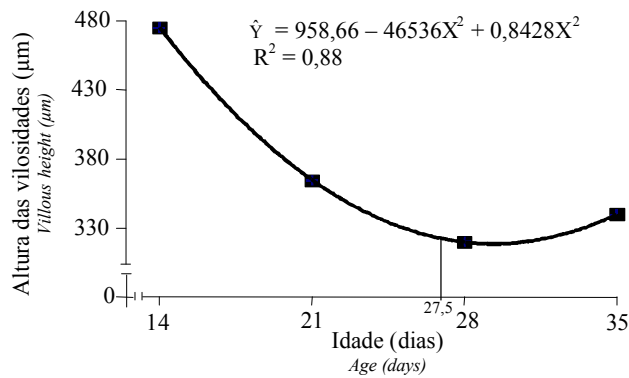


Figura 1 - Altura das vilosidades do intestino delgado, em função das idades ao abate dos leitões.  
 Figure 1 - Villous height of small intestine, according to the pigs age at slaughter.

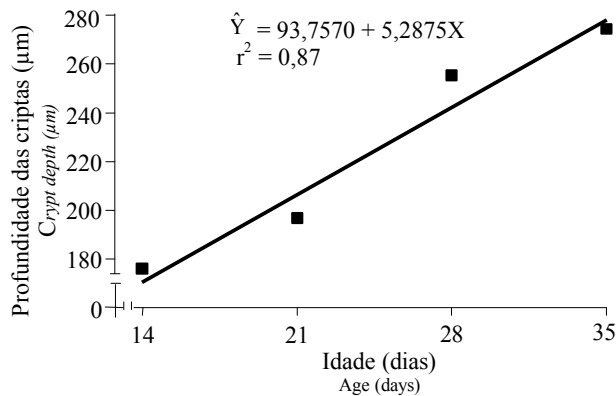


Figura 2 - Profundidade das criptas do intestino delgado, em função das idades ao abate dos leitões.  
 Figure 2 - Crypt depth of small intestine, according to the pigs age at slaughter.

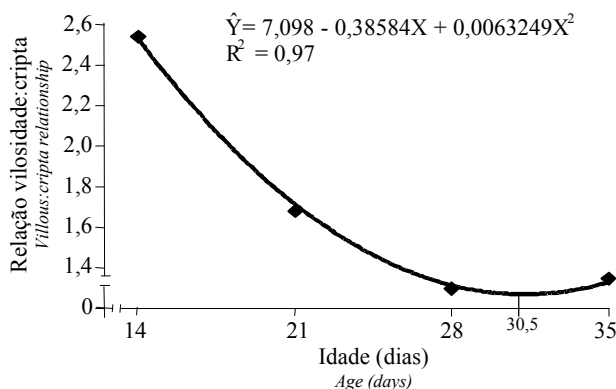


Figura 3 - Relação vilosidade:cripta do intestino delgado, em função das idades ao abate dos leitões.  
 Figure 3 - Villous: crypta relationship of small intestine, according to the pigs age at slaughter.

localizadas preferencialmente nas criptas e na base das vilosidades. Não foram observadas descamações e mudança na forma das células epiteliais, em função dos tratamentos. Entretanto, no tratamento CSFS, as Placas de Peyer foram verificadas em todas as regiões, em maior número e tamanho.

Segundo Vega López & Stokes (1994), o tamanho das placas de Peyer pode ser determinado pela idade e pelo conteúdo microbiano do intestino, porém o número e a posição das placas individuais permanecem constantes.

## Conclusões

O tipo de dieta, seja simples ou complexa, em razão da qualidade e quantidade dos ingredientes, afetou a profundidade das criptas do intestino delgado e o peso dos órgãos auxiliares da digestão, mas não influenciou o pH do conteúdo estomacal e intestinal de leitões desmamados aos 21 dias de idade.

## Literatura Citada

- ABREU, M.L.T. **Efeito da proteína do farelo de soja sobre o desempenho e ocorrência de alterações digestivas em leitões desmamados aos 21 dias de idade.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. 79p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1994.
- BERTO, D.A.; KRONKA, R.N.; SANTOS, H.S.L. et al. Efeito do tipo de ração inicial sobre a morfologia intestinal e digestibilidade dos nutrientes em leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.973-86, 1996.
- BERTO, D.A.; KRONKA, R.N.; THOMAZ, M.C. et al. Efeito do tipo de dieta e do sistema de alimentação sobre o desempenho de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.1, p.144-152, 1997.
- BERTOL, T.M.; MORAES, N.; FRANKE, M.R. Substituição do farelo de soja por soja integral extrusada na dieta de leitões recentemente desmamados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997a. p.351-352.
- BERTOL, T.M.; MORAES, N.; FRANKE, M.R. Substituição do farelo de soja por proteína texturizada de soja na dieta de leitões desmamados aos 21 dias de idade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997b. p.353-354.
- CERA, K.R.; MAHAN, D.C.; CROOS, R.F. et al. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. **Journal of Animal Science**, v.66, n.5, p.74-84, 1988.
- DUNSFORD, B.R.; KNABE, D.A.; HAENSLY, W.E. Effect of dietary soybean meal on the microscopic anatomy of the small intestine in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.67, n.7, p.1855-63, 1989.



- FERREIRA, A.S. **Estimativa de produção e composição de leite de porca e aleitamento artificial de leitões**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1986. 121p. Tese (Doutorado em Nutrição de Monogástrico) - Universidade Federal de Viçosa, 1986.
- FERREIRA, V.P.A. **Dietas para leitões em aleitamento e pós desmame**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1999. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1999.
- HALL, G.A.; BYRNE, T.F. Effects of age and diet on small intestinal structure and function in gnotobiotic piglets. **Research in Veterinary Science**, v.47, p.387-392, 1989.
- HAMPSON, D.J. Alterations in piglet small intestinal structure at weaning. **Research in Veterinary Science**, v.40, p.32-40, 1986a.
- HAMPSON, D.J. Attempts to modify changes in the piglets small intestinal after weaning. **Research in Veterinary Science**, v.40, p.313, 1986b.
- HOPPE, M.K.; LIBAL, G.W.; HAMILTON, C.R. et al. Effect of postweaning feed intake on weaning pig intestinal morphology. **Journal of Animal Science**, v.68, p.392, 1990.
- IMAGE - PRO PLUS 1.3.2. **The Proven Solution for Image Analysis**. Reference Guide, 1994.
- JIN, L.; REYNOLDS, L.P.; REDMER, J.S. et al. Effects of dietary fiber on intestinal growth, cell proliferation and morphology in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2270-2278, 1994.
- LI, D.F.; NELSEN, J.L.; REDDY, P.G. et al. Transient hypersensitivity to soybean meal in the early-weaned pig. **Journal of Animal Science**, v.68, n.6, p.1790-1799, 1990.
- LOPES, D.C.; DONZELE, J.L.; ALVARENGA, J.C. et al. Avaliação de épocas do início do arraçamento de leitões em aleitamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.3, p.219-223, 1986.
- MAKKINK, C.A.; BERNTSEN, P.J.M.; KAMP, B.M.L. et al. Gastric protein breakdown and pancreatic enzyme activities in response to different dietary protein sources in newly weaned pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.2843-2850, 1994a.
- MAKKINK, C.A.; NEGULESCU, G.P.; GUIXIN, Q. et al. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets **British Journal of Nutrition**, v.72, p.353-368, 1994b.
- MANNERS, J.H.; POND, M.C.; LOOSLI, M.C. et al. Effect of isolated soybean protein and casein on the gastric pH and of passage of food residues on baby pigs. **Journal of Animal Science**, v.21, p.49-55, 1962.
- MASCARENHAS, A.G.; FERREIRA, A.S.; DONZELE, J.L. et al. Avaliação de dietas fornecidas dos 14 aos 42 dias de idade sobre o desempenho e a composição de carcaça de leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1319-1326, 1999.
- MILLER, B.G.; JAMES, P.S.; SMITH, M.W. et al. Effect of weaning on the capacity of pig intestinal villi to digest and absorb nutrients. **Journal of Agriculture Science**, v.107, p.579-85, 1986.
- MOON, H.M. Epithelial cell migration in the migration of the suckling pig. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**, v.137, p.151-154, 1971.
- NABUURS, M.J.A. Microbiological, structural and functional changes of the small intestine of pigs at weaning. **Pigs New and Information**, v.16, n.3, p.93N-97N, 1995.
- NELSEN, J.L.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Nutritional programs for early-weaned pigs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.126-136.
- PASSOS JR., H.S. Nutrição e meio ambiente para leitões em sistema de produção com desmame precoce segregado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 8., 1997, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABRAVES, 1997. p.41-54.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. **Nutrition of neonatal pig: development and survival**. London: CAB International, 1995. p.187-235.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. Maintenance of villous height and crypt depth by providing continuous nutrition after weaning. **Animal Science**, v.62, p.131-144, 1996a.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; AHERNE, F.X. Villous height and crypt depth in piglets in response to increases in intake of cow's milk after weaning. **Animal Science**, v.62, p.145-158, 1996b.
- 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. **Livestock Production Science**, v.51, p.215-236, 1997.
- ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A. et al. **Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos** (tabelas brasileiras). Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1992. 79p.
- TEODORO, M.T.; BERTO, D.A.; PAI, V.D. et al. Estrutura intestinal de leitões desmamados precocemente, alimentados com dietas farelada ou extrusada seca e úmida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. v.4, p.343-344.
- THOMAZ, M.C.; OLIVEIRA, A.C.; ONKA, R.N. et al. Diferentes fontes protéicas e épocas de abate sobre a ultra-estrutura do duodeno de leitões desmamados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. v.1, p.108-109.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **S.A.E.G. (Sistema de Análise Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG, 1997. (Versão 7.1).
- VEGA-LÓPEZ, M.A.; STOKES, C.R. Desarrollo del sistema inmune intestinal porcino. **Técnica Pecuaria en Mexico**, v.32, n.1, p.30-38, 1994.
- WILSON, R.H.; LEIBHOLZ, J. Digestion in the pig between 7 and 35 d of age. 2. The digestion of dry matter and pH of digesta in pigs given milk and soya-bean proteins. **British Journal of Nutrition**, v.45, n.2, p.321-336, 1981.

Recebido em: 23/01/01

Aceito em: 10/02/02