

Desempenho e digestibilidade de leitões recém desmamados recebendo grãos de arroz, milho ou farinha de trigo escura

A.R. Ebert, A. Machado Leal Ribeiro e A. de Mello Kessler

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil

Performance and digestibility of early weaned pigs receiving rice, corn grains or dark wheat flour

ABSTRACT. The effect of the utilization of corn grain, broked rice and dark wheat flour as starch source in raw or cooked form on performance, small intestine morphology and energy and nitrogen metabolism of piglets was evaluated. Seventy two piglets, weaned at 16 days of age, were located in 30 metabolism cages, with 2 or 3 piglets. They received water and feed *ad libitum* and were kept in a thermoneutral environmental. Diets with dark wheat flour resulte in a higher body weight and daily weight gain and better feed: gain ratio than diets whit corn grain. Daily feed intake was not affect by starch sources. Cooked sources were not superior to raw sources in animal performance. Diets based on raw dark wheat flour and raw broken rice showed a higher gross profit at the end of feeding trial. These same diets showed a higher coefficient of apparent digestibility of dry matter and gross energy and a higher metabolizability of energy, than diets based on corn grain. The crude protein coefficient of apparent digestibility and the daily nitrogen retention were greater for diets based on dark wheat flour than for corn diets. These results can be partly explained by the greater crude protein and aminoacids levels of the diet with wheat. Neither villi height, nor cript depth were different of day 8, 16 and 22th of the experiment, relative to the offered diets. Otherwise, villi height increased significantly from 8 to 16th day, while cript depth did not show different in the measured days.

Key words: digestibility, heat processing, piglets, starch source

© 2005 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2005. Vol. 13 (2): 43-50

RESUMO. Foi avaliado o efeito da utilização de grão de milho, arroz quebrado e farinha escura de trigo na forma crua ou cozida como fontes de amido sobre o desempenho, a morfologia do intestino delgado e o metabolismo da energia e do nitrogênio de leitões. Foram utilizados 72 leitões, desmamados aos 16 dias de idade, alojados em 30 gaiolas de metabolismo, divididos de 2 a 3 leitões/gaiola. Os leitões receberam água e ração à vontade e foram mantidos em temperaturas de conforto térmico. As dietas à base de farinha de trigo proporcionaram um maior peso corporal, ganho diário de peso e uma melhor conversão alimentar comparadas às dietas a base de milho. O consumo diário de ração não foi afetado pela fonte de amido das dietas. As fontes cozidas não proporcionaram desempenho superior aos leitões. As dietas à base de farinha de trigo e arroz quebrado não processadas proporcionaram uma maior margem de lucro bruto ao final do experimento e apresentaram maior coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca e da energia bruta e maior metabolizabilidade da energia. O coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta e a retenção diária de nitrogênio foram maiores nas dietas com farinha de trigo comparadas às de milho. Parte destes resultados podem estar relacionados ao fato de que dietas com trigo contiveram maiores níveis de proteína bruta e aminoácidos. Nem altura de vilosidades, nem profundidade de cripta foram diferentes no 8, 16 ou 22^o dia do experimento, em função das dietas oferecidas. No entanto a altura das vilosidades aumentou significativamente do 8^o para o 16^o dia, enquanto que a profundidade de cripta não se mostrou diferente nos dias medidos.

Palavras-chave: digestibilidade, fontes de amido, leitões, processamento térmico

Recibido Enero 4, 2005. Aceptado Junio 11, 2005.

E-mail: aebert@zipmail.com.br

E-mail: aribeiro@ufrgs.br

E-mail: akeesler@ufrgs.br

Introdução

A brusca mudança de uma alimentação baseada no leite da porca para uma dieta sólida de menor digestibilidade, composta basicamente por grãos de cereais e proteínas vegetais, geralmente resulta em um período crítico de 10 a 14 dias de baixo consumo de alimento, acompanhando de uma depressão no status sanitário e no desempenho produtivo de leitões (Le Dividich e Herpin, 1994). Segundo Cera *et al.* (1988), as maiores mudanças na morfologia do trato intestinal destes animais ocorrem de 3 a 7 dias após o desmame com redução na altura das vilosidades e o aumento na profundidade das criptas de 27 a 50% e de 10 a 114%, respectivamente. Estas alterações diminuem sensivelmente a capacidade digestiva e absorviva do intestino delgado (Miller *et al.*, 1984 e Nabuurs *et al.*, 1994). A depressão nas enzimas pancreáticas, no mesmo período, varia de 30 a 75%, conforme o tipo de enzima, sendo que a maioria da atividade foi recuperada duas semanas após o desmame (Lindemann *et al.*, 1986).

Cerca de 70 a 80% da energia consumida por leitões desmamados provém dos amidos de cereais. No entanto, leitões desmamados precocemente apresentam dificuldade em digerir estes amidos em função da baixa atividade da enzima amilase (Lindemann *et al.*, 1986). Neste sentido, têm sido realizados vários estudos sobre o processamento industrial do amido, como extrusão, cozimento e hidrólise ácida ou enzimática visando facilitar a ação das enzimas digestivas no processo de digestão. Da mesma forma, diferentes fontes de amido têm sido investigadas, pois a relação entre as moléculas de amilose e amilopectina e os diferentes tamanhos dos grânulos de amido destas fontes são também fatores que podem interferir no seu aproveitamento pelos animais.

Mahan e Newton (1993) avaliando milho, aveia, amido, dextrose ou lactose sobre o desempenho de leitões desmamados aos 23 dias de idade, observaram que nos 14 primeiros dias após a desmama, o tipo de grão não afetou o ganho de peso dos leitões. Entretanto, os leitões alimentados com dietas à base de milho apresentaram um maior consumo de alimento, enquanto que os com aveia tiveram uma melhor eficiência alimentar. Dextrose e lactose foram superiores ao amido. Hongtrakul *et al.* (1998) avaliaram milho, amido de milho, farinha de trigo, arroz quebrado e grãos de sorgo, submetidos ou não a extrusão úmida. O milho proporcionou menor ganho de peso e menor eficiência alimentar do que as demais fontes, embora não tenha havido diferenças quanto ao consumo da dieta. O processamento não afetou o desempenho, porém nesse trabalho não foi avaliada

a digestibilidade das fontes de carboidrato.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as fontes de amido-milho, arroz quebrado e farinha de trigo cruas ou cozidas em dietas para leitões recém-desmamados, com enfoque nas medidas de desempenho, digestibilidade dos componentes dietéticos, balanço de nitrogênio e no efeito das dietas sobre as características morfológicas do intestino delgado dos animais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da UFRGS. Foram utilizados 72 leitões, de ambos os sexos, desmamados aos 16 dias de idade, oriundos de linhagem comercial, instalados em 30 gaiolas de metabolismo, em uma sala com ambiente controlado. Nas gaiolas foram alojados de 2 a 3 leitões, e as respostas obtidas foram as médias das gaiolas.

As gaiolas projetadas para leitões em desenvolvimento inicial, são de tamanho suficiente para dar liberdade de movimento aos animais. Abaixo do piso há uma tela de contenção para fezes, dificultando a mistura da mesma com a urina.

Os leitões foram distribuídos em seis tratamentos, que variaram conforme as fontes de amido da dieta e presença ou não de processamento térmico das mesmas. Foram testados milho cru ou cozido, arroz quebrado cru ou cozido e farinha escura de trigo crua ou cozida. As fontes de amido processado foram produtos disponíveis no mercado, de marcas comerciais conhecidas. Não houve possibilidade de interferência no processo térmico, que foi a extrusão (cozimento por vapor, seguido de pressão mecânica), com parâmetros utilizados pelos fabricantes dos referidos ingredientes. A Quadro 1 apresenta a composição nutricional das fontes de amido cruas usadas nas dietas experimentais.

A Quadro 2 apresenta a composição e a análise nutricional calculada das dietas experimentais. As dietas foram formuladas baseadas parcialmente nas recomendações do NRC (1998) para leitões dos 5 aos 10 kg de peso corporal. Nas dietas com fontes de amido processadas, estas substituíram as fontes cruas na mesma proporção. O óleo vegetal foi adicionado a fim de aproximar os níveis energéticos e a gordura total. Todas as dietas foram moídas em peneira de 1mm, com exceção da farinha de trigo e oferecidas de forma farelada.

A formulação das dietas baseou-se nos seguintes critérios: 1) níveis similares de todos os ingredientes, deixando a fonte de amido como principal variável a ser testada; 2) níveis similares de amido oriundo do cereal, lactose e gordura bruta em todas as dietas; 3)

Quadro 1. Composição nutricional das fontes de amido cruas usadas nas dietas experimentais

	Milho em grão	Farinha de trigo	Arroz quebrado
Matéria seca %	87.17	88.15	85.60
Matéria orgânica %	85.58	86.99	84.04
Proteína bruta %	8.3	13.55	8.37
Fibra bruta %	2.72	0.37	1.3
Extrato etéreo %	3.91	1.36	2.03
Cinzas %	1.59	1.16	1.56
ENN %	70.65	72.12	72.34

formulação com margem de segurança igual ou superior ao NRC (1998) no que diz respeito aos aminoácidos limitantes.

A duração do experimento foi de 22 dias. Os animais foram pesados individualmente no início do experimento e, posteriormente no 8°, 16° e 22° dias. Para a variável peso corporal foram utilizadas as médias dos pesos corporais dos leitões de cada repetição no momento da pesagem. Como variáveis de desempenho foram analisados peso corporal, ganho de peso diário e conversão alimentar. Foram abatidos dois leitões por tratamento, para micrometria intestinal, no 8°, 16° e 22° dias de experimentação, tendo sido os mesmos removidos nos dias de pesagem e avaliação de consumo de ração, de forma a não influenciarem no consumo e ganho de peso dos períodos posteriores. Nesse procedimento foi retirada uma porção de aproximadamente 3 cm nas distâncias de 25, 50 e 75% do comprimento do intestino. O intestino coletado foi fixado em formol tamponado a 10% (100 mL de formaldeído 40%, 4 g de fosfato de sódio monobásico, 6,5 g de fosfato dibásico e 900 mL de água destilada). As amostras foram embebidas em parafina, cortadas em lâminas de 2 a 5 micras e, posteriormente, coradas por hematoxilina-eosina. A profundidade de cripta e altura de vilosidades foram medidas por micrometria com objetiva de 4 vezes. O resultado da leitura microscópica foi multiplicado pelo fator 95 para a obtenção do resultado em micras.

A ocorrência de diarreia foi observada individualmente por leitão, diariamente por ocasião do fornecimento de ração sendo utilizada uma classificação simples: com ou sem diarreia.

Ração e água foram fornecidas à vontade, e a temperatura ambiente foi mantida em torno dos 28°C, durante todo o experimento. As rações foram oferecidas diariamente. As quantidades oferecidas foram pesadas e também as sobras a cada dois dias.

A coleta de fezes e urina foi realizada a cada dois dias pela manhã. O total de fezes produzidas foi coletado, pesado e conservado em congelador (-20°C) para posterior análise. Em cada bacia de coleta de urina foram colocados 5mL de ácido sulfúrico para

evitar a perda de nitrogênio na forma de amônia. Da urina, após pesagem e homogeneização, foi retirada uma amostra de 60mL. Foram feitas análises de matéria seca, nitrogênio (N) e de energia bruta para, fezes e rações e N para urina (AOAC, 1996). A EB da urina foi estimada como sendo 9,17 kcal/g de N (Blaxter, 1989). Foram calculados os coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da energia bruta (CDEB), metabolizabilidade da EB (MEB), coeficiente de digestibilidade da proteína (CDPB) e retenção diária de nitrogênio (NRD). Os cálculos foram feitos com base na seguinte equação: "(nutriente ingeridos - nutriente excretado)/ nutriente ingerido". O N retido foi calculado multiplicando o N ingerido (g/ dia) pelo coeficiente de retenção de N. Este último, foi obtido através da fórmula "(Ningerido - (Nfecal+Nurinário)*100)/Ningerido".

Para analisar a relação custo/benefício das dietas foi utilizado um índice Bio-econômico (IBE), que relaciona custo de ração, preço do leitão, consumo de ração e ganho de peso, dando como resultado final, o lucro em quilos de leitão produzidos (Guidoni *et al.*, 1994).

Foi utilizado um delineamento em blocos para controlar as variações no peso inicial, sendo que as repetições foram distribuídas em 3 blocos de peso: duas repetições com peso inicial leve (4.51±0.11kg), uma com peso inicial médio (4.83±0.03kg) e duas com peso inicial pesado (5.14±0.16kg). Portanto, para cada tratamento houve cinco repetições, totalizando 30 gaiolas. As repetições leves, iniciaram com 3 leitões por gaiola (duas fêmeas e um macho e dois machos e uma fêmea), para que um leitão de cada dessas gaiolas fosse abatido nos dias 8, 16 e 22 do experimento. As demais repetições tiveram durante todo período experimental dois leitões/gaiola. Portanto, para as variáveis de histologia foram utilizados somente animais do bloco de peso inicial leve e o dia de abate foi incluído como segundo fator na análise estatística.

Para as análises de variância e análise de frequência, foram utilizados os procedimentos GLM, CORR e FREQ do pacote estatístico SAS (1996) e uti-

Quadro 2. Composição e análise nutricional calculada das dietas experimentais

Ingredientes	Composição		
	Milho (T1 e T2)	Trigo (T3 e T4)	Arroz (T5 e T6)
Milho em grão	46,71	-	-
Farinha de trigo	-	45,76	-
Arroz quebrado	-	-	45,62
Farelo de soja 44%	17,40	17,40	17,40
Leite pó desnatado	12,00	12,00	12,00
Soro de leite seco	9,09	9,09	9,09
Gordura Vegetal	4,31	5,26	5,40
Glúten de milho	4,00	4,00	4,00
Açúcar	3,00	3,00	3,00
Fosfato bicálcico	1,05	1,05	1,05
Calcário	0,64	0,64	0,64
Sal comum	0,09	0,09	0,09
L-Lisina HCl	0,50	0,50	0,50
L- treonina	0,17	0,17	0,17
DL- Metionina	0,16	0,16	0,16
Premix Mineral	0,10	0,10	0,10
Premix Vitamínico	0,05	0,05	0,05
Colina	0,08	0,08	0,08
Acidificante	0,30	0,30	0,30
Antioxidante	0,02	0,02	0,02
Óxido de zinco	0,21	0,21	0,21
Sulfato de cobre	0,05	0,05	0,05
Promotor crescimento	0,07	0,07	0,07
Análise nutricional calculada			
Matéria Seca	90,1	90,2	90,4
EM kcal/kg	3.500	3.529	3.536
PB %	19,50	21,64	19,12
Amido % *	33,00	33,00	33,00
Lactose %	12,00	12,00	12,00
Fibra Bruta %	2,53	1,77	1,81
Gordura %	6,45	6,44	6,44
Cálcio %	0,75	0,78	0,76
Fósforo disp. %	0,45	0,52	0,46
Sódio %	0,20	0,21	0,20
Arginina %	1,01	1,28	1,06
Lisina %	1,45	1,58	1,47
Met. + Cis. %	0,87	0,95	0,83
Metionina %	0,56	0,58	0,55

* Proveniente do grão de cereal

lizado o Lsmeans para comparar as médias, na presença de um F significativo.

Resultados e Discussão

As médias e os desvios do peso corporal (PC), ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração

(CDR) e conversão alimentar (CA) dos leitões durante os 22 dias do experimento são apresentadas na Quadro 3.

Os leitões alimentados com dietas à base de trigo apresentaram um maior PC e GDP e melhor CA do que aqueles que receberam milho como fonte de amido, ficando intermediários os leitões com dietas à

Quadro 3. Médias e erros padrões de peso corporal (PC), ganho diário de peso (GDP), consumo diário de ração (CDR) e conversão alimentar (CA) dos leitões durante os 22 dias do experimento.

	PC (kg)	GDP (g)	CDR (g)	CA
Milho cru	11,0 ^b + 0,52	286 ^b + 22,7	385 + 25.8	1,35 + 0,05
Trigo cru	13,3 ^a + 0,46	385 ^a + 20,3	460 + 23.1	1,19 + 0,04
Arroz cru	12,4 ^{ab} + 0,46	344 ^{ab} + 20,3	443 + 23.1	1,28 + 0,04
Milho cozido	11,3 ^b + 0,46	298 ^b + 20,3	397 + 23.1	1,34 + 0,04
Trigo cozido	12,9 ^a + 0,46	368 ^a + 20,3	455 + 23.1	1,23 + 0,04
Arroz cozido	12,2 ^{ab} + 0,46	334 ^{ab} + 20,3	436 + 23.1	1,30 + 0,04
P	0,05	0,02	0,19	0,15
CV.%	8,5	13,5	12,0	8,1

^{abc}Medias com letras diferentes diferem entre si pelo Lsmeans (P< 0,05)

base de arroz (P≤0.02, P≤0.02, respectivamente). O CDR não foi afetado pelas fontes de amido das dietas, nem tampouco a CA, embora pelo através de análise de contraste, as dietas com milho cru tiveram CDR menor e pior CA comparadas às dietas com trigo cru (P<0.04 e P<0.02, respectivamente).

A hipótese formulada inicialmente previa que as fontes processadas termicamente proporcionassem uma melhora no desempenho dos leitões, especialmente nos primeiros dias após o desmame. Esta expectativa baseou-se na suposição de que a ação conjunta do calor e da umidade promoveriam alterações na estrutura química do amido, facilitando a ação das alfa-amilases que encontram-se em quantidades insuficientes nos leitões recém desmamados. Algumas hipóteses podem ser sugeridas para explicar a ausência de diferenças entre os tratamentos com e sem processamento sobre o desempenho dos leitões: 1) As condições de processamento não foram adequadas para promover as alterações desejáveis na estrutura química dos amidos; 2) Os leitões utilizados neste experimento tiveram acesso à alimentação sólida antes do desmame, o que pode ter induzido um desenvolvimento precoce do seu sistema digestivo, especialmente no que diz respeito às enzimas digestivas que são substrato dependentes (EFIRD *et al.*, 1982); 3) A complexidade da dieta, determinada pela adição de produtos lácteos, proporcionou a todas as dietas uma quantidade mínima de carboidratos pouco complexos necessária para um bom desempenho dos leitões; 4) O controle das condições ambientais e sanitárias proporcionaram poucos casos de diarreia, e é possível que em condições menos favoráveis, a persistência de substrato no trato intestinal promovesse um quadro diarréico de maior gravidade, comprometendo o desempenho dos leitões alimentados com carboidratos mais complexos (menos digestíveis).

Uma das possíveis explicações para que trigo e

arroz tenham propiciado melhor desempenho diz respeito às características dos grânulos de amido destes cereais. O trigo apresenta dois tipos de grânulos, um grande (20 a 35mm) e lenticular e outro pequeno (2 a 10 mm) e esférico. Os grânulos de amido do arroz são pequenos (2 a 5 mm) e poligonais. Já os grânulos do milho possuem 15mm de diâmetro, e sua forma varia de poligonal à esférica (Honsey, 1994). Estas diferenças no tamanho dos grânulos podem ser um fator importante na utilização dos amidos, uma vez que os grânulos menores apresentam uma área maior por unidade de massa proporcionando uma maior exposição do substrato à ação das enzimas digestivas. Como a atividade das amilases é considerada baixa no momento do desmame e aumenta com a idade do animal (Shield Jr. *et al.* 1980; Le Dividich e Herpin 1994), a vantagem do trigo e arroz sobre o milho pode estar associada à ação mais eficiente dessas enzimas sobre o amido destes cereais.

Os melhores índices bioeconômicos econômicos foram obtidos com dietas à base de arroz e trigo não processados, seguidos pelo milho não processado e, por último, o trigo e o milho processados. O arroz processado apresentou um resultado intermediário a estes dois últimos grupos. Os resultados do IBE confirmam a vantagem do trigo e do arroz em relação ao milho, já observadas nas variáveis de desempenho. Nesta análise, o menor custo do arroz quebrado em relação à farinha de trigo acabou compensando a pequena vantagem do trigo sobre o arroz no ganho de peso, de forma que os IBEs dos dois grãos foram equivalentes.

Apesar das fontes processadas não terem afetado as variáveis de desempenho analisadas, o alto custo do ingrediente processado fez com que as dietas com estes ingredientes apresentassem, de maneira geral, piores IBEs do que as dietas com fontes cruas, com exceção do arroz cozido que teve um IBE equivalente ao do milho cru.

Para as variáveis referentes à digestibilidade da

Quadro 4. Média e desvio padrão do Índice Bio-Econômico da produção de leitões

Índice Bio-Econômico (kg de leitão)	
Milho cru	2,22 ^b + 0,16
Milho cozido	1,75 ^c + 0,16
Trigo cru	2,86 ^a + 0,16
Trigo cozido	1,51 ^c + 0,16
Arroz cru	2,88 ^a + 0,16
Arroz cozido	1,94 ^{bc} + 0,16
P	0,0001
CV%	16,0

^{abc}Médias com letras diferentes entre si pelo LSmeans (P<0,05)

dieta (Quadro 5), as dietas trigo e arroz, independentemente se formuladas com ingredientes processados ou crus, apresentaram um maior CDMS, CDEB e MEB do que as dietas milho.

Tokach *et al.* (1989), observaram coeficientes de digestibilidade da matéria seca entre 86.8 a 88.7% em dietas com diferentes derivados do leite, fornecidas a leitões desmamados aos 21 dias de idade com 4,8 kg de peso corporal. Coeficientes de digestibilidade da MS de 89.3 e 91.2%, respectivamente, para dietas com milho e farelo de soja ou aveia e caseína, foram observados por Etheridge *et al.* (1984), durante os 12 dias de um experimento realizado com leitões desmamados aos 21 dias de idade. A partir destes dados da literatura, pode-se considerar que os CDMS das dietas fornecidas para leitões recém-desmamados são altos. Assim, as diferenças observadas no presente experimento, de 2.6% entre os CDMS das dietas com milho e farinha de trigo e de 3.2% entre os CDMS das dietas com milho e arroz quebrado, podem parecer pouco importantes. Entretanto, ao observar estes dados sob uma ótica inversa, o aumento de 3.2% no CDMS significa uma diminuição de 33.2% na

quantidade de MS não digerida no trato intestinal dos leitões. Visto desta forma, a amplitude da diferença pode ser mais bem avaliada, já que o material não digerido pode servir de substrato para a proliferação bacteriana, provocando diarreia no leitão e comprometendo seu desempenho produtivo.

Com relação ao coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) e nitrogênio retido diário (NRD) (Quadro 7), observa-se que as dietas trigo apresentaram valores significativamente maiores do que as dietas milho, enquanto as dietas arroz apresentaram valores intermediários. É importante observar que os níveis de proteína bruta das dietas utilizadas no presente experimento apresentaram uma pequena variação. As dietas trigo possuíam em média, 2,52% e 2,14% a mais de PB (na base natural) do que as dietas milho e arroz respectivamente. Em última análise, pode-se considerar esta variação como sendo um efeito da fonte do amido, já os cereais foram os únicos ingredientes, fora o óleo, que variaram na dieta. Deve-se observar que a digestibilidade aparente da PB está associada tanto à qualidade da proteína quanto à sua quantidade. Budiño (1999), trabalhando com diferentes níveis de proteína em dietas para leitões, observou que dietas contendo 18% de PB apresentaram uma maior digestibilidade aparente da proteína do que dietas contendo 12% de PB. Outros autores também verificaram um acréscimo na digestibilidade aparente da proteína bruta na medida em que o teor desta aumentou na dieta (Holmes *et al.*, 1980; Noblet *et al.*, 1987).

No que se refere à qualidade da proteína das fontes de amido, Miller *et al.* (1991), revisando os trabalhos de vários autores, observaram que a digestibilidade ileal aparente da PB do trigo (82 ± 5) é, em média, 4% maior que a do milho (78 ± 4), sendo que esta vantagem se mantém para a digestibilidade ileal aparente dos aminoácidos. Ammerman *et al.* (1995), mostram que a digestibilidade ileal aparente da lisina é 9% maior no trigo que no milho. Assim sendo, as dietas com

Quadro 5. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da energia bruta (CDEB) e metabolizabilidade da EB (MEB) das rações

	CDMS%	CDEB%	MEB%
Milho cru	89,9 ^b + 0,50	89,3 ^c + 0,51	88,3 ^c + 0,52
Trigo cru	93,1 ^a + 0,50	93,2 ^a + 0,51	91,8 ^a + 0,52
Arroz cru	93,5 ^a + 0,50	93,3 ^a + 0,51	92,4 ^a + 0,52
Milho cozido	91,0 ^b + 0,50	91,1 ^b + 0,51	90,1 ^b + 0,52
Trigo cozido	93,0 ^a + 0,50	93,2 ^a + 0,57	91,8 ^a + 0,52
Arroz cozido	93,7 ^a + 0,56	93,8 ^a + 0,57	92,9 ^a + 0,58
P	0,0001	0,0001	0,0001
CV%	1,2	1,2	1,2

^{abcd}Medias com letras diferentes diferem entre si pelo LSmeans (P<0,05)

Quadro 6. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDPB) e nitrogênio retido diário (NRD)

	CDPB%	NRD (g/dia)
Milho cru	84,7 ^b + 0,90	8,8 ^{bc} + 0,52
Trigo cru	89,8 ^a + 0,90	11,1 ^a + 0,52
Arroz cru	88,7 ^{ab} + 0,90	9,8 ^{ab} + 0,52
Milho cozido	87,0 ^{bc} + 0,90	8,6 ^c + 0,52
Trigo cozido	89,9 ^a + 0,90	11,2 ^a + 0,52
Arroz cozido	88,7 ^{ab} + 1,00	10,1 ^{ab} + 0,58
P	0,004	0,01
CV (%)	2,2	11,9

^{abc}Médias com letras diferentes diferem entre si pelo Lsmeans (P<0,05)

farinha de trigo disponibilizaram maior quantidade de aminoácidos, o que justifica o maior valor encontrado para o balanço de nitrogênio (NRD). No entanto, deve-se observar que comparações desse tipo só são válidas para consumos equalizados de PB, e devem ser relativizadas no presente experimento.

A observação da ocorrência de diarreia nos leitões foi realizada diariamente, durante todo o experimento. Somente foram registrados casos de diarreia até o 8º dia, sendo que estes casos foram poucos e de pouca gravidade, não tendo havido diferenças entre tratamentos ($\chi^2 > 0,05$).

A altura média das vilosidades (Quadro 7) do intestino delgado dos leitões apresentou uma correlação

de 0,65 com o dia de abate ($P \leq 0,0001$) e de 0,57 com o peso corporal do leitão ($P \leq 0,0003$), indicando um crescimento das mesmas na medida em que o leitão se desenvolve. Não foi observada interação significativa entre tratamentos e dias de abate sobre a altura das vilosidades em nenhuma das porções do intestino delgado. Durante todo o período experimental, não foi observado efeito dos tratamentos sobre altura das vilosidades medidas nas porções de 25, 50 e 75% do intestino e tampouco para a médias destas três medidas.

Durante todo o período experimental, não foi observado efeito dos tratamentos sobre a profundidade das criptas medidas nas porções de 25, 50 e 75% do intestino nem para a médias destas três medidas ($P \geq 0,86, 0,51, 0,28, 0,37$, respectivamente-dados não apresentados). As profundidades de cripta também não foram afetadas pelo dias do experimento ($P \geq 0,64, 0,55$ e $0,65, 0,27$ para 25, 50, 75% e a média, respectivamente).

Conclusões

As fontes de carboidratos processadas termicamente não apresentaram benefício ao desempenho de leitões desmamados aos 16 dias de idade, tampouco afetaram positivamente a digestibilidade das dietas ou a estrutura do intestino delgado dos leitões quando comparadas com as fontes cruas utilizadas. A farinha escura de trigo e o arroz quebrado foram melhores opções que o milho para

Quadro 7. Efeito da fonte de amido, do processamento térmico e dos dias do experimento sobre a altura de vilosidades (AV) medidas em diferentes porções do intestino delgado

	AV 25 (µm)	AV 50 (µm)	AV 75 (µm)	AV Média (µm)
	Tratamentos			
Milho cru	507 + 36,9	409 + 32,9	411 + 34,2	442 + 22,3
Trigo cru	512 + 36,9	441 + 32,9	391 + 34,2	448 + 22,3
Arroz cru	453 + 36,9	445 + 32,9	445 + 34,2	448 + 22,3
Milho cozido	498 + 36,9	458 + 32,9	365 + 34,2	440 + 22,3
Trigo cozido	473 + 36,9	495 + 32,9	411 + 34,2	460 + 22,3
Arroz cozido	567 + 36,9	536 + 32,9	358 + 34,2	487 + 22,3
P	0,39	0,15	0,50	0,70
Dia do experimento				
8	409a + 26,1	398a + 23,3	343a + 24,2	380a + 15,8
16	521ab + 26,1	475ab + 23,3	442b + 24,2	480b + 15,8
22	575b + 26,1	527b + 23,3	404ab + 24,2	502b + 15,8
P	0,001	0,002	0,03	0,0001
CV %	18,1	17,4	21,1	12,0

^{abc}Médias com letras diferentes diferem entre si pelo Lsmeans (P<0,05)

comporem dietas de leitões recém-desmamados, pois mostraram maior digestibilidade da MS, EB e PB. Quanto ao desempenho e balanço de nitrogênio, a farinha escura de trigo mostrou os melhores resultados. Entretanto, os mesmos podem estar relacionados ao fato das dietas com este ingrediente possuírem maior nível de PB e aminoácidos.

Literatura Citada

- Ammerman, C. B., A. J. Lewis and D. H. Baker. 1995. Bioavailability of nutrients for animals - amino acids, minerals, and vitamins. Academic Press, San Diego.
- AOAC. 1996. Official Methods of Analyses (16th.Ed.). Association of Official Analytical Chemists. Washington, D.C.
- Bartels, H. A. S. 1999. Substituição do farejo de soja pela proteína texturizada de soja e do amido de milho pela lactose em leitões desmamados aos 14 ou aos 21 dias de idade. Porto Alegre:UFRGS, 1999. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Blaxter, K.L. 1989. Energy Metabolism in Animals and Man. Cambridge University Press Cambridge.
- Budiño, F. E. L. 1999. Desenvolvimento corporal, metabolismo nitrogenado, espessura de toucinho e puberdade de leitões alimentadas com diferentes níveis protéicos. Porto Alegre:UFRGS, 1999. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Cera, K. R., D. C. Mahan, R. F. Cross, G. A. Reinhart and R.E. Whitmoyer. 1988. Effect of age, weaning and postweaning diet on small intestinal growth and jejunal morphology in young swine. *J. Anim. Sci.* 66:574-584.
- Efird, R.A., W. D. Armstrong and D. L. Herman. 1982. The development of digestive capacity in young pigs: effect of age and weaning system. *J. Anim. Sci.* 58:1380-1387.
- Etheridge, R. D., R. W. Seerley and R. D. Wyatt. 1984. The effect of diet on performance, digestibility, blood composition and intestinal microflora of weaned pigs. *J. Anim. Sci.* 58:1396-1402.
- Guidoni, A. L., C. R. M Godoi e C. Bellaver. 1994. Uso do índice bioeconômico como medida do desempenho nutricional animal. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31. 1994. Maringá. Anais... Maringá: SBZ, p. 32 (Resumo).
- Holmes, C. W., J. R. Carr and G. Pearson. 1980. Some aspects of the energy and nitrogen metabolism of boars, gilts and barrows given diets containing different concentrations of protein. *Animal Production, Edinburgh.* 31(3):279-289.
- Hongtrakul, K, R. D. Goodband, K. C. Behnke, J. L. Nelsens, M. D. Tokach, J. R. Bergstrom, W. B. Nessmith Jr., and I. H. Kim. 1998. The effects of extrusion processing of carbohydrate source on weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 76: 3034-3042.
- Honsey, C. R. 1994. Principles of Cereal: Science and Technology (2ndEd.). American Association of Cereal Chemists. Minnesota.
- Le Dividich, J. and P. Herpin. 1994. Effect of climatic conditions on the performance, metabolism and health status of weaned piglets: a review. *Livestock Prod. Sci.* 38:79-90.
- Lindemann, M. D., S. G. Cornelius, S. M. El Kandelgy, R.L. Moser, and J. E. Pettigrew. 1986. Effect of age weaning and diet on digestive enzyme levels in the piglet. *J. Anim. Sci.* 62:1298-1307.
- Mahan, D. C. and E. A. Newton. 1993. Evaluation of feed grains with dried skin milk and added carbohydrates sources on weanling pig performance. *J. Anim. Sci.* 71:3376-3382.
- Miller, B. J., T. J. Newby, C. R. Stokes and F. J. Bourne. 1984. Influence of diet on postweaning malabsorption and diarrhea. *Res. Vet. Sci.* 36: 187-193.
- Miller, E. R, D. E Ullrey, A. J. Lewis. 1991. Swine Nutrition. Butterworth-Heinemann, Steneham, 673 p.
- Nabuurs, M. J. A, A. Hoogendoorn and F. G. Zidjederveld Van. 1994. Effect of weaning and enterotoxigenic *Escherichia coli* on net absorption in the small intestine of pigs. *Research in Veterinary Science.* 56: 379-385.
- Noblet, J, Y. Henry and S. Dubois. 1987. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 65:717-726.
- NRC. 1998. Nutrient Requirements of Swine, 10 ed. Washington: National Academy Press, 93 p.
- SAS. SAS/STAT. 1996. Guide for Personal Computers, Version 6 edition, SAS Institut Inc.
- Shields J. R., R. G., Ekstrom, K. E. and Mahan, D. C. 1980. Effect of weaning age and feeding method on digestive enzyme development in swine from birth to ten weeks. *J. Anim. Sci.* 50:257-265.
- Tokach, M. D., J.L. Nelsens and G.L. Alle. 1989. Effect of protein and (or) carbohydrate fractions of dried whey on performance and nutrient digestibility of early weaned pigs. *J. Anim. Sci.,* 67:1307-1312.