

## Efeitos do incremento de fibra dietética sobre digestibilidade, desempenho e características de carcaça: II. fêmeas suínas em pré- puberdade e puberdade<sup>1</sup>

### Effects of increasing dietary fiber on digestibility, performance and carcass characteristics: II. prepuberty and puberty gilts

Jacinta Diva Ferrugem Gomes<sup>2\*</sup>; Romualdo Shiguelo Fukushima<sup>3</sup>;  
Catarina Abdalla Gomide<sup>4</sup>; Paulo José do Amaral Sobral<sup>5</sup>;  
César Gonçalves de Lima<sup>6</sup>; Soraia Marques Putrino<sup>7</sup>

#### Resumo

Fêmeas suínas destinadas à reprodução devem seguir um plano de restrição alimentar objetivando controlar excessiva ingestão calórica. Emprego de alimentos volumosos, devido ao seu alto teor de fibra, fornece menor aporte de energia para suínos. Esta estratégia alimentar contorna o problema da acumulação excessiva de gordura corporal. Objetivando estudar estes aspectos, fêmeas pré-púberes e púberes foram alimentadas com rações isoenergéticas e isoprotéicas contendo 0; 6,6; 13,2 e 19,8% de fibra em detergente neutro (FDN), obtidas pela inclusão de feno de coast-cross. Vinte marrãs mestiças foram empregadas em um delineamento experimental de blocos casualizados, que durou 97 dias. Após, os animais foram sacrificados. O incremento de FDN na ração diminuiu o ganho de peso linearmente (0,675; 0,607; 0,525; 0,483 g/dia); o peso corporal ao primeiro cio útil (118,0; 114,0; 102,2; 98,2 kg) e piorou a conversão alimentar (3,6; 4,0; 4,7; 5,3). Observou-se resposta quadrática na espessura de toucinho (3,28; 3,34; 2,82; 1,74 cm). Não houve efeito sobre a idade de ocorrência do primeiro cio útil (203 dias) e no rendimento de carcaça quente; entretanto, foram obtidas respostas quadráticas para o rendimento de carcaça fria (79,79; 80,24; 79,58; 77,40%) e de carne magra (54,45; 54,35; 55,51; 58,31%). Níveis crescentes de FDN reduziram linearmente os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (76,23; 67,23; 55,83; 55,73%) e da fibra em detergente neutro (56,63; 44,24; 34,17; 39,12%); houve respostas quadráticas para a proteína bruta (72,16; 64,46; 53,52; 62,74 %) e energia bruta (71,95; 61,23; 49,21; 53,81%). A condição corporal necessária para fêmeas reprodutoras não foi prejudicada pelo oferecimento de ração fibrosa durante as fases de pré-puberdade e puberdade.

**Palavras-chave:** Feno, fibra em detergente neutro, marrãs, nutrição animal, reprodução

<sup>1</sup> Projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo– FAPESP.

<sup>2</sup> Docente do Departamento de Zootecnia/ZAZ da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), Pirassununga/SP. E-mail: jacintaf@usp.br; cbgomide@usp.br.

<sup>3</sup> Docente do Departamento de Nutrição e Produção Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo. Bolsista do CNPq. E-mail: rsfukush@usp.br.

<sup>4</sup> Docentes do Departamento de Zootecnia/ZAZ da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (FZEA-USP), Pirassununga, SP.

<sup>5</sup> Docente do Departamento de Engenharia de Alimento/ZEA da FZEA-USP. Bolsista do CNPq. E-mail: pjsobral@usp.br.

<sup>6</sup> Docente do Departamento de Ciências Básicas/ZAB da FZEA-USP. E-mail: cegdlima@usp.br.

<sup>7</sup> Socil Evalis Nutrição Animal Indústria e Comércio Ltda, Descalvado, São Paulo, Brasil. E-mail: somarqputrino@ig.com.br.

\* Autor para correspondência

## Abstract

Female pigs that are intended to be used as sows have to follow a dietary plan that restricts caloric intake. Roughages due to their high content of fiber are low energy sources for swine. This feeding strategy gets around the excessive body fat accumulation. Aiming to study these aspects, prepuberty and puberty gilts were fed isoenergetic and isoproteic rations containing 0; 6.6; 13.2 and 19.8% of neutral detergent fiber (NDF), obtained with the inclusion of coast-cross hay. Twenty crossbred gilts were assigned to a randomized block design experiment which lasted 97 days. Then, the animals were slaughtered. Increment of NDF reduced linearly body weight gain (0.675; 0.607; 0.525; 0.483 g/day); body weight on first physiological heat onset (118.0; 114.0; 102.2; 98.2 kg) and worsened feed conversion (3.6; 4.0; 4.7; 5.3). It was observed a quadratic response on the backfat thickness (3.28; 3.34; 2.82; 1.74 cm). There was no effect over the age of first physiological heat onset (203 days) and hot carcass yield; however, quadratic response for cold carcass yield was obtained (79.79; 80.24; 79.58; 77.40%) and lean meat yield (54.45; 54.35; 55.51; 58.31%). Increasing content of NDF reduced linearly dry matter digestibility (76.23; 67.23; 55.83; 55.73%) and NDF digestibility (56.63; 44.24; 34.17; 39.12%); there were quadratic responses to crude protein (72.16; 64.46; 53.52; 62.74%) and crude energy digestibilities (71.95; 61.23; 49.21; 53.81%). Gilts body condition was not affected by continuous offering of fibrous ration during prepuberty and puberty phases.

**Key words:** Animal nutrition, gilts, hay, neutral detergent fiber, reproduction

### Introdução

A fibra dietética representa uma mistura de polissacarídeos estruturais (celulose, hemicelulose e pectina) e não-estruturais (gomas e mucilagens) (SCHULZE; VAN LEEUWEN; VERSTEGEM, 1994), além da lignina (um polímero do álcool fenilpropano) (FUKUSHIMA; HATFIELD, 2001) que em elevadas concentrações é responsável pela redução da digestibilidade dos componentes da parede celular vegetal (FUKUSHIMA; HATFIELD, 2004).

A fermentação da fração fibra no intestino grosso e a utilização dos ácidos graxos de cadeia curta provenientes desta fermentação pode contribuir positivamente para o suprimento da exigência energética de manutenção dos suínos, de 5 a 30%, dependendo da idade e condição fisiológica dos animais (KASS; VAN SOEST; POND, 1980; VERVAEKE et al., 1989; KNUDSEN; JENSEN; HANSEN, 1993).

O processo digestivo da fibra depende, principalmente, da sua estrutura química, como por exemplo, o grau de lignificação (FUKUSHIMA; HATFIELD, 2004), de como esta fração se associa aos outros compostos (BELL; KEITH, 1989), da concentração da fibra na dieta e do nível alimentar oferecido ao suíno (DIERICK et al., 1989), do estado

fisiológico em que o animal se encontra, da sua idade e de seu peso corporal (BELL; KEITH, 1989), além da taxa de passagem da digesta pelo intestino (KASS; VAN SOEST, POND, 1980).

Diversas pesquisas (VERVAEKE et al., 1989; SCHULZE; VAN LEEUWEN; VERSTEGEM, 1994) foram realizadas objetivando determinar com exatidão o papel da fibra na nutrição de não-ruminantes, principalmente em relação à sua participação no suprimento das exigências nutricionais dos suínos. A maior parte dos resultados concluiu que a fração fibra dietética é responsável, em maior ou menor grau, pela redução da digestibilidade dos nutrientes das rações. As dietas fibrosas podem promover alterações na taxa de absorção dos nutrientes, especialmente da proteína, aminoácidos e minerais, e/ou ainda na excreção de nitrogênio endógeno (KING; TAVERNER, 1975).

A fibra pode ser um componente crítico em rações de animais não-ruminantes de ceco simples como os suínos, pois quando presente em grande quantidade, pode limitar a produtividade animal, especialmente quando fornecida indiscriminadamente a categorias animais não aptas a receber tal componente, como por exemplo, leitões desmamados ou em fase inicial de crescimento, fêmeas em final de gestação, fêmeas em lactação ou animais debilitados.

Entretanto, em algumas situações, o oferecimento de rações contendo fibra dietética é indicado. Por exemplo, objetivando minimizar o estresse advindo da restrição alimentar a que são submetidos os animais destinados à reprodução. Esta estratégia alimentar eleva o volume da dieta ao mesmo tempo que reduz o conteúdo calórico, ideal para o adequado desenvolvimento corporal das fêmeas (marrãs e porcas em etapa inicial e mediana de gestação), objetivando otimização no desempenho reprodutivo. Também tem indicação para os animais destinados ao abate (fases de terminação e pós-terminação), porque o atual mercado consumidor exige animais que apresentem carcaças com teor menor de gordura subcutânea e maior de carne magra.

Este trabalho objetivou avaliar os efeitos da alimentação contínua com níveis crescentes de FDN sobre a digestibilidade, desempenho corporal e reprodutivo e características de carcaça de marrãs.

## Material e Métodos

Foram utilizadas 20 marrãs mestiças das raças Large White e Landrace (5 animais para cada tratamento), com idade média inicial de 110 dias e peso médio de 52,8 kg. Após os 97 dias de experimentação, os animais apresentaram peso final médio de 108,1 kg.

As fêmeas foram mantidas em baias individuais equipadas com bebedouro tipo chupeta e comedouro tipo canaleta, onde receberam água à vontade e ração experimental em quantidade restrita. O período de adaptação foi de cinco dias. Do início do experimento até o surgimento do segundo cio fisiológico, as fêmeas receberam ração controlada duas vezes ao dia, na quantidade total de 2,5 kg/dia. A partir desta data e pelos 19 dias subsequentes, foi imposto às marrãs a prática de “flushing”, com oferecimento de ração três vezes ao dia, em um total de 3,5 kg/dia. Ao término deste período, os animais voltaram a receber ração restrita (2,5 kg/dia), até três dias após a observação do terceiro cio fisiológico (primeiro cio útil), quando então, foram sacrificadas, ao redor de 207 dias de vida.

A partir dos 140 dias de vida, aproximadamente, quando as marrãs entraram na fase de pré-puberdade, elas foram expostas à presença do cachaço através de passeios diários do macho nos solários de acesso a cada baia, até a data em que as fêmeas apresentaram indícios do primeiro cio fisiológico. Esta prática foi novamente repetida cinco dias antes da possível data de ocorrência de novo cio (segundo e terceiro cios fisiológicos).

Durante todo o período experimental as fêmeas receberam rações isonutrientes (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição percentual das rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Ingredientes, %	Tratamentos			
	0% FDN	6,6% FDN	13,2% FDN	19,8% FDN
Milho	79,90	66,50	53,16	39,85
Farelo de soja	17,89	17,95	17,90	17,90
Feno moído	-	10,00	20,00	30,00
Óleo de soja	-	3,33	6,66	9,96
Fosfato bicálcico	1,40	1,38	1,40	1,37
Calcário calcítico	0,02	-	-	-
Suplemento mineral-vitamínico <sup>1</sup>	0,45	0,45	0,45	0,45
L-Lisina	0,05	0,09	0,13	0,17
Sal	0,30	0,30	0,30	0,30
Valores de análise				
Energia Bruta, kcal/kg ração	4.106	4.180	4.168	4.149
Proteína Bruta, %	15,78	15,98	15,52	15,86
Cálcio, %	0,58	0,52	0,51	0,53
Fósforo disponível, %	0,59	0,59	0,62	0,62

<sup>1</sup> Composição por kg de ração: vit.A 6500 UI; vit.D<sub>3</sub> 1500 UI; vit.E 15 UI; niacina 20 mg; ácido pantotênico 15 mg; riboflavina (B<sub>2</sub>) 4 mg; vit.K 2,8 mg; tiamina (B<sub>1</sub>) 1,5 mg; piridoxina (B<sub>6</sub>) 1,5 mg; ácido fólico 0,55 mg; biotina 0,12 mg; vit. B<sub>12</sub> 18 mcg; choline 0,52 g; Co 0,10 mg; Se 0,30 mg; I 0,42 mg; Cu 7,5 mg; Mn 7,5 mg; P 45 mg; Zn 65 mg.

Para a avaliação do desempenho animal, os dados de peso individual foram coletados mensalmente. Os dados de consumo de ração foram obtidos por animal e diariamente, durante todo o período experimental, não sendo observadas sobras de ração, mesmo porque a ração foi oferecida restritamente. A conversão alimentar foi calculada a partir dos dados de ingestão alimentar e ganho de peso individual no período considerado.

A determinação dos coeficientes aparentes de digestibilidade dos componentes dietéticos foi efetuada utilizando amostras alimentares e fecais, ao final do período experimental. Foi empregado o método da colheita parcial de fezes, de acordo com metodologia proposta por Moreira (1993), com o marcador óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) adicionado às rações experimentais na concentração de 0,5%.

O período do ensaio de digestibilidade compreendeu um total de nove dias, sendo quatro dias para adaptação e manutenção do fluxo do indicador no trato digestivo, e cinco dias para a colheita de fezes. Foram colhidas cerca de 200 g de fezes diretamente do reto dos animais, após cada refeição, que eram posteriormente congeladas. No final do período de colheita, as amostras fecais de cada fêmea foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma alíquota equivalente a cerca de 600 g. Estas alíquotas foram secas em bandejas de alumínio, em estufa de circulação forçada de ar, a  $65^\circ\text{C}$  durante 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley, em peneira crivada de um milímetro de diâmetro e submetidas às análises bromatológicas.

Foram amostradas rações experimentais no início e no final do período experimental, as quais foram preparadas para análise laboratorial de maneira similar ao das fezes. As determinações de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e cálcio foram realizadas de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1990). Para a análise de fósforo, foi empregado o método de Fiske e Subarrow (1925). As análises de FDN foram realizadas segundo metodologia proposta por Van Soest, Robertson e Lewis (1991).

O óxido crômico das fezes foi determinado através do método de espectrofotometria de absorção atômica (modelo Perkin-Elmer). As análises de energia bruta das amostras de fezes e ração foram realizadas através do uso de bomba calorimétrica automática modelo “Parr”.

Para a avaliação das características de carcaça dos suínos, os animais foram submetidos a jejum alimentar de 12 horas, pesados e abatidos. As carcaças foram divididas imediatamente após a evisceração. As meias-carcaças direitas foram pesadas para cálculo do rendimento de carcaça quente. Posteriormente, foram acondicionadas em câmara fria (temperatura de  $3^\circ\text{C}$ ), durante 24 horas e então foram novamente pesadas para cálculo dos valores de rendimento de carcaça fria. Foram coletados ainda, dados referentes à espessura de toucinho, mensurado entre as 10<sup>a</sup>-11<sup>a</sup> vértebras torácicas, com régua graduada em milímetros.

Para determinação do rendimento de carne magra, as meias-carcaças direitas foram desossadas e os cortes cárneos (cabeça, pé direito, rabo, unto, pernil com osso, carré, paleta sem osso e copa sem osso) pesados individualmente.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições por tratamento. Cada unidade experimental foi representada por uma baía contendo um animal. Os blocos foram determinados com base na idade e no peso vivo das fêmeas no início do período experimental.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (SAS, 1985), sendo os graus de liberdade dos tratamentos decompostos em componentes individuais de regressão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) (STEEL; TORRIE, 1980).

## Resultados e Discussão

### *Digestibilidade dos Componentes Dietéticos*

O intestino grosso (ceco e colo) é o órgão regulador da taxa de passagem do digesta alimentar

através do trato gastrointestinal. Assim, Kass, Van Soest e Pond (1980) e Ravidran, Kornegay e Weeb Júnior (1984) sugeriram que rações contendo ingredientes fibrosos favorecem a taxa de passagem do digesta mais acelerada pelo trato gastrointestinal, devido a estímulos mecânicos de distensão causados pela presença de resíduos volumosos principalmente no colo. Assim, a redução na digestibilidade dos componentes dietéticos estaria associada ao decréscimo do tempo de digestão enzimática e microbiana no intestino delgado e grosso, respectivamente.

A adição de FDN na ração basal de marrãs púberes promoveu redução linear na digestibilidade da matéria seca (Tabelas 2 e 3), sendo que para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal, houve um decréscimo de 1,1% na digestibilidade deste componente. As marrãs apresentam um outro obstáculo, que é o menor tamanho do trato gastrointestinal em relação às porcas adultas. O maior volume intestinal das porcas, particularmente do intestino grosso, induz ao menor trânsito digestivo e maior tempo de permanência da digesta no órgão, resultando em maiores valores de digestibilidade (ETIENNE, 1987).

Outros autores (EHLE et al., 1982; KASS; VAN SOEST; POND, 1980) também encontraram redução da digestibilidade da matéria seca, empregando outras fontes e níveis de fibra dietética. Segundo Moore et al. (1988), a redução da

digestibilidade ocorreria devido à característica volumosa das rações fibrosas, que independeria da fonte de fibra dietética.

A digestibilidade da proteína bruta apresentou resposta quadrática na presença de rações contendo incremento de FDN (Tabela 3). Para este nutriente, o menor valor de digestibilidade estimado foi de 57%, observado com adição de 13% de FDN na ração basal. Subseqüente incremento de FDN elevou a digestibilidade da proteína bruta.

O decréscimo da digestibilidade da proteína nas rações de suínos contendo incremento de FDN (Tabela 2), poderia ser atribuído ao aumento da atividade microbiana, principalmente no ceco, que seria responsável por elevada taxa de excreção fecal de proteína microbiana (MORGAN; WHITTEMORE, 1988). Além disto, como afirmaram Dierick et al. (1989), dietas fibrosas por causa de sua ação abrasiva sobre o epitélio intestinal, poderiam elevar o teor de nitrogênio endógeno no conteúdo fecal.

Lun, Smulders e Adeola (1988) também observaram resposta quadrática na digestibilidade da proteína quando suínos adultos foram alimentados com rações contendo 50% de triticales em substituição ao milho. Decréscimo na digestibilidade da proteína bruta em dietas contendo alto teor de fibra dietética (80% de farinha de alfafa) foi detectado em suínos adultos (POND; YEN; VAREL, 1986; VAREL; JUNG; POND, 1989).

**Tabela 2.** Coeficientes de digestibilidade das rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Coeficientes, %	Incremento de FDN (%)				Média	Análise estatística		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> , %	P > F
Matéria seca	76,23 <sup>a</sup>	67,23 <sup>ab</sup>	55,83 <sup>b</sup>	55,73 <sup>b</sup>	63,76	3,30	11,57	<0,01
Proteína bruta	72,16 <sup>a</sup>	64,46 <sup>ab</sup>	53,52 <sup>b</sup>	62,74 <sup>ab</sup>	63,22	3,51	12,42	0,02
Energia Bruta	71,95 <sup>a</sup>	61,23 <sup>ab</sup>	49,21 <sup>b</sup>	53,81 <sup>b</sup>	59,05	3,81	14,44	<0,01
Fibra em detergente neutro	56,63 <sup>a</sup>	44,24 <sup>ab</sup>	34,17 <sup>b</sup>	39,12 <sup>ab</sup>	43,54	5,08	26,11	0,046
Extrato etéreo	49,06	49,19	55,50	42,8	49,14	6,54	29,99	0,62

<sup>1</sup>Erro padrão das médias. <sup>2</sup> Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,01).

Contrariamente, Bell e Keith (1989) observaram elevação na digestibilidade da fração protéica de rações fibrosas. De acordo com estes pesquisadores, a digestibilidade da proteína bruta elevou-se em 0,3% para cada quilograma de peso corporal adquirido, sugerindo uma relação positiva entre a idade do suíno e a digestibilidade deste nutriente.

A digestibilidade da energia bruta apresentou decréscimo quadrático em rações contendo fonte de fibra dietética (Tabela 3). Entretanto, ao se considerar o estágio de desenvolvimento corporal, a energia digestível aumentou em 0,21 unidades percentuais para cada quilo de peso corporal adquirido, indicando que a viabilidade do oferecimento de ingredientes fibrosos a suínos (BELL; KEITH, 1989).

**Tabela 3.** Equações de regressão dos parâmetros influenciados pela inclusão de fibra em detergente neutro.

Parâmetro	Equação de regressão	R <sup>2</sup>
<b>Digestibilidade</b>		
Matéria seca	$-7,29X + 81,98$	0,901
Proteína bruta	$4,23X^2 - 25,07X + 94,17$	0,844
Energia bruta	$3,83X^2 - 25,794X + 94,81$	0,946
Fibra em detergente neutro	$-6,26X + 59,19$	0,702
<b>Desempenho e características de carcaça</b>		
Conversão alimentar	$0,523X + 3,055$	0,997
Peso corporal ao 1º cio útil	$-7,12X + 125,9$	0,954
Espessura de toucinho no 1º cio útil	$-0,285X^2 + 0,911X + 2,655$	1,000
Rendimento carcaça fria	$-0,655X^2 + 2,495X + 77,93$	0,998
Rendimento carne magra	$0,7235X^2 - 2,3441X + 56,091$	0,999

R<sup>2</sup>: Coeficiente de determinação.

Rodriguez, Boucourt e Riveri (1990), utilizando o mesmo nível e fonte de fibra dietética (13% de feno de “coast cross”), constataram redução de 9,2% na digestibilidade da energia bruta desta ração. Segundo Etienne (1987), o decréscimo da energia digestível de rações fibrosas ocorre devido ao aumento da produção de metano pela atividade microbiana no intestino, e possivelmente pela maior excreção de energia urinária. O decréscimo da digestibilidade aparente da energia à medida que aumenta os níveis de fibra na dieta é influenciado pela origem da fonte fibrosa utilizada (CHABEAUTI; NOBLET; CARRÉ, 1991).

Em relação à digestibilidade da fração FDN, foi detectado decréscimo linear com o aumento da fibra na dieta (Tabela 3), concordando com os resultados obtidos por Kass, Van Soest e Pond (1980) e Ehle et al. (1982). Para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal, houve redução de 0,95%

na digestibilidade desta fração. O valor médio da digestibilidade da fração FDN das rações foi de 43,54% (Tabela 2), enquanto que Nuzback, Pollmann e Behnke (1984), em experimento utilizando porcas adultas, encontraram valor superior (50%) com o oferecimento de ração contendo maior teor de FDN (40% de FDN obtido com 50% de farinha de alfafa), sugerindo que animais adultos apresentam maior capacidade de processamento e digestibilidade de componentes da parede celular vegetal.

Resultados apresentados por Schulze, Van Leeuwen e Verstegen (1994), demonstraram que cerca de 20% do FDN ingerido sofreu digestão anteriormente ao término do íleo. Como os suínos não apresentam enzimas endógenas capazes de hidrolizar os constituintes da fração FDN, a digestão da mesma seria resultado exclusivamente da fermentação bacteriana. Uma alternativa para melhorar a digestibilidade de rações fibrosas para

suínos, seria o acréscimo de complexos enzimáticos (enzimas exógenas) à dieta, que atuariam de forma a aumentar a disponibilidade dos nutrientes presentes neste material.

A digestibilidade do extrato etéreo não foi influenciada pela fibra (Tabela 2). Pond, Yen e Varel (1986) também não observaram alteração na digestibilidade do extrato etéreo de rações contendo 40% de farinha de alfafa ou 20% de sabugo de milho. Entretanto, quando foi utilizado 96% de farinha de alfafa na ração de marrãs gestantes, foi observado redução de 37,6% na digestibilidade desta fração. Em contrapartida, Fevrier, Bourdon e Aumaitre (1993) observaram redução na digestibilidade do

extrato etéreo, embora estes autores tenham utilizado diferentes níveis e fonte de fibra dietética (20 ou 52 % de farelo de trigo).

#### *Desempenho animal e características de carcaça*

O consumo de ração não diferiu entre os tratamentos (Tabela 4), provavelmente porque as rações foram formuladas para conterem o mesmo teor de energia digestível e foram oferecidas em quantidades restritas. O mesmo resultado foi obtido por Pekas, Yen e Pond (1983) e Hale e Utley (1985), utilizando rações contendo farinha de alfafa e casca de soja, como fontes de fibra dietética.

**Tabela 4.** Desempenho de marrãs alimentadas com dietas contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Parâmetro	Incremento de FDN (%)				Média	Análise estatística		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> ,%	P>F
Peso corporal inicial (kg)	52,8	53,4	52,2	53,0	52,9	0,53	2,25	0,52
Peso corporal ao 1º cio útil (kg)	118,0 <sup>a</sup>	114,0 <sup>ab</sup>	102,2 <sup>ab</sup>	98,2 <sup>b</sup>	108,1	4,03	8,34	0,01
Idade no 1º cio útil (d)	202,6	210,2	197,8	200,2	202,7	3,36	3,70	0,21
Consumo de ração (kg/dia)	2,43	2,41	2,41	2,37	2,41	0,03	2,29	0,27
Ganho de peso (kg/dia)	0,675 <sup>a</sup>	0,607 <sup>ab</sup>	0,525 <sup>ab</sup>	0,483 <sup>b</sup>	0,569	0,04	16,03	0,03
Conversão alimentar	3,61 <sup>a</sup>	4,05 <sup>ab</sup>	4,63 <sup>ab</sup>	5,16 <sup>b</sup>	4,36	0,34	17,32	0,03
Espessura de toucinho ao 1º cio útil (cm)	3,28 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	2,82 <sup>ab</sup>	1,74 <sup>b</sup>	2,80	0,26	20,78	<0,01

<sup>1</sup>Erro padrão das médias; <sup>2</sup>: Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, são diferentes pelo teste de Tukey (P<0,01).

Em contrapartida, Frank, Aherne e Jensen (1983) e Hale, Newton e Haydon, (1986) observaram aumento no consumo alimentar de rações fibrosas, possivelmente porque estas rações apresentaram menor densidade energética, sugerindo então que os suínos elevaram o consumo visando suprir a exigência energética. Outros autores observaram redução linear do consumo diário de ração (POND et al., 1981; POND; YEN; VAREL, 1986; LUN; SMULDERS; ADEOLA, 1988), o que poderia ser justificado pela ativação do centro de saciedade do animal, em decorrência da maior distensão da parede

estomacal promovida pela característica volumosa das dietas fibrosas.

A conversão alimentar apresentou piora linear com o incremento de FDN na ração basal (Tabelas 3 e 4). O mesmo resultado foi encontrado por Frank, Aherne e Jensen (1983), Hale e Utley (1985) e Hale, Newton e Haydon (1986). Entretanto, Kass, Van Soest e Pond (1980) não registraram alterações neste parâmetro com rações contendo 31 e 43% de FDN (40 e 60% de farinha de alfafa, respectivamente).

O uso de fibra na ração de marrãs pode evitar ganhos excessivos de peso e de gordura corporal,

que poderiam causar prejuízos sobre o sistema reprodutivo das mesmas. O incremento de FDN promoveu decréscimo linear do peso corporal ao primeiro cio útil (Tabelas 3 e 4). Para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal de marrãs em crescimento, observou-se perda de 1 kg de peso corporal por ocasião do primeiro cio útil (terceiro cio fisiológico). Roppa (1991) sugeriu que as marrãs devem apresentar ao primeiro cio útil, peso corporal de 110 kg. Pelos resultados obtidos, pode-se observar que o peso mínimo ideal não foi alcançado nos dois maiores incrementos de FDN (Tabela 4); sugerindo-se que o emprego de fibra deve ser criterioso.

Quanto à idade da ocorrência do primeiro cio útil, o incremento de FDN na ração não promoveu efeito significativo que foi, na média, 203 dias, valor dentro do observado para fêmeas alimentadas com rações convencionais sem incremento de ingredientes fibrosos. Portanto, para atender os valores reprodutivos ideais de fêmeas puras ou cruzadas, o incremento de FDN na ração poderá estar ao redor de 8,14%, correspondendo à inclusão de 12% de feno de “coast cross”.

De acordo com Sesti e Passos Júnior (1994), o efeito da nutrição sobre a idade à puberdade é mensurado pelos efeitos sobre a taxa de crescimento e composição corporal das marrãs em crescimento. O surgimento da puberdade apresenta valores bastante variáveis, estando em média de 200 a 210 dias. Segundo Hughes e Varley (1984), o surgimento da puberdade nas marrãs está mais relacionada à idade do que ao peso corporal. Entretanto, Kirkwood e Aherne (1985) afirmaram que a idade, o peso e a composição corporal avaliados individualmente não são confiáveis para traçar o perfil do desenvolvimento reprodutivo das marrãs. Assim, a associação do peso corporal com a composição corporal deve ser utilizada, pois segundo Sesti e Passos Júnior (1994), o surgimento da puberdade em suínos tradicionais depende do alcance de, no mínimo, 110 kg de peso e 2 cm de espessura de toucinho.

Os valores de características de carcaça são apresentados na Tabela 5, onde é observado que o rendimento de carcaça fria sofreu influência ( $P < 0,05$ ) da adição de fibra dietética na ração, sendo que sua equação (Tabela 3) permitiu determinar o nível de 6% de inclusão como o mais adequado para a máxima resposta desta característica, a qual foi estimada em 80,8%.

**Tabela 5** - Parâmetros de carcaça de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Parâmetros	Incremento de FDN (%)				Média	Análise estatística		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM <sup>1</sup>	CV <sup>2</sup> ,%	P > F
Rendimento de carcaça quente (%)	81,1	81,3	80,8	79,0	80,5	0,63	1,75	0,09
Rendimento de carcaça fria (%)	79,8 <sup>ab</sup>	80,2 <sup>a</sup>	79,6 <sup>ab</sup>	77,4 <sup>b</sup>	79,3	0,58	1,65	0,02
Rendimento de carne magra (%)	54,5 <sup>b</sup>	54,4 <sup>b</sup>	55,5 <sup>ab</sup>	58,3 <sup>a</sup>	55,7	0,68	2,71	<0,01
Espessura de toucinho (cm)	3,28 <sup>a</sup>	3,34 <sup>a</sup>	2,82 <sup>ab</sup>	1,74 <sup>b</sup>	2,80	0,26	20,78	0,047

<sup>1</sup>Erro padrão das médias. <sup>2</sup> Coeficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, são diferentes pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ ).



O incremento de FDN na ração propiciou resposta quadrática no rendimento de carne magra (Tabela 3). O menor rendimento de carne magra, estimado em 54,2%, foi observado com o incremento de 4% de FDN. A partir deste valor, o rendimento aumentou em função do incremento de FDN na ração de suínas púberes.

Pekas, Yen e Pond (1983) e Pond et al., (1981) observaram redução significativa nos rendimentos de carcaça quente e fria, e da espessura de toucinho em suínos alimentados com ração contendo 50 e 80 % de farinha de alfafa, respectivamente. Em contrapartida, Hale e Utley (1985), ao utilizarem 20% de casca de soja na alimentação de suínos em crescimento, não observaram efeito desta fonte fibrosa sobre o rendimento de carcaça fria.

A espessura de toucinho apresentou decréscimo quadrático com o incremento de FDN na ração, sendo que para cada valor percentual de aumento na fibra, ocorreu decréscimo de 0,1 cm na espessura de toucinho (Tabela 3). Tal resposta ocorreu provavelmente em consequência do menor aporte energético das rações fibrosas, levando a uma redução do peso corporal. Segundo Roppa (1991), marrãs puras ou cruzadas, que apresentarem espessura de toucinho abaixo de 2,0-1,8 cm, poderão apresentar problemas nutricionais, e conseqüentemente de reprodução, uma vez que o ovário necessita de adequados níveis de colesterol para a síntese dos hormônios esteróides. Além disso, é necessário um mínimo de reserva energética para compensar as perdas que ocorrerão durante o período de lactação. Assim, é importante que as marrãs ao primeiro cio útil, apresentem uma reserva de gordura corporal dentro dos valores preconizados. Somente a ração com o nível mais elevado de feno (19,8% de FDN) não propiciou espessura de toucinho mínima desejável.

A redução na espessura de toucinho suínos alimentados com rações contendo fibra dietética foi observada por diversos autores: Pekas, Yen e Pond (1983) fornecendo 50% de farinha de alfafa

desidratada; Hale e Utley (1985) utilizando 10% casca de amendoim e Hale, Newton e Haydon (1986) que incluíram 20% de casca de soja na dieta basal dos animais. Entretanto, alguns trabalhos não observaram efeito da ração fibrosa sobre esta característica de carcaça: Pond et al. (1981) com dietas contendo 20% de farinha de alfafa e Pond, Yen e Varel (1986) com 80% de farinha de alfafa.

Outro aspecto a se considerar é o da cadeia da carne. A redução da espessura de toucinho e da gordura corporal melhora a qualidade de carcaça, apesar de estar associada ao menor ganho de peso corporal de suínos alimentados com dietas fibrosas (DIERICK et al., 1989). A adição de fibra dietética na alimentação de suínos destinados ao abate (nas fases de terminação e pós-terminação) objetiva adequar o ganho de peso com o rendimento em carne magra, podendo assim assegurar melhoria no teor de gordura subcutânea, aspecto de suma importância para o mercado consumidor atual que apresenta crescente demanda por carne suína com baixo teor de gordura. Este movimento mercadológico resultou na implantação de um sistema de tipificação de carcaças onde o produtor é pago pela quantidade e pela qualidade das carcaças, avaliadas pelos teores de carne magra, espessura de toucinho e área de olho de lombo.

## Conclusão

O estudo do incremento de fibra em detergente neutro na ração de suínos sugere que a utilização de fibra dietética deve ser criteriosamente empregada para determinadas categorias animais, uma vez que este componente é responsável pela redução na digestibilidade dos nutrientes.

A inclusão de FDN na ração de suínos permitiu melhor controle dos padrões de carcaça, adequando o ganho de peso corporal ao rendimento em carne magra.

## Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

BELL, J. M.; KEITH, M. O. Factors affecting the digestibility by pigs of energy and protein in wheat, barley and sorghum diets supplemented with canola meal. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.24, n.3-4, p.253-265, 1989.

CHABEAUTI, E.; NOBLET, J.; CARRÉ, B. Digestion of plant cell walls from four different sources in growing pigs. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.32, n.1-3, p.207-213, 1991.

DIERICK, N. A.; VERVAEKE, I. J.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.23, n.1-3, p.141-167, 1989.

EHLE, F. R.; JERACI, J. L.; ROBERTSON, J. B.; VAN SOEST, P. J. The influence of dietary fiber on digestibility, rate of passage and gastrointestinal fermentation in pigs. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.55, n.5, p.1071-81, 1982.

ETIENNE, M. Utilization of high fibre and cereal by sow, a review. *Livestock Production Science*, Amsterdam, v.16, n.3, p.229-241, 1987.

FEVRIER, C.; BOURDON, D.; AUMAITRE, A. Effects of level of dietary fibre from wheat bran on digestibility of nutrients, digestive enzymes and performance in the European Large White and Chinese Mei Sang pig. *Pig News and Information*, London, v.14, p.76, 1993.

FISKE, C. H.; SUBARROW, I. The calorimetric determination of phosphorus. *Journal of Biological Chemistry*, Bethesda, v.66, p.375-400, 1925.

FRANK, G. R.; AHERNE, F. X.; JENSEN, A. H. A study of the relationship between performance and dietary component digestibilities by swine fed different levels of dietary fiber. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.57, n.3, p.645-654, 1983.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Comparison of the acetyl bromide spectrophotometric method with other analytical lignin methods for determining lignin concentration in forage samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v.52, p.3713-3720, 2004.

FUKUSHIMA, R. S.; HATFIELD, R. D. Extraction and isolation of lignin and its utilization as a standard to determine lignin concentration through a spectrophotometric method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v.49, n.7, p.3133-3139, 2001.

HALE, O. M.; NEWTON, G. L.; HAYDON, K. D. Effect of diet and exercise on performance, carcass traits and plasma components of growing, finishing barrows. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.62, n.3, p.665-671, 1986.

HALE, O. M.; UTLEY, P. R. Effect of different dietary levels of crude fiber on performance and carcass traits of swine. *Nutritional Reports International*, Los Altos, v.32, n.4, p.967-971, 1985.

HUGHES, P. E.; VARLEY, M. A. *Reproduccion del cerdo*. Zaragoza: Acribia, 1984.

KASS, M. L.; VAN SOEST, P. J.; POND, W. G. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. I. Apparent digestibility of diet components in specific segments of the gastrointestinal tract. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.50, n.1, p.175-191, 1980.

KING, R. H.; TAVERNER, M. R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. *Animal Production*, Edimburgh, v.21, p.275-284, Dec. 1975.

KIRKWOOD, R. N.; AHERNE, F. X. Energy intake, body composition and reproductive performance of the gilts. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.60, n.6, p.1518-1529, 1985.

KNUDSEN, K. E. B.; JENSEN, B. B. B.; HANSEN, I. Oat bran but not a b-glucan-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pigs. *Journal of Nutrition*, Philadelphia, v.123, n.7, p.1235-1247, 1993.

LUN, A. K.; SMULDERS, A. H. M.; ADEOLA, O. Digestibility and acceptability of OAC wintri triticale by growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, v.68, p.503-510, 1988.

MOORE, R. J.; KORNEGAY, E. T.; GRAYSON, R. L.; LINDEMANN, M. D. Growth, nutrient utilization and intestinal morphology of pigs fed high-fiber diets. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.66, n.6, p.1570-1579, 1988.

MOREIRA, I. *Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões*. 1993. Tese (Tese em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MORGAN, C. A.; WHITTEMORE, C. T. Dietary fibre and nitrogen excretion and retention by pigs. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.19, p.185-189, 1988.

NUZBACK, L. J.; POLLMANN, D. S.; BEHNKE, K. C. Effect of particle size and physical form of sun-cured alfalfa on digestibility for gravid swine. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.58, n.2, p.378-385, 1984.

PEKAS, J. C.; YEN, J. T.; POND, W. G. Gastrointestinal carcass and performance traits of obese versus lean genotype swine: effect of dietary fiber. *Nutritional Reports International*, Los Altos, v.27, n.2, p.259-270, 1983.

- POND, G. W.; YEN, J. T. T.; VAREL, V. H. Effect of alfalfa meal on growth, reproduction, and nutrient digestibility in swine. *Swine Research Progress Report*, Peoria, v.2, p.52-53, 1986.
- POND, W. G.; YEN, J. T.; LINDVALL, R. N.; HILL, D. Dietary alfalfa meal for genetically obese and lean growing pigs, effect on body weight gain and gastrointestinal tract measurement and blood metabolites. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.51, n.2, p.367-373, 1981.
- RAVIDRAN, V.; KORNEGAY, E. T.; WEBB JÚNIOR, K. E. Effects of fiber and virginiamycin on nutrient absorption, nutrient retention and rate of passage in growing swine. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.59, p.400-408, 1984.
- RODRIGUEZ, N.; BOUCOURT, R.; RIVERI, S. Digestive indicators in pigs consuming high final molasses levels with the addition of fiber. *Pig News and Information*, London, v.11, p.436, 1990.
- ROPPA, L. A nutrição e a alimentação das fêmeas reprodutivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9., 1991, Belo Horizonte. *Anais...* Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Reprodução Animal, 1991. p.217-247.
- SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M. W. A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. *Journal of Animal Science*, Savoy, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.
- SESTI, L. A. C.; PASSOS JÚNIOR., H. Nutrição e reprodução da fêmea suína moderna. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, n., 1994, Campinas. *Anais...* Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.107-130.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. *Principles and procedures of statistic*. New York: MacGraw-Hill, 1980.
- VANSOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VAREL, V. H.; JUNG, H. G.; POND, W. G. Activity of fiber degrading microorganisms in lean, obese and contemporary swine genotypes. *Swine Research Progress Report*, Peoria, v.3, p.64-65, 1989.
- VERVAEKE, I. J.; DIERICK, N. A.; DEMEYER, D. I.; DECUYPERE, J. A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. II. An experimental approach to hindgut digestion. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v.23, n.1-3, p.169-194, 1989.

