

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
FMVZ / UNESP**

**EFEITOS DO INCREMENTO DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO,
SOBRE PARÂMETROS DE DESEMPENHO, DE DIGESTIBILIDADE DOS
COMPONENTES DIETÉTICOS E DA MORFOLOGIA
INTESTINAL DE MARRÃS**

JACINTA DIVA FERRUGEM GOMES

**Tese apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade Estadual Paulista,
Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia, área de Nutrição e
Produção Animal.**

**Botucatu - SP
1996**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
FMVZ / UNESP**

**EFEITOS DO INCREMENTO DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO,
SOBRE PARÂMETROS DE DESEMPENHO, DE DIGESTIBILIDADE DOS
COMPONENTES DIETÉTICOS E DA MORFOLOGIA
INTESTINAL DE MARRÃS**

JACINTA DIVA FERRUGEM GOMES
Orientador: *Prof.Dr. ALEKSANDRS SPERS*

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia da
Universidade Estadual Paulista,
Campus de Botucatu, para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia, área de Nutrição e
Produção Animal.

**Botucatu - SP
1996**

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

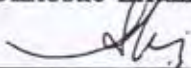
CURSO: Pós-Graduação em Zootecnia
ÁREA: Nutrição e Produção Animal
NÍVEL: Doutorado

TÍTULO: "Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro, sobre parâmetros de desempenho, de digestibilidade dos componentes dietéticos e da morfologia intestinal de marrãs suínas".

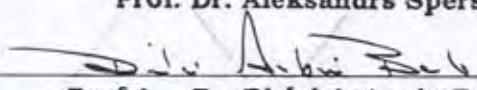
AUTOR: Jacinta Diva Ferrugem Gomes

ORIENTADOR: Professor Doutor Aleksandrs Spers

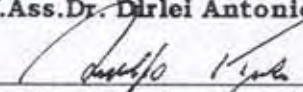
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de *Doutor em ZOOTECLIA* (Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal), "com distinção e louvor" pela Comissão Examinadora:



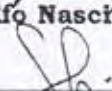
Prof. Dr. Aleksandrs Spers



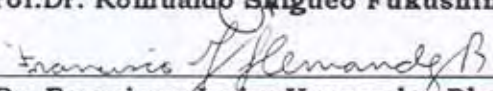
Prof. Ass. Dr. Dirlei Antonio Berto



Prof. Dr. Rodolfo Nascimento Kronka

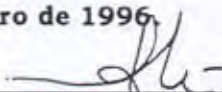


Prof. Dr. Romualdo Shigueo Fukushima



Prof. Dr. Francisco Javier Hernandez Blazquez

Data da realização: 08 de fevereiro de 1996



Professor Doutor Aleksandrs Spers
Presidente da Comissão Examinadora

"**L**uz para cada um que traz o amor no peito
Luz para cada manifesto, um gesto, um jeito
Luz para quem não se acomoda
E busca sempre mais
Luz para aquele que procura e jura paz

Luz para cada um que revigora vida e o amor
Luz para cada ser humano em qualquer plano seja onde for
Luz para cada rebeldia
A luz do dia um dia vem
Luz para cada ponto escuro do futuro
Muito além de nós

Luz para cada coisa, bicho, planta ou ser
Luz para cada vida, que se esforça para sobreviver
Luz que une, impune, a terra o céu e o mar
Luz para todos nós tão sós tentando amar

Luz para cada insegurança
Onde a esperança nos abraça
Luz envolva esta criança
Nos teus braços me refaça

Luz no temporal dos ventos
Luz pra esse final dos tempos

LUZ PARA TODA CAMINHADA
E CADA UMA TEM SEU PREÇO

Luz é o que te peço agora AMIGO
Te agradeço."

À saudosa amiga ***Schirleide Arena***,
quem muito me ensinou sobre a vida ...

Ao meu pai Francisco, meu amor eterno e
meu agradecimento, por ter me atendido em
todos os momentos em que pedi por ajuda

À minha amada mãe Edy, modelo de vida,
por estar sempre ao meu lado me incentivando, e
cuidando para que eu nunca desistisse das lutas da vida

Aos queridos e admirados irmãos Jussara, Jacira e Quico,
que a cada reencontro me trazem de volta o sonho do doce
sabor e segurança de uma infância feliz e segura

Aos queridos e admirados cunhados Tarciso e Bia
irmãos que teria satisfação e orgulho de ter tido

Aos queridos sobrinhos:

Fernanda,
meu perdão pela grande ausência e pelas promessas
que fiz, durante todo este tempo, e que não pude cumprir

Olívia e Rodrigo,
pela vida, alegria e acalento contido em seus olhares

Lucas, Carolina e Gabriela
pela companhia e recompensante alegria de final de tarde

com amor **D**edico

Alexandre:

Gostaria de lhe oferecer o céu, o mar;
o mundo,
e tudo de mais belo e precioso que nele existe.
Como não posso, te ofereço um pedaço valioso
do que nestes últimos tempos tem sido o meu mundo.

Com amor e respeito por tudo
de sólido que você é, e representa

Ofereço

Ao White,

Meu cão de guarda e companheiro,
Que com o silêncio e a docilidade dos
Animais, soube me confortar e dar forças

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Aleksandrs Spers, meu orientador, pela confiança, apoio e oportunidade oferecida.
- Ao Prof. Dr. Romualdo Shigueo Fukushima, pela coorientação e inestimável apoio dispensado, nesta árdua, mas magnífica jornada.
- Ao Prof. Dr. José Roberto Velloso Nunes, pela orientação inicial deste trabalho.
- Ao Prof. Dr. Marcus Antonio Zanetti, pela ajuda e esclarecimentos.
- Ao Prof. Dr. Francisco Javier Hernandez Blasquez, pela realização e auxílio na interpretação das análises histológicas.
- Ao Prof. Dr. Paulo José do Amaral Sobral, pelo auxílio na coleta de dados e análises referentes às características de carcaça.
- Aos queridos amigos Catarina Abdalla Gomide e Irani Gomide, pelo incansável apoio e incentivo, além das valiosas sugestões técnicas.
- À amiga Neli Mariza Azevedo Silva, pelo cuidado e ajuda na elaboração final dos resultados.
- Ao amigo Cesar Gonçalves de Lima, pela realização das análises estatísticas.
- Ao amigo Valdo Rodrigues Herling, pela disponibilidade na confecção dos gráficos.
- Ao estagiário Alexandre Orio Bastos, pelo auxílio durante a parte experimental do trabalho.
- Aos funcionários Mauro Aparecido Cerutti e Agnaldo Aparecido Bueno da Silva, do Setor de Suinocultura, e Benedito Luis Belloni, da Seção do Abatedouro, da Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga da Universidade de São Paulo, PCAPS/USP.

- Aos funcionários Roseli Sengling Lacerda e Wagner Veneroso Cellim, do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, FZEA/USP-Pirassununga; Simi Luisa D. A. Robassini, do Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, FMVZ/USP-Pirassununga e à Profa. Dra. Jane Maria Bertocco, do Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP-Jaboticabal, pela ajuda e realização das análises bromatológicas.
- Ao funcionário Nilton Pedro dos Santos, pela colaboração na coleta de material destinado à análise histológica.
- Ao Departamento de Química Analítica do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, CENA/USP-Piracicaba, pela realização das análises de óxido crômico.
- A Socil Pró-Pecuária S.A., pela doação da lisina e suplementos mineral-vitamínico.
- A todos os amigos que acreditaram e contribuíram para a concretização deste trabalho de pesquisa.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	x
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE FOTOGRAFIAS	xii
LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE	xiii
RESUMO	xiv
SUMMARY	xvii
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1- Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de suínas	04
2.1.1- Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de marrãs	06
2.1.2- Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de porcas em gestação	08
2.1.3- Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de porcas em lactação	12
2.2- Digestibilidade dos componentes dietéticos em suínos	14
2.3- Fibra dietética e seus efeitos sobre o desempenho, características de carcaça e morfofisiologia do trato gastrointestinal, e histologia da mucosa intestinal de suínos	24
2.3.1- Características do componente fibra dietética.....	24
2.3.2- Efeitos da fibra dietética sobre o desempenho e características de carcaça de suínos.....	26

2.3.3- Efeitos da fibra dietética sobre as características morfofisiológicas do trato gastrointestinal de suínos.....	31
2.3.4- Efeitos da fibra dietética sobre as características histológicas da mucosa intestinal de suínos.....	32
3. MATERIAL E MÉTODOS	35
3.1- Considerações gerais	35
3.2- Avaliação do desempenho animal	39
3.3- Ensaio de digestibilidade dos componentes dietéticos	39
3.4- Morfologia dos órgãos digestivos e dos não digestivos.....	41
3.5- Histologia do epitélio do intestino grosso.....	41
3.6- Características de carcaça	42
3.7- Delineamento experimental	43
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1- Características de desempenho	44
4.1.1- Ganho diário de peso	45
4.1.2- Peso corporal por ocasião do 1º cio útil	48
4.1.3- Idade de ocorrência do 1º cio útil	50
4.1.4- Consumo diário de ração	51
4.1.5- Conversão alimentar	52
4.2- Digestibilidade dos componentes dietéticos	54
4.2.1- Matéria seca	55
4.2.2- Proteína bruta	58
4.2.3- Energia bruta.....	60
4.2.4- Fibra em detergente neutro	63
4.2.5- Extrato etéreo	64
4.3- Morfologia dos órgãos digestivos e dos não digestivos	65
4.4- Histologia do epitélio do intestino grosso	72
4.5- Características de carcaça	80
5. CONCLUSÕES	86
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
7. APÊNDICE	102

LISTA DE TABELAS

1- Composição percentual das rações experimentais	38
2- Valores médios das características de desempenho de marrãs alimentadas com rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN)	45
3- Valores médios dos coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes dietéticos das rações, experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN)	54
4- Valores médios dos pesos (kg) dos órgãos digestivos e dos não-digestivos de marrãs alimentadas com rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).....	66
5- Valores médios dos pesos dos órgãos digestivos e dos não-digestivos, em percentual do peso vivo, de marrãs alimentadas com rações experimentais contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN).....	67
6- Valores médios do percentual da área ocupada por células caliciformes produtoras de muco, observado no epitélio do intestino grosso (ceco e colo), de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN)	72
7- Valores médios dos rendimentos de carcaça quente (RCQ), de carcaça fria (RCF), de carne magra (RCM) e de espessura de toucinho (ET) de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN).....	81

LISTA DE FIGURAS

1- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o ganho diário de peso (GDP) em marrãs	46
2- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso corporal ao 1º cio útil (PC 1º C) e espessura de toucinho (ET) em marrãs	49
3- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a conversão alimentar (CA) em marrãs	53
4- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS) e a digestibilidade da proteína bruta (DPB) em marrãs	56
5- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a digestibilidade da energia (DE) e a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) em marrãs	61
6- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso do estômago vazio (PEV) e do coração (PC), expressos em percentual do peso vivo, de marrãs	68
7- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso do intestino delgado (PID), do ceco cheio (PCC) e dos rins (PR), expressos em percentual do peso vivo, de marrãs	71
8- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a área ocupada pelas células caliciformes (ACC) produtoras de muco, do epitélio glandular do ceco, em marrãs	74
9- Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o rendimento de carcaça quente (RCQ), o rendimento de carcaça fria (RCF) e o rendimento de carne magra (RCM), em marrãs	82

LISTA DE FOTOGRAFIAS

1- Mucosa do ceco de marrã alimentada com ração basal sem incremento de FDN. Coloração pelo PAS-Hematocilina. Aumento: 500 X.....	75
2- Mucosa de ceco de marrã alimentada com ração basal contendo 6,6% de incremento de FDN. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.	76
3- Mucosa de ceco de marrã, alimentada com ração basal contendo 13,2% de incremento de FDN. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.	77
4- Mucosa de ceco de marrã alimentada com ração basal contendo 19,8% de incremento de FDN. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.	78

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

A ₁ - Valores individuais das características de desempenho de marrãs alimentadas com rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN)	103
A ₂ - Valores individuais dos coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes dietéticos das rações contendo níveis crescentes de fibra em detergente neutro (FDN) oferecidos pelo feno de "coast-cross"	104
A ₃ - Valores individuais referentes às análises bromatológicas das fezes de marrãs alimentadas com rações experimentais contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN)	105
A ₄ - Valores individuais dos pesos, expressos em quilograma e percentual do peso vivo, dos órgãos digestivos e não digestivos, de marrãs alimentadas com rações contendo níveis crescentes de fibra em detergente neutro (FDN)	106
A ₅ - Valores individuais do percentual da área ocupada por células caliciformes produtoras de muco, observado no epitélio do intestino grosso (ceco e colo) de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN)	110

EFEITOS DO INCREMENTO DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO, SOBRE PARÂMETROS DE DESEMPENHO, DE DIGESTIBILIDADE DOS COMPONENTES DIETÉTICOS E DA MORFOLOGIA INTESTINAL DE MARRÃS.

RESUMO

Embora os suínos apresentem limitada capacidade em degradar material fibroso, é possível utilizar fontes fibrosas na ração de determinadas categorias animais, como por exemplo suínas em fases pré-púbere e púbere, devido à necessidade de moderado ganho de peso neste período. Por ocasião do primeiro cio útil (terceiro cio fisiológico), as fêmeas devem apresentar valores mínimos de 110 kg de peso corporal e 1,8-2,0 cm de espessura de toucinho.

O objetivo desta pesquisa foi o de determinar os efeitos causados pelo emprego de 0; 6,6; 13,2 e 19,8% de fibra em detergente neutro (FDN), na ração basal de fêmeas suínas em fase pré-púbere e púbere (marrãs). As concentrações de FDN nas rações, foram obtidas através da inclusão de 0, 10, 20 e 30 % de feno de "coast cross" (*Cynodon dactylon*).

Foram utilizadas 20 marrãs puras e mestiças, das raças Landrace e Large White, com peso e idade médias iniciais de 52,85 kg e 110 dias, em um experimento em blocos casualizados, com cinco repetições/tratamento.

Em relação às características de desempenho animal, o incremento de FDN na ração de marrãs, promoveu redução linear ($P < 0,01$) no ganho diário de peso (0,675; 0,607; 0,525; 0,483g); no peso corporal (kg) por ocasião do primeiro cio útil (118,0; 114,0; 102,2; 98,2); na conversão alimentar (3,6; 4,1;

4,6; 5,2); e resposta quadrática ($P<0,05$) na espessura de toucinho (3,28; 3,34; 2,82; 1,74 cm). No referente à idade de ocorrência do primeiro cio útil, não houve efeito significativo ($P>0,10$), a qual apresentou valor médio de 203,7 dias.

A digestibilidade dos componentes dietéticos foi influenciada pela presença de fibra dietética na ração das marrãs. A adição de FDN promoveu resposta linear ($P<0,01$) no coeficiente de digestibilidade da matéria seca (76,23; 67,23; 55,83; 55,73 %); também linear ($P<0,05$) no coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (56,63; 44,24; 34,17; 39,12 %); quadrática ($P<0,05$) no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta [($P<0,05$); 72,16; 64,46; 53,52; 62,74 %] e da energia bruta [($P<0,01$); 71,95; 61,23; 49,21; 53,81 %]; enquanto que o coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo não foi afetada ($P>0,60$) pela inclusão de FDN na ração das marrãs.

O peso dos órgãos digestivos cheios (trato gastrointestinal total, estômago, intestino delgado, intestino grosso, ceco, colo, fígado, vesícula biliar e pâncreas); dos órgãos vazios (ceco e colo); e dos órgãos não digestivos (baço, pulmão e rins), não apresentaram diferenças significativas ($P>0,05$). Os pesos do estômago vazio (0,60; 0,71; 0,74; 0,79 g), e do coração (0,30; 0,29; 0,33; 0,35 g), expressos em percentual do peso vivo, foram linearmente aumentados ($P<0,01$) pela inclusão de FDN na ração. Entretanto, houve apenas tendência de aumentos lineares no peso do intestino delgado ($P>0,08$), e no peso do ceco cheio ($P>0,06$), e tendência de redução quadrática ($P>0,08$) do peso dos rins.

O estudo histológico das células do intestino grosso dos suínos detectou aumento ($P<0,01$) linear (16,13; 15,25; 24,53; 25,57) na área ocupada pelas células caliciformes do ceco, mas não do colo ($P>0,28$). Foi observado que as rações experimentais com maiores teores de FDN, ocasionaram marcante aumento na produção de muco das células

caliciformes do epitélio do ceco, demonstrando assim uma adaptação à ação mecânica abrasiva exercida pela fibra dietética.

O incremento de FDN na ração de marrãs, proporcionou tendência à uma resposta linear ($P>0,08$) no rendimento de carcaça quente (81,06; 81,29; 80,79; 78,97 %); respostas quadráticas no rendimento de carcaça fria [$P<0,05$] - 79,79; 80,24; 79,58; 77,4%]; e no rendimento de carne magra [$P<0,01$] - 54,45; 54,35; 55,51; 58,31 %].

Os resultados obtidos demonstraram que o peso corporal e a espessura de toucinho a partir dos quais as reprodutoras suínas podem ser utilizadas para primeira cobertura (110kg e 2,0 cm, respectivamente), podem ser atendidas, mesmo quando são empregados limitados teores de FDN na ração de marrãs em crescimento.

EFFECTS OF INCREASING CONCENTRATIONS OF NEUTRAL DETERGENT FIBER UPON CHARACTERISTICS OF PERFORMANCE, NUTRIENT DIGESTIBILITY AND INTESTINAL MORPHOLOGY OF GILTS.

SUMMARY

Although swines show limited capability in degrading fiber, it is possible utilization of feeds in the diet of some animal categories such as gilts. These animals need to gain moderate weight during this period that precede breeding and by the time females exhibit their third physiological heat, they have to weight a minimum of 110 kg and have at least 1.8-2.0 cm of subcutaneous fat.

The objective of this research was to assess the effects caused by utilization of 0; 6.6; 13.2 and 19.8 % of neutral detergent fiber (NDF) in the basal diet of gilts. These concentrations of NDF were obtained through inclusion of 0; 10; 20 and 30 % of coast-cross hay (*Cynodon dactylon*), respectively.

This trial was conducted with 20 pure and crossbred Landrace and Large White females with average weight of 52.8 kg and 110 days old. The experimental design employed was a completely randomized block design with five repetitions per treatment.

Increasing concentration of NDF in the diet of gilts led to linear response ($P < 0.01$) on the daily weight gain (0.675; 0.607; 0.525; 0.483 g/d); on the body weight by the onset of the third physiological heat (118.0; 114.0; 102.2; 98.2 kg); on the feed efficiency (3.6; 4.0; 4.7; 5.3); and quadratic response ($P < 0.05$) on the subcutaneous fat thickness (3.28; 3.34; 2.82; 1.74 cm). However, no significance was found ($P > 0.10$) on the third physiological heat onset age which average 203 days.

Nutrient digestibility was also affected by addition of hay to the basal diet. Dry matter digestibility had linear response [(P<0.01) - 76.23; 67.23; 55.83; 55.73 %] as well as neutral detergent fiber digestibility [(P<0.05) - 56.63; 44.24; 34.17; 39.12 %]; protein digestibility [(P< 0.05) - 72.16; 64.46; 53.52; 62.74 %] and energy [(P<0,01) - 71.95; 61.23; 49.21; 53.81 %] had quadratic effect. No significance was found (P>0,60) on fat digestibility.

No significant differences (P>0.05) were found on the weight of full digestive organs (total digestive tract; stomach; small intestine; large intestine; cecum; colon; liver; gall bladder and pancreas); on the weight of empty organs (cecum and colon); and on the weight of non-digestive organs (spleen, lung and kidney). However, data showed trend for linear increase on the weight of small intestine (P>0.08); on the weight of full cecum (P>0.06), and trend for decrease quadratic (P>0.08) on kidney weight. On the other hand, the weight of empty stomach (0.60; 0.71; 0.74; 0.79 g) and heart (0.30; 0.29; 0.33; 0.35 g) were linearly increased (P<0,01).

Histological study of large intestine epithelium showed linear increase on mucus output (P<0,01). Microscopical inspection of mucosal lining demonstrated definite increase (16.13; 15.25; 24.53; 25.57 %) on mucus output on the epithelia of those animals receiving rations with higher concentrations of NDF which may mean a physiological reaction to the mechanical action of fiber.

Increasing concentration of NDF in the diets showed linear (P<0.05) decrease on the yield of hot carcass (81.06; 81.29; 80.79; 78.97 %) and quadratic response on the yield of chilled carcass [(P>0.05) - 79.79; 80.24; 79.58; 77.40 %] and on the yield of lean meat [(P<0.01) - 54.45; 54.35; 55.51; 58.31 %].

The obtained data showed that gilts can receive fiber in their diets and have the required body weight and subcutaneous fat thickness by the occasion of the third physiological heat onset.

1. INTRODUÇÃO

O futuro da produção animal, como ramo do setor agropecuário responsável pelo fornecimento de fontes de proteína de origem animal para a população, esbarra, em uma de suas facetas, na competição entre a alimentação humana e animal, no que diz respeito às principais fontes energética e protéica como o milho e o farelo de soja.

Esta competição agrava-se drasticamente quando se trata de espécies animais não-ruminantes, como suínos e aves, que convencionalmente consomem rações baseadas em cerca de 75-80 % de milho e 15-17 % de farelo de soja.

Este quadro, aliado à crescente demanda por estas fontes, para utilização direta pela população humana, que está em contínuo aumento mundial, vem despertando particular interesse no estudo e no desenvolvimento de fontes alimentares alternativas para estes animais.

As fontes alternativas de alimentos incluem uma enorme variedade de subprodutos e resíduos, resultantes do processamento industrial de culturas agrícolas e de práticas modernas de mecanização da agropecuária; alguns desses alimentos alternativos são ricos em proteína e/ou amido e outros, ricos em fibra.

Em relação aos subprodutos ou produtos ricos em fibra dietética, podemos citar as forragens, *in natura* ou conservadas.

Embora os animais não-ruminantes, como os suínos, digiram e utilizem a fração fibrosa alimentar de forma diversa dos ruminantes, a fibra dietética vem sendo considerada uma fonte viável de energia na alimentação desta espécie animal, principalmente para animais adultos destinados ao abate e para as categorias de reprodutores machos (cachaços), fêmeas em crescimento destinadas à reprodução (marrãs) e fêmeas em gestação (porcas). A utilização de alimentos fibrosos para estas categorias animais visa, entre outros objetivos, controlar possíveis problemas de excessiva ingestão alimentar e o estresse advindo do confinamento desses animais. Certas categorias animais, em particular as fêmeas destinadas à reprodução, precisam ter os seus pesos vivos controlados, evitando quadros de obesidade e, deste modo, permitindo a preservação de adequado desempenho reprodutivo.

A possibilidade de se utilizar forragens e outros volumosos, como fonte de fibra dietética na produção de suínos, não representa um novo conceito, pois, já vem sendo teorizada por Carroll (Carroll, 1936, citado por POLLMANN *et al.*, 1979; POND, 1987) desde a década de trinta, portanto há sessenta anos atrás.

O estudo sobre o potencial dos alimentos fibrosos utilizados na produção suína requer quantificação, identificação e medição das interações entre os efeitos fisiológicos e associativos sobre a digestibilidade, causados pelo conteúdo fibroso variável, existente entre os diversos alimentos. Consequentemente, tais estudos são relevantes, pois, podem direcionar adequadamente a produção suinícola, que além de se confrontar com a

crescente competição com a alimentação humana, lida com a limitada capacidade do trato digestivo para processar material fibroso.

Assim, este trabalho objetivou avaliar os efeitos causados pela inclusão na ração de crescentes proporções de fibra em detergente neutro, utilizando como volumoso o feno de "coast cross" (*Cynodon dactylon*), sobre dados referentes ao desempenho, à digestibilidade dos componentes dietéticos, à morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos, à histologia intestinal e às características de carcaça de marrãs por ocasião do primeiro cio útil (terceiro cio fisiológico).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho de reprodutoras suínas

O desempenho reprodutivo de fêmeas suínas é diretamente relacionado e influenciado pela nutrição (HARTOG & VERSTEGEN, 1990; PETTIGREW & TOKACH, 1991 e 1993; ASHWORTH, 1992; SESTI, 1994).

Portanto, os efeitos dos ingredientes e da composição dietética das rações utilizadas na alimentação de reprodutoras suínas, vem sendo tema de grande interesse nas pesquisas de diversos autores (DANIELSON & NOONAN, 1975; ZOIOPOULOS *et al.*, 1982 e 1983; POND *et al.*, 1986; ETIENNE, 1987; HARTOG & VERSTEGEN, 1990; PEET-SCHWERING & HARTOG, 1991; EVERTS, 1991; PETTIGREW & TOKACH, 1991 e 1993; MATTE *et al.*, 1994).

A utilização de dietas concentradas baseadas, principalmente, em cereais e suplementos protéicos para fêmeas reprodutoras suínas, resulta na adoção da prática de restrição alimentar na ordem de 50-60% do consumo *ad libitum* (MATTE *et al.*, 1994).

Esta restrição é uma das medidas que pode ser adotada para prevenir ganho excessivo de peso e gordura corporal durante o desenvolvimento

corpóreo das marrãs, pois, tal quadro pode causar redução na eficiência de produção de leite e aumento do intervalo de desmama-cio (MATTE *et al.*, 1994; SESTI, 1994).

Entretanto, a restrição alimentar promove um estado de desconforto às fêmeas, induzindo-as a desenvolverem anormalidades de comportamento alimentar. Sendo assim, pesquisadores (MATTE *et al.*, 1994; SESTI, 1994) tem sugerido que o requerimento nutricional das marrãs e das porcas gestantes seja adequado às finalidades zootécnicas à que elas se destinam, através do emprego de rações concentradas, diluídas com alimentos fibrosos.

A adoção de rações contendo alimentos fibrosos, além de representar uma alternativa economicamente atrativa, minimiza a restrição alimentar imposta às fêmeas, em decorrência do maior volume que rações fibrosas apresentam e conseqüentemente maior tempo gasto para o consumo da ração, aumentando assim o bem-estar das mesmas (ROBERT *et al.*, 1993).

Devido à já comprovada capacidade de aumento do número e atividade de bactérias celulolíticas, através do oferecimento progressivo e contínuo de ração fibrosa (VAREL & POND, 1983 e 1986), uma das categorias mais indicadas à receber rações com elevado conteúdo de fibra seria a de reprodutoras suínas (marrãs e porcas gestantes), as quais utilizariam tal componente dietético, que em conjunto com os demais nutrientes, visariam suprir as necessidades nutricionais, sem prejuízo do desempenho reprodutivo (CLOSE, 1994), além de promover um possível aumento da parede estomacal, permitindo desta forma um maior consumo de ração na lactação subsequente.

2.1.1. Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de marrãs

Existem estratégias alimentares que podem ser empregadas visando otimizar o desempenho reprodutivo de marrãs, como por exemplo a utilização de alimentos com elevados teores de fibra durante a fase de terminação até surgimento da puberdade (HARTOG & VERSTEGEN, 1990) e durante a gestação (ETIENNE, 1987), o que vem sendo sugerido para adequar o aporte energético requerido por estas categorias (PITTIGREW & TOKACH, 1991).

Segundo SESTI & PASSOS JR. (1994), o efeito da nutrição das fêmeas suínas em idade de puberdade pode ser avaliado através de efeitos na taxa de crescimento, composição corporal e parâmetros metabólicos dos animais.

Portanto, é importante que as marrãs que forem selecionadas para reprodução apresentem do nascimento até a puberdade uma taxa de crescimento entre 0,500 à 0,650 kg/dia (SESTI & PASSOS JR., 1994).

A relação entre idade e peso à puberdade de marrãs ainda não está totalmente explicada. Entretanto, pode-se afirmar (KIRKWOOD & AHERNE, 1985; HARTOG & VERSTEGEN, 1990; SESTI & PASSOS JR., 1994) que nem a idade, nem o peso corporal avaliados individualmente, são parâmetros totalmente confiáveis que ofereçam um perfil exato do desenvolvimento reprodutivo das marrãs. Entretanto, valores mínimos destes parâmetros devem ser observados por ocasião da puberdade.

ROPPA (1991), sugeriu que marrãs apresentando valores de 110 kg de peso corporal e 2,0 cm de espessura de toucinho podem ser utilizadas para a primeira cobertura, sem possíveis prejuízos reprodutivos.

Diversos experimentos foram realizados com o intuito de se determinar os efeitos causados pela restrição alimentar, aplicada às fêmeas durante a fase de puberdade. KIRKWOOD & AHERNE (1985), sugeriram uma estratégia de alimentação para fêmeas reprodutoras, baseada na adoção antecipada da prática de restrição alimentar em marrãs selecionadas para reprodução. Estes pesquisadores observaram que, as marrãs que sofreram restrição alimentar dos 97 aos 172 dias e, posteriormente, dos 173 aos 255 dias receberam maior quantidade de ração, apresentaram o primeiro cio fisiológico mais precocemente, além de apresentarem maior taxa de concepção e maior tamanho de leitegada. Estes dados são similares aos encontrados por HARTOG & VERSTEGEN (1990), os quais afirmaram que marrãs selecionadas para reprodução recebendo ração *ad libitum* até o quinto mês apresentaram significativo prejuízo sobre o desempenho reprodutivo. Além destes resultados, observou-se que marrãs que receberam ração *ad libitum* durante a terminação apresentaram maior peso corporal por ocasião da primeira parição, mas, baixo consumo alimentar durante a lactação subsequente (LIMA 1989; MATTE *et al.*, 1994; SESTI & PASSOS JR., 1994).

2.1.2. Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de porcas em gestação

Durante a gestação, as fêmeas, usualmente, sofrem uma restrição alimentar equivalente a cerca de 50% do oferecimento *ad libitum*. Por este motivo, a adição de alimentos fibrosos na dieta poderia, segundo DANIELSON & NOONAN (1975), ETIENNE (1987) e EVERTS (1991), satisfazer o apetite das porcas através da ativação do centro de saciedade, o qual é ativado em decorrência da distensão da parede estomacal, e aumentar a condição de bem-estar (CLOSE, 1994; ROBERT *et al.*, 1993) em decorrência da redução do estresse, sem o oferecimento excessivo de nutrientes. Segundo EVERTS (1991), a redução do estresse das porcas gestantes alimentadas com ração fibrosa, é responsável pela diminuição da mortalidade embrionária. Este fato é de extrema importância, uma vez que situação de estresse pode requerer uma considerável quantidade de energia, alterando assim, o balanço energético destes animais. POLLMANN *et al.* (1981), afirmaram que a longevidade das porcas, determinada pela proporção de animais que mantiveram-se adequadamente sob a mesma dieta durante três gestações, foi maior para aquelas que receberam 2,36 kg/dia de ração contendo feno de alfafa curado ao sol, quando comparadas com porcas que receberam 1,95 kg/dia de ração à base de milho-farelo de soja (valores de longevidade equivalentes à 89 x 68 %, respectivamente).

Diversos pesquisadores relataram sobre a importância da fibra em dietas de porcas, dos efeitos destas fontes fibrosas como a farinha ou feno de alfafa ou, ainda, outras plantas forrageiras, conservadas ou não, sobre o desempenho reprodutivo destes animais. Os resultados indicaram pequeno ou nenhum efeito adverso destas fontes sobre o desempenho das porcas (POLLMANN *et al.*, 1979 e 1981; NUZBACK *et al.*, 1984; VAREL *et al.*, 1984;

CALVERT *et al.*, 1985; VAREL, 1987; MATTE *et al.*, 1994). Além disto, a inclusão de fontes fibrosas na dieta desses animais, pode reduzir, consideravelmente, o custo da alimentação (DANIELSON & NOONAN, 1975; POLLMANN *et al.*, 1981; HOLZGRAEFE *et al.*, 1985 e 1986).

A recomendação da realização de restrição nutricional em porcas em início de gestação (cobertura até o 80º dia), através da redução na quantidade de ração oferecida, ou, através da utilização de alimentos fibrosos, não altera a taxa de sobrevivência embrionária, pois, para esta taxa ser reduzida seria necessário que a fêmea se encontrasse em um severo quadro de subnutrição (SESTI & PASSOS JR., 1994), confirmando afirmação de POND & MERSMANN (1988), de que, eventual resposta negativa à restrição alimentar imposta à porca, irá depender diretamente do grau de reserva de gordura corporal que esta porca vier a apresentar.

SESTI & PASSOS JR. (1994), afirmou que o alto consumo alimentar durante as primeiras semanas de gestação eleva a taxa de mortalidade embrionária, devido ao decréscimo do nível sanguíneo de progesterona. Durante os estágios iniciais de gestação, em especial durante as três primeiras semanas, a nutrição embrionária é feita através de secreções uterinas denominadas proteínas uterinas específicas (PUE), as quais são estimuladas pelos esteróides ovarianos (estradiol e progesterona), especialmente pela progesterona. O mecanismo pelo qual o maior consumo alimentar diminuiria os níveis sanguíneos de progesterona estaria diretamente relacionado com o aumento da taxa metabólica, responsável pelo maior fluxo sanguíneo através do fígado e pela maior e mais rápida degradação enzimática dos hormônios esteróides circulantes, entre eles a progesterona.

EVERTS (1991), trabalhando com porcas gestantes durante cinco ciclos reprodutivos consecutivos, observou que, porcas que receberam ração fibrosa durante todo o período, exibiram tendência de maior peso corporal e maior número de leitões nascidos/porca/ano, em decorrência do menor intervalo de retorno ao cio.

MATTE *et al.* (1994), observaram efeitos não significativos através do oferecimento de rações fibrosas (ração contendo farelo de trigo e grão-palha-sabugo de milho ou ração contendo aveia e casca de aveia) para porcas de primeiro ciclo reprodutivo, em relação ao número de leitões nascidos vivos, mortalidade pré-desmama ou intervalo desmama-cio. As fêmeas recebendo ração fibrosa durante a gestação apresentaram consumo significativamente maior durante a lactação subsequente, devido a fêmea entrar no período de lactação com menor reserva de gordura corporal, e também com maior volume estomacal, propiciando desta forma, um maior consumo de alimentos durante a fase de lactação.

De acordo com ETIENNE (1987), o tamanho da leitegada ao nascimento e número de leitões nascidos vivos ou mortos, em geral não são afetados pela adição de alimentos fibrosos nas rações de porcas. Entretanto, este autor sugere um aumento da prolificidade de porcas que receberam ração contendo alfafa.

Resultados de pesquisas evidenciaram que a sobrevivência dos leitões após a desmama apresentou-se maior para as leitegadas nascidas de fêmeas que receberam farinha de alfafa (POLLMANN *et al.*, 1979 e 1981) ou farelo de trigo (YOUNG & KING, 1981), durante a gestação. Entretanto, ainda não há explicações concretas que justifiquem os efeitos causados sobre a fertilidade de porcas e suas leitegadas.

POLLMANN *et al.* (1981), trabalhando com rações peletizadas contendo 0 ou 50 % de alfafa, relataram não ocorrer efeito significativo dos tratamentos oferecidos às porcas gestantes, em relação ao número de leitões nascidos vivos ou número de leitões mumificados. Foi observada redução no peso ao nascimento de leitões nascidos de porcas alimentadas com alfafa quando comparados com os leitões de porcas recebendo ração controle. Embora o peso médio de leitões aos 14 dias não tenha sido afetado pelo tratamento, o número de leitões nesta data foi maior para porcas alimentadas com ração contendo alfafa. A taxa de sobrevivência dos leitões, durante três ciclos reprodutivos, foi, aproximadamente, 8% maior para as porcas alimentadas com dieta fibrosa.

HOLZGRAEFE *et al.* (1986), utilizaram dieta controle (milho e farelo de soja) e dieta experimental (milho e 46% de feno de alfafa) na presença ou ausência do ionóforo lasalocida, e relataram que não houve diferença significativa entre os tratamentos quando se comparou o número de leitões nascidos vivos, peso dos leitões ao nascimento, peso dos leitões aos 14 dias de vida e retorno ao cio das porcas. A dieta de alfafa resultou em menor deposição de gordura durante a gestação. Assim estes resultados indicaram que a dieta contendo 46% de alfafa apresentou resultados similares aos da dieta convencional.

DANIELSON & NOONAN (1975), afirmaram que porcas alimentadas com ração contendo 96,7% de feno de alfafa, durante as três primeiras gestações, não apresentaram problemas em relação ao desempenho reprodutivo. Mesmos resultados foram obtidos por VAREL & POND (1986), utilizando 96% de farinha de alfafa para porcas, os quais justificaram estes resultados pela elevada concentração de bactérias celulolíticas em seu intestino grosso, e maior tamanho do trato gastrointestinal, possivelmente

obtido pela distensão deste órgão promovido por um consumo de ração volumosa. Isto torna esta categoria animal uma das mais indicadas a utilizar alimentos fibrosos como fonte de energia. Além disto, é importante ressaltar a importância de um maior consumo de ração pelas porcas em fase de lactação, o qual pode ser possível pelo maior volume estomacal obtido pelo consumo de rações volumosas durante a fase de gestação.

Diversos pesquisadores (VAREL *et al.*, 1984; ETIENNE, 1987; POND, 1987; VAREL, 1987), observaram que, a celulose e a energia de dietas ricas em fibras são melhores digeridas por suínos em fase de terminação e por suínos adultos. Desta maneira o valor nutricional de alimentos volumosos parece ser mais alto para porcas, do que para suínos em crescimento (ETIENNE, 1987), principalmente devido ao maior tamanho do trato gastrointestinal e maior número de bactérias celulolíticas destes animais.

2.1.3. Efeitos de dietas fibrosas sobre o desempenho reprodutivo de porcas em lactação

O oferecimento de elevados teores de energia, através de rações contendo alimentos altamente energéticos, durante a fase de gestação, além de promover aumento no ganho de peso das porcas até o parto, promove, também, maior perda de peso e redução do consumo alimentar das porcas durante a lactação. Segundo LIMA (1989), isto pode estar relacionado ao fato do tecido adiposo depositado durante a fase de gestação ser extremamente lábil, sendo o primeiro a ser mobilizado durante a lactação. Consequentemente, a qualidade do leite sofre severa redução, passando a conter maior teor de gordura e menor de proteína, acarretando prejuízo no desenvolvimento dos leitões durante a fase de lactação (menor peso à

desmama), uma vez que a proteína é o principal nutriente requerido pelo leitão durante esta fase. Inversamente, durante a fase de lactação, as porcas que ganharam pouco peso durante a gestação não apresentam redução no consumo alimentar, além de perderem pouco peso durante esta fase.

POLLMANN *et al.* (1979), afirmaram não ocorrer diferenças significativas em relação a espessura de toucinho de porcas gestantes recebendo dieta fibrosa peletada (97% de alfafa curada ao sol) ou dieta convencional (milho-farelo de soja). Entretanto, foi detectado uma tendência à ocorrência de maior espessura de toucinho em grupos alimentados com dieta convencional. Os animais que receberam dieta convencional (milho-farelo de soja), durante a gestação, perderam mais peso durante a lactação do que porcas que receberam dieta fibrosa (97% de alfafa). Isto, segundo LIMA (1989) e SESTI & PASSOS JR. (1994), é uma forte evidência de que a mudança de peso de porcas em fase de lactação está diretamente relacionada ao grau de armazenamento corporal adquirido durante a gestação.

Devido ao elevado aporte nutricional requerido na lactação, não é indicado o oferecimento de alimentos muito volumosos e fibrosos às fêmeas nesta etapa fisiológica (CALVERT *et al.*, 1985; ETIENNE, 1987), pois, corre-se o risco destes causarem problemas de subnutrição, resultando em perda excessiva de peso corporal entre a lactação e a desmama, e baixa taxa de ganho de peso e sobrevivência dos leitões lactentes.

A produção de leite durante o período de lactação tem prioridade e, se o consumo alimentar for restrito, em especial em termos energéticos, a porca irá mobilizar tecidos corporais na tentativa de atender as exigências dos leitões lactentes (LIMA, 1989). Este processo é responsável por acentuada

perda de peso da fêmea, além de prejuízo na qualidade do leite, o que resulta em menor peso dos leitões ao desmame.

As porcas podem ser mantidas recebendo dieta contendo 95% de alfafa por três parições consecutivas, sem prejuízo do desempenho reprodutivo, sendo, somente alimentadas com dieta convencional de milho-farelo de soja durante o período da lactação (Danielson & Noonan, citados por CALVERT *et al.*, 1985).

2.2. Digestibilidade dos componentes dietéticos em suínos

A fibra dietética representa uma mistura de polissacarídeos estruturais (celulose, hemicelulose e pectina) e não-estruturais (gomas e mucilagens) (THEANDER *et al.*, 1989; SCHULZE *et al.*, 1994a), além da lignina (polímero do álcool fenilpropano) (MITARU *et al.*, 1984), sendo que, o incremento desta fração como percentual da ração é responsável pela redução da digestibilidade da fração energética (POND, 1989).

Entretanto, é importante ressaltar que, apesar da contribuição positiva da fibra em relação ao suprimento energético, que pode variar entre 5-30% do requerimento energético de manutenção (IMOTO & NAMIOKA, 1978ab; KASS *et al.*, 1980b; KENNELLY *et al.*, 1981; RÉRAT *et al.*, 1987; VERVAEKE *et al.*, 1989; KNUDSEN & SAUER, 1993; McBURNEY & SAUER, 1993; CLOSE, 1994), esta pode promover mudanças na taxa de absorção de diferentes nutrientes, especialmente proteína, aminoácidos e minerais, e/ou na excreção de nitrogênio endógeno (KING & TAVERNER, 1975; DIERICK *et al.*, 1989; RODRIGUEZ *et al.*, 1990; SCHULZE, *et al.*, 1994b).

Segundo DIERICK *et al.* (1989), a fibra dietética através das propriedades físico-químicas de retenção hídrica, de troca catiônica, de adsorção e da propriedade formadora de gel, pode desencadear diversas ações fisiológicas no decorrer do trato gastro intestinal, antes mesmo de alcançar o intestino grosso (ceco e colo).

De acordo com KNUDSEN & HANSEN (1991), a fibra dietética é responsável pelo aumento do volume e retenção de água no material fecal, além de estimular a produção fecal em decorrência do aumento da biomassa microbiana, o que promove maior excreção de proteína e gordura. O aumento de excreção de gordura é justificado pela maior excreção de ácidos biliares, causados pela intensa fermentação dos carboidratos estruturais e baixo pH no intestino grosso.

Entretanto, todo este processo depende, principalmente, da estrutura química da fibra, como por exemplo, o grau de lignificação (KASS *et al.*, 1980a), de como esta fração se associa a outros compostos (BELL & KEITH, 1988; LOW, 1993), da concentração e nível alimentar (DIERICK *et al.*, 1989), do estado fisiológico em que o animal se encontra, bem como da sua idade e peso corporal (BELL & KEITH, 1989), além da taxa de passagem do digesta pelo intestino (KASS *et al.*, 1980a).

Diversas pesquisas (KING & TAVERNER, 1975; KASS *et al.*, 1980a,b; ZOIOPOULOS *et al.*, 1982 e 1983; LUN *et al.*, 1988; VERVAEKE *et al.*, 1989; RODRIGUEZ *et al.*, 1990; CHABEAUTI & NOBLET, 1992; ANUGWA *et al.*, 1992; FEVRIER, *et al.*, 1993; FLEISCHER *et al.*, 1993; HUO, 1993; SCHULZE *et al.*, 1994a) foram realizadas objetivando determinar com exatidão o papel da fibra na nutrição de não-ruminantes, principalmente em relação à sua participação no suprimento parcial do requerimento energético de suínos. A

maioria dos resultados apontaram para redução da digestibilidade dos nutrientes das rações contendo componentes fibrosos.

Em geral, ocorre uma relação inversa entre o percentual de fibra bruta e a digestibilidade da dieta (KING & TAVERNER, 1975; MORGAN & WHITTEMORE, 1988; ANUGWA *et al.*, 1992; KNUDSEN *et al.*, 1993) devido, principalmente, à maior taxa de passagem do digesta e consequente menor período de fermentação no intestino grosso. Entretanto, DIERICK *et al.* (1989), observaram que esta relação não foi válida para a alfafa, casca de soja, farelo de trigo e polpa de beterraba, provavelmente, devido à elevada fermentabilidade destas fontes fibrosas.

Em relação à idade e peso vivo, observa-se que animais mais velhos, como suínos em terminação e porcas, apresentam valores de digestibilidade maiores do que os observados para animais em crescimento (VAREL, 1987), muito embora, os animais adultos tenham apresentado também redução na digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (H), celulose (C) e energia bruta (EB), quando alimentados com rações contendo elevados níveis de fibra em relação aos animais do grupo controle recebendo rações concentradas (ETIENNE, 1987).

Diversos fatores explicam a melhor digestibilidade da fibra em porcas, quando comparadas a suínos em crescimento, como por exemplo idade, peso vivo, teor de fibra na ração, estágio de oferecimento, maior volume intestinal, trânsito digestivo mais lento e menor nível alimentar, em decorrência da restrição alimentar imposta à esta categoria animal (RAVIDRAN *et al.*, 1984).

A digestibilidade de frações fibrosas (FDN, FDA, hemicelulose e celulose) diminuiu com o aumento do nível de fibra consumido (de 0 para 97% de feno de alfafa curado ao sol). Em porcas gestantes, observou-se que a digestibilidade dos constituintes fibrosos permaneceu constante entre o 25º e 80º dia de gestação. No período final de gestação, houve diminuição da digestibilidade da fibra em decorrência do aumento da taxa de passagem, causado pela redução do volume intestinal e aumento do volume uterino (DIERICK *et al.*, 1989). Assim sendo, porcas no período final de gestação alimentadas com dietas ricas em fibra podem apresentar problemas de subnutrição, devido à redução da digestibilidade dos constituintes fibrosos, além do decréscimo na utilização da fração energética e proteica (NUZBACK *et al.*, 1984; CALVERT *et al.*, 1985).

Segundo POND *et al.* (1986), o oferecimento de rações contendo 40 e 96 % de farinha de alfafa ou 20% sabugo de milho, promoveu redução da energia digestível das dietas. Entretanto, apenas a ração contendo 96% de farinha de alfafa ocasionou uma redução significativa da ordem de 27,4% na digestibilidade da energia bruta, e redução de 37,6% na digestibilidade do extrato etéreo. As outras rações apresentaram apenas tendência de redução da digestibilidade de componentes dietéticos, quando comparados à ração controle. A digestibilidade da proteína bruta não foi afetada pelas fontes de fibra utilizadas nas rações.

VAREL *et al.* (1989), afirmaram que a digestibilidade *in vivo* da matéria seca, proteína bruta, parede celular, hemicelulose, celulose e energia bruta de rações contendo 0 ou 80 % de farinha de alfafa, foi menor para suínos tipo banha do que tipo carne. Entretanto, dietas contendo fonte de fibra dietética, apresentaram menor digestibilidade, quando comparadas à ração isenta em fibra, independentemente do genótipo.

Outro fator determinante na digestibilidade da fibra, é o sítio de digestão desta fração.

Embora o sítio de degradação da fração fibrosa seja o intestino grosso (ceco e colo), pesquisa realizada por JUST *et al.* (1983), concluiu que suínos apresentam alguma hidrólise da fibra anteriormente ao ceco, especialmente quando a fonte fibrosa é de grande fermentabilidade, como a polpa de beterraba.

HARTOG & VERSTEGEN (1990), observaram também que, a fibra bruta de dietas baseadas em grãos de cereais, polpa de citrus e farelo de aveia, inicialmente sofrem uma digestão ileal, na ordem de 5-10%, sugerindo, segundo ROWAN *et al.* (1992), a ocorrência de alguma moderada atividade microbiana no trato digestivo superior.

KASS *et al.* (1980a), mencionaram que a fração hemicelulose sofre uma digestão pré-cólica, equivalente a 38% da digestão total, enquanto que SCHULZE *et al.* (1994a), constataram que a digestibilidade ileal da fração FDN foi de aproximadamente 17%, sendo este valor independente do nível de FDN contido na ração.

De acordo com DIERICK *et al.* (1989), rações contendo elevados teores de fibra dietética, promovem efeitos sobre a secreção digestiva dos suínos, sendo detectado significativos aumentos nas taxas de secreções gástricas, biliares e pancreáticas. Ração rica em fibra (87% de cevada), induziu a aumentos na produção de suco gástrico, pepsina, suco pancreático e bile, na ordem de 100, 93, 82 e 47 %, e redução de tripsina e amilase, na ordem de 17,4 e 7,5 %, respectivamente.

A digestibilidade da proteína bruta é positivamente relacionada ao percentual de proteína bruta na dieta. Entretanto, pode ocorrer algumas alterações em relação a este nutriente devido a presença da fração fibra dietética. Os efeitos da fibra sobre a digestibilidade da proteína são mais precisamente expressos na forma de conteúdo de fibra em detergente neutro, do que no de fibra bruta ou fibra em detergente ácido (BELL & KEITH, 1988). Ainda, segundo esses mesmos autores, o nível de excreção de proteína fecal metabólica foi influenciado pelo conteúdo de fibra dietética e o conteúdo de FDN foi mais altamente correlacionado com a proteína fecal metabólica do que com o conteúdo de fibra bruta ou fibra em detergente ácido.

Segundo ZOIOPOULOS *et al.* (1983), a digestão da proteína não foi afetada pela presença de fibra na ração. Entretanto, o decréscimo da digestibilidade da proteína nas rações de suínos em crescimento, com altos níveis de fibra dietética, detectado por ETIENNE (1987), pode ser relacionado ao aumento da atividade microbiana no intestino grosso dos animais mais velhos, resultando em alta excreção fecal de proteína microbiana. Além disso, dietas fibrosas podem aumentar o teor de nitrogênio endógeno no conteúdo fecal (DIERICK *et al.*, 1989; SCHULZE *et al.*, 1994b).

BELL & KEITH (1988), afirmaram que, a casca de cevada utilizada como fonte de fibra na ração de suínos em crescimento, foi responsável pelo aumento da digestibilidade aparente da proteína bruta (83,3 x 81,9 %, para rações com 25 e 0 %, respectivamente). Contrariamente, em trabalho posterior, BELL & KEITH (1989), concluíram que a digestibilidade aparente da proteína bruta foi menor para dietas contendo cevada e sorgo como fonte fibrosa; entretanto, esta diferença na digestibilidade poderia estar associada

ao baixo teor de proteína, bem como, ao elevado teor de FDN e tanino destas fontes.

Entretanto, existem alguns fatores presentes nas cascas dos grãos que podem ser responsáveis pela diminuição da digestibilidade da proteína e dos aminoácidos.

Murray, citado por MITARU *et al.* (1984), afirmou que a formação de polisacarídeos gel, por exemplo a pectina, que é componente da fibra vegetal, impede a hidrólise das proteínas a nível de intestino. A pectina forma uma matriz gelatinosa viscosa a qual diminui a acessibilidade das moléculas protéicas, aprisionadas na matriz, para as enzimas digestivas e os produtos da digestão para os sítios de absorção.

SAUER *et al.* (1991), em experimento realizado visando determinar o efeito de duas fontes de fibra (10% de celulose purificada ou 10% de palhada de cevada) sobre a digestibilidade aparente do nitrogênio e dos aminoácidos, obtiveram como principal resultado que, com exceção da leucina, a inclusão de fibra não afetou a digestibilidade ileal dos aminoácidos essenciais. Entretanto, a inclusão de fonte fibrosa diminuiu a digestibilidade fecal de todos os aminoácidos essenciais, sendo este resultado em decorrência do aumento da síntese de proteína bacteriana no intestino grosso e conseqüentemente aumento da excreção de nitrogênio bacteriano. Outra razão também pode ser a possível adsorção dos aminoácidos e peptídeos pela fração fibrosa, causada pelo grau de lignificação da fibra. Portanto, pode-se dizer que a inclusão de fonte fibrosa (10% de celulose ou 10% de palhada de cevada) na ração de suínos em crescimento, não promoveu efeito negativo significativo sobre a digestibilidade dos aminoácidos dietéticos .

Rações de porcas contendo palhada (ZOIOPOULOS *et al.*, 1983) e feno de alfafa (HOLZGRAEFE *et al.*, 1985), apresentaram trânsito digestivo mais acelerado, podendo ter sido o responsável pela redução na digestibilidade protéica. Entretanto, a digestibilidade da fibra bruta permaneceu baixa e, praticamente, pouco relacionada ao tempo de trânsito.

LUN *et al.* (1988), encontraram valores de digestibilidade similares para matéria seca, energia bruta, energia digestível e energia metabolizável de rações de suínos em crescimento, contendo 0 ou 50 % de tritcale em substituição ao milho. Entretanto, o aumento do nível de fibra dietética foi responsável por decréscimo da digestibilidade aparente da proteína, N diário absorvido e N fecal.

POND *et al.* (1986), diferentemente da maioria dos trabalhos, não observaram efeito negativo sobre a digestibilidade da proteína bruta, quando testaram 20 ou 96 % de farinha de alfafa ou 20% de sabugo de milho na ração de porcas gestantes.

SCHULZE *et al.* (1994b), trabalhando com 0 ou 20 % de FDN adicionado à ração basal de suínos em crescimento, observaram que a excreção de nitrogênio fecal foi aumentada e a perda de nitrogênio urinário foi diminuída com o aumento de FDN na ração. Entretanto, a proporção de nitrogênio ingerido retido não foi influenciada pela FDN da ração.

Foi observada redução significativa na digestibilidade aparente da matéria seca (88,46 e 79,74 %), matéria orgânica (90,62 e 86,16 %), energia bruta (87,59 e 79,52 %), nitrogênio (82,61 e 76,55 %) e fibra bruta (53,68 e 42,24 %), em rações de suínos em crescimento contendo 0 e 13 % de feno de "coast cross", respectivamente (RODRIGUEZ *et al.*, 1990).

CHABEAUTI *et al.* (1991) e CHABEAUTI & NOBLET (1992), pesquisando diversas fontes fibrosas, observaram, independentemente da fonte de fibra dietética utilizada, redução na digestibilidade ileal e fecal da FDN.

ANUGWA *et al.* (1992), observaram redução na digestibilidade da energia bruta e do nitrogênio, da ração de marrãs e varrões contendo 15,5% de fibra bruta, não sendo detectada alterações na retenção do nitrogênio.

Foi observado decréscimo de 2,8 e 4,8 % na digestibilidade da energia e decréscimo de 1,3 e 1,6 % na digestibilidade do nitrogênio, a cada percentual de fibra em detergente ácido (FDA) adicionada à rações contendo 20 e 51,8 % de farelo de trigo, respectivamente. A digestibilidade aparente da celulose e hemicelulose foram similares, entretanto, apresentaram decréscimo linear com o aumento da FDN dietético.

Já a inclusão de 20 e 40 % de casca de côco na ração de suínos em crescimento promoveu redução na digestibilidade das frações matéria seca, proteína bruta e energia metabolizável (FLEISCHER *et al.*, 1993).

HUO (1993), detectou aumento da matéria seca consumida e diminuição da energia digestível, causado pela adição de 10 e 20 % de FDN oferecido pela casca e farelo de arroz, respectivamente.

A inclusão de fibra de ervilha (5, 10 e 15 %) promoveu decréscimo na digestibilidade aparente da energia bruta (McBURNEY & SAUER, 1993), em decorrência da diluição da dieta por um componente de baixa digestibilidade. A digestibilidade da energia no íleo também sofreu decréscimo significativo, na presença de fibra de ervilha.

KASS *et al.* (1980a), objetivaram determinar a digestibilidade dos componentes dietéticos da ração através de quatro níveis distintos de farinha de alfafa (0, 20, 40 e 60 %) como fonte de fibra dietética. Foram utilizados suínos da raça Yorkshire em crescimento-terminação, sendo que, metade do total de animais foi abatida com 48 kg e a outra metade com 89 kg de peso vivo. Foi observada redução na digestibilidade da matéria seca, do nitrogênio e dos componentes da parede celular, com o aumento do peso corporal. Isto pode estar relacionado com a taxa de passagem mais rápida do digesta no trato gastrointestinal, diminuindo o tempo de exposição do digesta à ação das enzimas.

FRANK *et al.* (1983), observando os efeitos de três distintos níveis de fibra (0,0; 7,5 e 15,0 % de sabugo de milho picado e moído), concluíram que a presença da dieta fibrosa (7,5 e 15,0 % sabugo - 13,5 e 18,9 % de FDN, respectivamente), foi responsável pela diminuição da digestibilidade da matéria seca, FDN, FDA e nitrogênio. Entretanto a digestibilidade da celulose não diferiu significativamente entre as dietas.

MOORE *et al.* (1988), trabalhando com três níveis de fibra dietética (15% de casca de aveia, 15% de casca de soja e 20% de farinha de alfafa) oferecidos à suínos em crescimento, também concluíram que a adição de qualquer uma destas três fontes fibrosas foi responsável pela diminuição da digestibilidade da matéria seca, FDN, energia e digestibilidade aparente do nitrogênio.

Observa-se, portanto, que a fibra dietética, apesar de contribuir para atender o requerimento energético de manutenção dos suínos, paralelamente, promove efeitos quase sempre deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos (KING &

TAVERNER, 1975; McBURNEY & SAUER, 1993; SCHULZE *et al.*, 1994a), havendo necessidade de equilibrar os requerimentos nutricionais, de cada categoria animal, para com os nutrientes fornecidos pelas dietas.

2.3. Fibra dietética e seus efeitos sobre o desempenho, características de carcaça, morfofisiologia do trato gastrointestinal, e histologia da mucosa intestinal de suínos

2.3.1. Características do componente fibra dietético

O conhecimento do real papel dos constituintes da parede celular vegetal (FERREIRA, 1994), bem como a determinação de seus efeitos sobre os parâmetros de desempenho e características de carcaça, entre outros, é de suma importância no que diz respeito à avaliação da qualidade nutricional e no estabelecimento de limites adequados de utilização de ingredientes e/ou alimentos volumosos na ração animal (MERTENS, 1992).

A fibra dietética é um componente crítico em rações animais, principalmente em rações de animais não-ruminantes de ceco não funcional, como os suínos, pois pode limitar a produtividade, 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.

O conceito de fibra dietética está diretamente relacionado aos componentes da parede celular vegetal (MERTENS, 1992). Além de

constituintes monoméricos dos polissacarídeos (MARLETT, 1989), a parede celular conta também com a presença de carboidratos estruturais, tais como celulose, hemicelulose e pectina e compostos fenólicos como a lignina, sendo os dois primeiros, degradados à estruturas moleculares menores (GOMES *et al.*, 1994), através do processo de fermentação ruminal e/ou intestinal, de acordo com a espécie animal em questão.

A suceptibilidade da celulose à hidrólise enzimática microbiana está relacionada à presença dos componentes sílica e cutina, além dos fatores macromoleculares intrínsecos da própria fração celulose, como por exemplo, a propriedade de cristalinidade e especificidade das ligações químicas (ROMAN & HRUSKA, 1987). Além disto, para os herbívoros não-ruminantes, a utilização da celulose pelos microrganismos intestinais é altamente prejudicada pelo menor tempo de permanência do digesta no intestino grosso (EHLE *et al.*, 1982).

A hemicelulose, representa uma estrutura formada por misturas de polissacarídeos com ligações β_{1-4} , entretanto com grau de polimerização inferior ao da celulose (MARLETT, 1989). O conteúdo de hemicelulose é extremamente importante nas fontes fibrosas das rações de não-ruminantes, pois este polissacarídeo, comparado à celulose, é melhor digerido por estas espécies animais (ROMAN & HRUSKA, 1987).

Desta maneira, segundo THEANDER *et al.* (1989) e FERREIRA (1994), a simples determinação do conteúdo de fibra bruta de uma dieta, não oferece subsídios suficientes para se traçar o perfil qualitativo de uma dieta composta por matérias primas fibrosas.

Torna-se necessário, portanto, utilizar-se de outros parâmetros de análise, para o conhecimento do tipo de fração fibrosa presente em um alimento, ingrediente ou em uma ração. Além disso, dados complementares sobre a efetiva utilização dos componentes da parede celular são essenciais para aquilatar o real valor nutritivo de fontes fibrosas em dietas para suínos.

Dentre os métodos de análise de fibra, a determinação da fibra em detergente neutro (FDN) oferece descrição mais precisa da qualidade da fibra. A determinação da fração fibra em detergente neutro, é mais eficaz que a da fibra bruta, pois a FDN, distingue a fração insolúvel dos alimentos (RESENDE *et al.*, 1995), sendo o componente que mais se aproxima do conteúdo da parede celular.

Após a solubilização da hemicelulose, por detergentes alcalinos em meio ácido, e a remoção de seus polissacarídeos hidrossolúveis, a fração celulose e lignina passa a ser designada como fração fibra em detergente ácido (FDA).

Estas análises químicas, acopladas ao conhecimento do teor de lignina das fontes fibrosas permitem, através da relação lignina/celulose, inferir sobre o potencial da digestibilidade desta fonte (MERTENS, 1992).

2.3.2. Efeitos da fibra dietética sobre o desempenho e características de carcaça de suínos

A fração fibra dietética pode afetar três importantes características nutricionais, ou seja, a digestibilidade dos componentes dietéticos (KASS *et al.*, 1980a; NUZBACK *et al.*, 1984; CALVERT *et al.*, 1985), a fermentação

ruminal e/ou intestinal, de acordo com a espécie animal em questão (IMOTO & NAMIOKA, 1979a) e a taxa de ingestão alimentar (PEKAS *et al.*, 1983; VAREL *et al.*, 1984; POND, 1989), resultando assim em diversos efeitos sobre o desempenho de suínos.

FORBES & HAMILTON (1952) e KASS *et al.* (1980a), afirmaram não haver efeito adverso sobre o desempenho quando 20% de farinha de alfafa foi adicionado em rações de suínos tipo banha ou carne em fase de crescimento-acabamento. Somente foram observados efeitos depressivos a níveis de 40 e 60 % desta fonte.

Segundo FRANK *et al.* (1983), o suíno, mesmo quando alimentado com altos níveis de fibra dietética, consegue manter o ganho diário de peso em índices adequados, devido à sua capacidade de elevação do consumo alimentar, como tentativa de manter estável o nível de energia digestível ingerida.

Entretanto, foi observado diminuição do ganho de peso e gordura corporal, além de piora da conversão alimentar, quando se utilizou 20 ou 40% de farinha de alfafa, na alimentação de suínos em crescimento (POND *et al.*, 1981 e POND *et al.*, 1989).

FRANK *et al.* (1983), observaram decréscimo linear no ganho diário de peso e na eficiência alimentar, juntamente com aumento no consumo diário de ração e tendência de diminuição na ingestão diária de energia digestível, quando rações contendo 0,0; 7,5 e 15,0 % de sabugo de milho moído foram oferecidas a suínos em fase de crescimento-terminação.

PEKAS *et al.* (1983), avaliando rações contendo farinha de alfafa (50%), observaram que a média de ganho diário de peso de suínos tipo carne e banha foi menor com dieta fibrosa, entretanto, o ganho de peso entre os genótipos não diferiu. O consumo diário de ração não foi influenciado nem pela dieta, nem pelo genótipo. Já a eficiência alimentar, foi menor para dieta fibrosa em ambos os genótipos, sendo que os genótipos entre si, não apresentaram diferenças para este parâmetro.

Foi observado por VAREL & POND (1983) que o oferecimento de ração contendo 35% de farinha de alfafa, para suínos em crescimento, deprimiu a taxa de ganho de peso, piorou a taxa de conversão alimentar e foi responsável por carcaças com menor espessura de toucinho.

VAREL *et al.* (1984), também relataram efeitos deletérios significativos com ração contendo 35% de farinha de alfafa (24,5% FDN), sobre o desempenho de suínos em crescimento. Houve redução de 17,3% no ganho diário de peso, diminuição de 14,3% no peso da carcaça por ocasião do abate e piora de 14,6% na conversão alimentar.

HALE & UTLEY (1985), observaram que suínos em crescimento-terminação recebendo ração contendo 20% de casca de soja, como fonte fibrosa, apresentaram menor ganho de peso e pior conversão alimentar no período.

HALE *et al.* (1986), observaram depressão no ganho diário de peso e espessura de toucinho, aumento no consumo de ração e piora na conversão alimentar quando foi oferecida ração contendo 10% de casca de amendoim a suínos em crescimento-terminação.

VAREL & POND (1986), não detectaram prejuízo no desempenho de suínos em crescimento alimentados com ração com quantidade superior a 25% de FDN (24% de farinha de alfafa), ao contrário de VAREL (1987) que observaram que dieta com elevado teor de fibra dietética, isto é, com níveis superiores a 25% de fibra em detergente neutro, diminuiu significativamente o desempenho de suínos em crescimento, devido ao menor tamanho do trato gastrointestinal dos animais nesta fase, quando comparados com animais adultos.

POND *et al.* (1988) também trabalhando com suínos de diferentes genótipos (tipo carne e banha) em fase adulta, alimentados com rações contendo 1% e 80% de farinha de alfafa, observaram que dietas contendo elevado nível de fibra dietética (80%), foi responsável por menor ganho de peso e pior conversão alimentar para todos os genótipos.

É importante ressaltar que a discordância entre os diversos resultados obtidos, pode ter sido devida a diferenças na composição das fontes de fibra, conteúdo de saponina, métodos de processamento da fonte fibrosa ou diferenças entre os grupos animais (POND *et al.*, 1989).

Trabalho realizado por HUDMAN & PEO (1960), indicou que suínos em crescimento, alojados em piquetes com pasto de alfafa e recebendo ração comercial com 12% de proteína bruta, ganharam peso mais rapidamente e mais eficientemente do que os animais confinados, recebendo apenas ração comercial com o mesmo percentual de proteína.

Quanto às características de carcaças, POLLMANN *et al.* (1979), afirmaram não ocorrer diferença significativas em relação a espessura de toucinho de porcas gestantes recebendo dieta fibrosa peletada (97% de

alfafa curada ao sol) ou dieta convencional (milho-farelo de soja). Entretanto, foi detectado tendência a ocorrência de maior espessura de toucinho em grupos alimentados com dieta convencional.

Entretanto, a criação de suínos em fase de crescimento, sob sistema de pastejo e confinamento, recebendo pasto de capim *Cynodon dactylon* e ração comercial, respectivamente, não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos sobre o desempenho dos animais (LAVORENTI *et al.*, 1980). Em relação às características de carcaça, também não houve diferença significativa entre os tratamentos, mas os suínos criados a pasto tenderam a apresentar carcaças de pior qualidade.

POND *et al.* (1981), não encontraram efeitos significativos da ração contendo 20% de farinha de alfafa (26,2% FDN), sobre as características de carcaça (comprimento, área de olho de lombo e espessura de toucinho), de suínos de diferentes genótipos. Entretanto, entre os genótipos, foram observadas diferenças em relação à espessura de toucinho (suínos tipo banha > tipo carne), área de olho de lombo e comprimento de carcaça (tipo carne > tipo banha).

Entretanto, VAREL *et al.* (1984), encontraram efeitos depressivos sobre características de carcaça com o oferecimento de 35% de farinha de alfafa para suínos em crescimento, observando menor peso de carcaça, menor área de olho de lombo e menor espessura de toucinho.

Não foram observados efeitos sobre a área de olho de lombo, comprimento e rendimento de carcaça, quando foram oferecidas rações contendo 0 ou 20 % de casca de soja para suínos em crescimento (HALE &

UTLEY, 1985), nem sobre a espessura de toucinho, quando a ração oferecida continha 10% de farinha de alfafa (STAHLY & CROMWELL, 1986).

Em relação ao desempenho e às características de carcaça, HALE *et al.* (1986) analisaram os efeitos resultantes do oferecimento ou não de dieta fibrosa (0 e 10 % de casca de amendoim, respectivamente), e observaram que a adição de 10% de casca de amendoim à ração basal de suínos em crescimento promoveu menor ganho diário de peso, pior conversão alimentar e menor espessura de toucinho destes animais.

2.3.3. Efeitos da fibra dietética sobre as características morfofisiológicas do trato gastrointestinal de suínos

CASSIDY *et al.* (1981) e JIN *et al.* (1994) afirmaram que dietas contendo fibra dietética, são responsáveis por alterações na morfologia intestinal de animais não-ruminantes. Entretanto, o papel dos diversos fatores dietéticos sobre o crescimento e desenvolvimento intestinal, ainda não é completamente conhecido e entendido (JIN *et al.*, 1994).

De acordo com HANSEN *et al.* (1992), em monogástricos, como suínos, o peso, volume e capacidade do trato gastrointestinal apresentaram aumento na presença de fibra dietética, evidenciando alterações na motilidade e morfologia do trato gastrointestinal destes animais alimentados com rações fibrosas.

Em relação ao peso dos órgãos, KASS *et al.* (1980a) e HALE *et al.* (1986), não encontraram efeito significativo dos níveis de 20% de farinha de alfafa ou 10% de casca de amendoim, sobre o peso absoluto dos segmentos

gastrointestinais ou peso total do mesmo. Entretanto, foi observado aumento do peso do colo e peso total do trato gastrointestinal de suínos alimentados com 40 e 60 % de farinha de alfafa (KASS *et al.*, 1980a).

PEKAS *et al.* (1983), detectaram elevação no peso do intestino delgado, colo e reto de suínos alimentados com ração contendo 50% de alfafa desidratada.

POND *et al.* (1981) e HALE *et al.* (1986), não observaram efeito significativo da dieta fibrosa (0 e 20 % de farinha de alfafa) sobre o peso do estômago vazio, intestino delgado, ceco ou colo, coração, pulmão, rins e fígado, ou, sobre o comprimento do intestino delgado.

Já POND *et al.* (1988), relataram que os pesos relativos do fígado, coração, estômago vazio, intestinos delgado e grosso aumentaram quando se ofereceu ração contendo 80% de farinha de alfafa. Esta observação é de especial significância quando se considera a elevada correlação entre os pesos dos órgãos viscerais vazios e a produção de calor basal (POND, 1989; POND *et al.*, 1989).

2.3.4. Efeitos da fibra dietética sobre as características histológicas da mucosa intestinal de suínos

Em relação a dados referentes a histologia das células intestinais, CASSIDY *et al.* (1981), observaram que a celulose adicionada a dietas de ratos, foi responsável pela promoção da hipoplasia do jejuno, detectado como redução da proliferação celular, em decorrência da baixa demanda da mucosa intestinal, enquanto que, esta mesma fonte reduziu em 15% o

comprimento das vilosidades do jejuno e íleo de suínos em crescimento (JIN *et al.*, 1994).

MOORE *et al.* (1988), trabalhando com dietas fibrosas (15% de casca de aveia, 15% de casca de soja e 20% de farinha de alfafa), não observaram modificações na forma das vilosidades nem na morfologia da superfície do jejuno de suínos em fase de crescimento, embora tenha sido observado perda de células no ápice destas vilosidades. Foi observado também, perda do epitélio em diversos animais alimentados com dietas fibrosas, sugerindo que os animais podem estar susceptíveis a mudanças morfológicas intestinais (VAREL & POND, 1986; MOORE *et al.*, 1988).

Em contrapartida, JIN *et al.* (1994), observaram aumento na largura das vilosidades do jejuno e íleo e aumento na profundidade das criptas do jejuno, íleo e colo, de animais alimentados com ração fibrosa. Entretanto, não foi observado diferenças no comprimento das vilosidades do duodeno, jejuno e íleo, entre grupos de animais alimentados com rações contendo 0 e 10 % de palhada de trigo.

Portanto, através de estudos morfológicos do intestino, pode-se afirmar que o declínio na eficiência alimentar observado em suínos alimentados com dietas contendo elevados teores de fibra dietética, segundo POND *et al.* (1988 e 1989), pode estar associado com a elevação da produção de calor basal em somatória com a redução da digestibilidade da energia dietética.

Devido ao fato de alimentos fibrosos apresentarem uma grande fração de energia digestível perdida como calor durante o processo digestivo e metabólico (incremento calórico), superior aos carboidratos não-estruturais e

aos lipídeos, o valor nutricional de uma dieta fibrosa pode ser influenciada pelo meio térmico ao qual os suínos são submetidos (STAHLY & CROMWELL, 1986).

Foi observado que a adição de 10% de farinha de alfafa desidratada nas dietas deprimiu o ganho de peso em somente 1% para animais alocados em ambiente frio (10°C), comparado com depressões de 3 e 5 % para ambientes termoneutro (22,5°C) e quente (35°C), respectivamente. A eficiência alimentar foi deprimida em 1; 7 e 10 % em ambientes frio, termoneutro e quente, respectivamente, com a adição de dieta fibrosa. A eficiência de utilização da energia metabolizável foi elevada em 2% com a adição de farinha de alfafa em ambiente frio, mas diminuída em 5 e 6 % em ambiente termoneutro e quente (STAHLY & CROMWELL, 1986).

Portanto, embora resultados de algumas pesquisas envolvendo a utilização de fibra dietética na alimentação de suínos sejam, algumas vezes, contraditórios, não foram observados severos prejuízos no desempenho e características de carcaça destes animais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Considerações gerais

a) Local, animais, instalações e manejo

A parte experimental desta pesquisa foi conduzida no setor de suinocultura, pertencente à Prefeitura do Campus Administrativo de Pirassununga, da Universidade de São Paulo, PCAPS/USP, Pirassununga-SP.

Foram utilizadas 20 marrãs puras e mestiças das raças Landrace e Large White, com idade média inicial de 110,5 dias e peso médio inicial de 52,85 kg. O final do período experimental foi determinado pelo surgimento do terceiro cio fisiológico (primeiro cio útil), quando as fêmeas apresentaram idade e peso médios finais de 203,7 dias e 108,1 kg, respectivamente.

Os animais foram mantidos em baias individuais equipadas com bebedouro tipo chupeta e comedouro tipo cocho, onde receberam, água à vontade e ração controlada. As baias eram constituídas por piso cimentado e divisória vazada, que permitia visualização entre as fêmeas.

Diariamente, as baias eram raspadas e varridas, enquanto que a cada dois dias, procedia-se à lavagem dos cochos e das baias. Duas vezes ao dia verificava-se o funcionamento e a vazão de água dos bebedouros.

O manejo alimentar foi realizado duas vezes ao dia, às 7h30 e 17h30. Durante o período de "flushing", o oferecimento de ração foi feito três vezes ao dia, às 7h30, 12h30 e 17h30. Os animais passaram por um período de adaptação às rações experimentais, de cinco dias. A cada dia, a ração controle, até então oferecida a todos os animais, foi sendo substituída na ordem de 20% pelas rações experimentais.

A partir dos 140 dias de vida, aproximadamente, as marrãs foram expostas à presença do macho, através de passeios diários do mesmo, em solário 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 entrada no segundo e terceiro cios.

Do início do experimento até o surgimento do segundo cio, as fêmeas receberam ração controlada, na quantidade 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 equivalente a 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, quando então, foram sacrificadas.

Os animais foram mantidos em jejum alimentar por um período de 12 horas antes do abate. Duas horas antes do sacrifício, as fêmeas foram pesadas individualmente.

Após o abate dos animais, foram colhidos dados referentes ao peso dos órgãos digestivos cheios (trato gastrointestinal total, estômago, intestino delgado, pâncreas, fígado, vesícula biliar, intestino grosso, ceco e colo) e dos órgãos vazios (estômago, ceco e colo); dos órgãos não digestivos (baço, rins, pulmões e coração), além de amostras do epitélio intestinal (ceco e colo) e dados referentes às características de carcaça (espessura de toucinho e pesos das carcaças quente e fria).

b) Rações experimentais

Durante o período experimental, as fêmeas receberam rações isoprotéicas e isoenergéticas como apresenta a Tabela 1, formuladas de acordo com as exigências nutricionais desta categoria animal, segundo o National Research Council (NRC,1988).

O feno de "coast cross" (*Cynodon dactylon*), constituiu a fonte de fibra dietética utilizada, o qual foi moído e adicionado à ração farelada, determinando níveis crescentes de fibra em detergente neutro.

Os tratamentos experimentais foram representados por:

- T₁: ração testemunha à base de milho e farelo de soja
- T₂: ração testemunha com incremento de 6,6% de FDN oferecido por 10% de feno moído
- T₃: ração testemunha com incremento de 13,2% de FDN oferecido por 20% de feno moído
- T₄: ração testemunha com incremento de 19,8% de FDN oferecido por 30% de feno moído.

Objetivando evitar problemas de segregação do feno moído dos outros ingredientes, as rações foram ensacadas em sacos plásticos individuais, nas quantidades de 1,250 kg e 1,166 kg, referentes ao consumo diário, durante o período normal e de "flushing", respectivamente.

Do total da ração de cada tratamento, realizou-se uma minuciosa amostragem, equivalente a cerca de 0,5%, para posterior análise laboratorial.

Tabela 1- Composição percentual das rações experimentais.

INGREDIENTES, %	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Milho	79,90	66,50	53,16	39,85
Feno moído	-	10,00	20,00	30,00
Farelo de soja	17,89	17,95	17,90	17,90
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 e vitamínico ^a	0,45	0,45	0,45	0,45
L-Lisina	0,05	0,09	0,13	0,17
Sal comum (NaCl)	0,30	0,30	0,30	0,30
Valores de análise:				
Proteína Bruta, %	15,78	15,98	15,52	15,86
Energia Bruta, kcal/kg ração	4.106	4.180	4.168	4.349
Cálcio, %	0,58	0,52	0,51	0,53
Fósforo, %	0,59	0,59	0,62	0,62
Fibra em detergente neutro, %	12,00	20,00	26,00	33,00

^a Suprimindo as seguintes quantidades por kg de ração:

vit.A, 6500 UI; vit.D₃, 1500 UI; vit.E, 15 UI; niacina, 20 mg; ácido pantotênico, 15 mg; riboflavina (B₂), 4 mg; vit.K, 2,8 mg; tiamina (B₁), 1,5 mg; piridoxina (B₆), 1,5 mg; ácido fólico, 0,55 mg; biotina, 0,12 mg; vit. B₁₂, 18 mcg; colina, 0,52 g; cobalto, 0,10 mg; selênio 0,30 mg; iodo, 0,42 mg; cobre, 7,5 mg; manganês, 7,5 mg; ferro, 45 mg; zinco, 65g.

3.2. Avaliação do desempenho animal

Para a avaliação do desempenho animal, os dados de peso individual foram colhidos no início e no final da etapa experimental, enquanto que, os dados de consumo de ração foram obtidos individual e diariamente, durante todo o período experimental. A conversão alimentar foi calculada a partir dos dados de ingestão total e ganho de peso, no período considerado.

3.3. Ensaio de digestibilidade dos componentes dietéticos

As determinações dos coeficientes aparentes de digestibilidade dos componentes dietéticos foram efetuadas utilizando amostras alimentares e fecais, no final do período experimental.

Foi empregado o método da colheita parcial de fezes, de acordo com metodologia utilizada por MOREIRA (1993), onde o marcador utilizado foi o óxido crômico (Cr_2O_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 coleta de fezes.

Foram colhidos cerca de 200 g de fezes diretamente do reto dos animais, após cada refeição, as quais foram imediatamente acondicionadas em sacos plásticos transparentes, devidamente identificados e posteriormente congeladas.

Ao final do período de colheita, as amostras fecais de cada fêmea foram descongeladas, homogeneizadas e retirada uma subamostra equivalente a cerca de 600 g. Estas subamostras foram secas em bandejas de alumínio, em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, durante 72 horas. Posteriormente, foram finamente moídas em moinho tipo Willey, em peneira crivada de 1 mm de diâmetro e submetidas às análises bromatológicas, realizadas pelo Laboratório de Bromatologia da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, FMVZ/USP-Pirassununga. 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 (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cálcio (Ca), foram realizadas de acordo com a Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 1980). Para as análises de fósforo (P), foi empregado o método de FISKE & SUBBAROW (1925). Todas as amostras foram analisadas em triplicata.

As análises de fibra em detergente neutro (FDN) foram realizadas segundo metodologia proposta por GOERING & VAN SOEST (1970).

O óxido crômico das fezes foi determinado através do método de espectrofotometria de absorção atômica (modelo PERKIN-ELMER), realizado pelo Laboratório de Análises Químicas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA, ESALQ/ USP-Piracicaba. As análises de energia bruta (EB) das amostras de fezes e ração foram realizadas através do uso de bomba calorimétrica automática modelo "Parr".

3.4. Morfologia dos órgãos digestivos e dos não digestivos

Após o sacrifício dos animais, a cavidade abdominal de cada fêmea foi aberta por incisão longitudinal, retirando-se e pesando-se os órgãos digestivos cheios (trato gastrointestinal total, estômago, intestino delgado, pâncreas, fígado, vesícula biliar, intestino grosso, ceco e colo), e os vazios (estômago, ceco e colo); e os não digestivos (baço, rins, pulmões e coração).

O estômago, ceco e colo foram pesados vazios, após serem abertos longitudinalmente e lavados com água fria, para retirada do digesta ali contido.

3.5. Histologia do epitélio do intestino grosso

A produção de muco das críptas das vilosidades intestinais, foi determinada através de um estudo histológico de amostras de tecido do ceco e colo de cada um dos animais experimentais.

Imediatamente após a retirada e pesagem do trato gastrointestinal como um todo e dos seus órgãos componentes, foram colhidos, antes da lavagem destes órgãos, segmentos de cerca de 1 cm de comprimento da mucosa do ceco e do colo dos animais, os quais foram acondicionados em líquido fixador de Bouin por 24 horas. Após a fixação, o material foi desidratado em concentrações crescentes de álcool a 70, 95 e 100 %, sendo diafanizado por passagem em 3 banhos de xilol e incluído em parafina. Os blocos de parafina com as amostras foram cortados em um micrótomo Reichert-Jung 2066 automático, obtendo-se cortes da espessura de 5µm.

Os cortes foram colhidos em lâminas de vidro e corados pelo método da hematoxilina e eosina para estudo morfológico. Para a evidenciação do muco neutro, os cortes foram submetidos à reação histoquímica PAS (ácido periódico-reativo de Schiff), com coloração de fundo pela hematoxilina (LILLIE & FULLMER, 1976).

Para o cálculo da proporção volumétrica de muco, foi utilizado microscópio ótico *ZEISS*, com ocular de retículo com 360 pontos (*ZEISS* - 8X). Após acoplar a ocular ao microscópio, foi utilizada uma objetiva de imersão (100 X). Procedeu-se então à contagem da produção de muco das células, considerando-se apenas os pontos (intersecções das retas) que caíssem sobre o epitélio de cada campo a ser analisado. Foram anotadas as frações que caíram sobre as células mucosas e células epiteliais, de acordo com o proposto por WEIBEL (1989).

3.6. Características de carcaça

Após todos os procedimentos de abate, esvicação e divisão das carcaças, as meias carcaças foram pesadas para obtenção do peso de carcaça quente. Em seguida, as meias-carcaças foram armazenadas em câmara fria (3-5°C), para o estabelecimento do rigor mortis. No final de 24 horas, as meias-carcaças foram pesadas para obtenção do peso da carcaça à frio. Avaliou-se em seguida a espessura de toucinho entre a 10^ª-11^ª vértebras.

Os rendimentos de carcaça quente e de carcaça fria foram calculados por divisão dos pesos das carcaças à quente e à frio pelo peso vivo dos respectivos animais.

Para o cálculo de rendimento de carne magra, procedeu-se à desossa das meias-carcaças direitas, sendo este valor calculado como a relação entre o peso de carne magra (pernil com osso, carré, paleta sem osso e copa sem osso) e da carcaça padrão (peso da meia-carcaça menos os pesos da cabeça, pé, rabo e unto).

3.7. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e cinco repetições/tratamento. Cada unidade experimental foi representada por uma baia contendo uma fêmea.

Os blocos foram determinados baseados no padrão racial e no peso vivo das fêmeas no início do período experimental.

Todos os dados experimentais obtidos foram submetidos à análise de variância (SAS, 1985), sendo os graus de liberdade dos tratamentos decompostos em componentes individuais de regressão, conforme STEEL & TORRIE (1980).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características de desempenho

As médias de ganho diário de peso (GDP), peso corporal e idade por ocasião do 1º cio útil (PC1ºC e I1ºC, respectivamente), consumo diário de ração (CDR), conversão alimentar (CA), bem como os resultados da análise de variância e dos coeficientes de variação (CV%) estão apresentados na Tabela 2. Os valores individuais das mesmas características estão na Tabela A₁, do Apêndice.

Em relação às características de desempenho animal, o incremento de FDN na ração das mães, promoveu respostas lineares ($P < 0,01$) no ganho diário de peso (0,675; 0,607; 0,525; 0,483 g); no peso corporal por ocasião do primeiro cio útil (118,0; 114,0; 102,2; 98,2 kg) e na conversão alimentar (3,61; 4,05; 4,63; 5,26). No referente à idade de ocorrência do primeiro cio útil, o incremento de FDN na ração não promoveu efeito significativo ($P > 0,10$) sobre esta característica, a qual apresentou valor médio de 203,7 dias.

TABELA 2 - Valores médios das características de desempenho de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Ítems	Incremento de FDN %				Média	Análise de variância		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM ¹	C.V. ² %	P>F
Número de animais	5	5	5	5	-	-	-	-
Período experimental, dias	96,6	99,8	95,4	97,4	97,3	-	-	-
Peso, kg								
Inicial	52,80	53,40	52,20	53,00	52,85	0,532	2,25	0,520
Ao 1 cio útil **	118,00 ^a	114,00 ^{ab}	102,20 ^{ab}	98,20 ^b	108,10	4,032	8,34	0,004
Idade, dias								
Inicial	111,00	116,00	105,60	109,40	110,50	2,944	5,96	0,147
Ao 1 cio útil	203,60	211,20	198,80	201,20	203,70	3,355	3,70	0,211
Consumo diário de ração, kg	2,43	2,41	2,41	2,37	2,40	0,025	2,29	0,265
Ganho diário de peso, kg *	0,675 ^a	0,607 ^{ab}	0,525 ^{ab}	0,483 ^b	0,573	0,041	16,03	0,027
Conversão alimentar*	3,61 ^a	4,05 ^{ab}	4,63 ^{ab}	5,26 ^b	4,39	0,340	17,32	0,025

¹ Erro padrão das médias dos tratamentos

² Coeficiente de variação

Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem significativamente (P<0,01**) e (P<0,05*) pelo teste de Tukey.

4.1.1. Ganho diário de peso

O incremento de FDN na ração de marrãs, promoveu decréscimo linear (P<0,01) no ganho diário de peso ($GDP = 0,671420 - 0,0099818X$), como mostra a Figura 1. Através da equação de regressão, observou-se uma redução de 10g neste parâmetro, para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal de marrãs. A maioria dos trabalhos (DANIELSON & NOONAN, 1975; KASS *et al.*, 1980a; FRANK *et al.*, 1983; PEKAS *et al.*, 1983; VAREL & POND, 1983; HALE & UTLEY, 1985; HALE *et al.*,

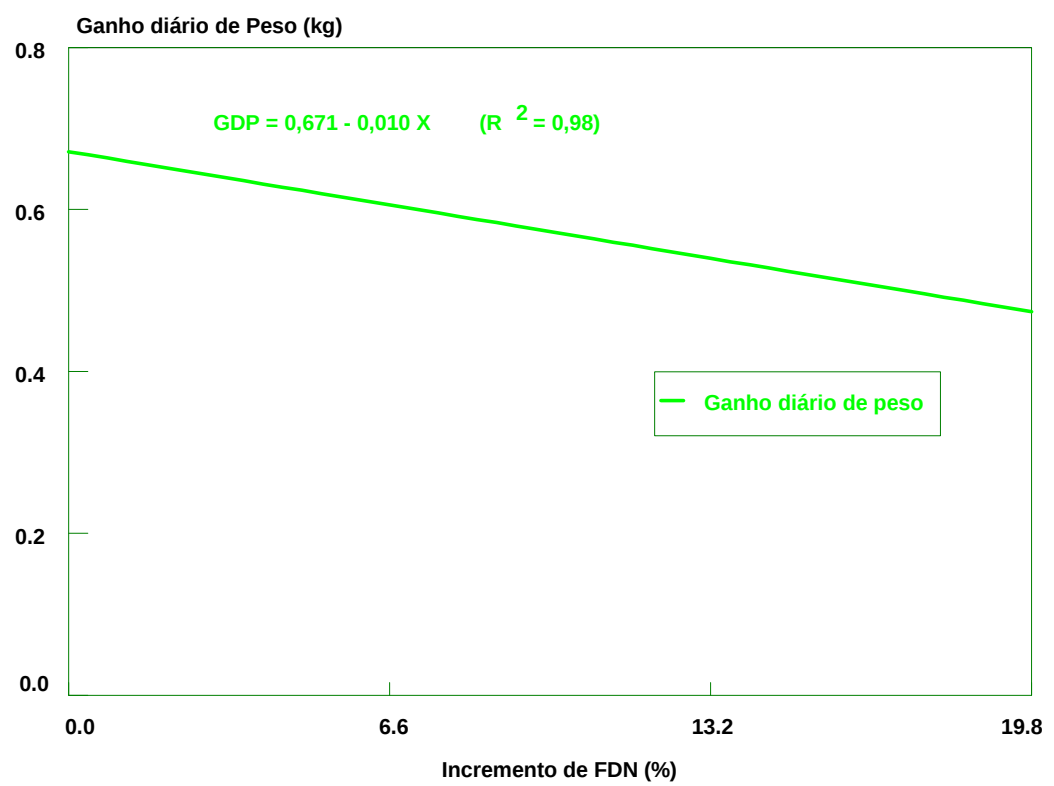


FIGURA 1. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o ganho diário de peso (GDP) em marrãs.

1986; POND *et al.*, 1986, e 1989; LUN *et al.*, 1988; HUO, 1993), também atribuíram à fibra dietética o efeito de reduzir o ganho de peso, embora os níveis e fontes de fibra utilizadas tenham sido bastante variadas.

Entretanto, KASS *et al.* (1980a), não observaram diferença no ganho diário de peso de suínos em crescimento alimentados com ração contendo 26% FDN (20% de farinha de alfafa); enquanto que WOJCIK *et al.* (1993), registraram melhorias no ganho de peso quando o teor de fibra bruta da ração aumentou de 8,2 para 11,9 % (0,547 x 0,613 g/dia).

A redução no peso corporal de animais alimentados com rações fibrosas pode estar diretamente relacionada com a diminuição da digestibilidade dos componentes nutritivos da ração, promovido pelo incremento da fração fibra dietética, como afirmaram ETIENNE (1987) e BELL & KEITH (1988). Uma das causas da diminuição na digestibilidade dos alimentos ou rações volumosas ocorre principalmente devido à mais rápida taxa de passagem do digesta pelo trato gastrointestinal, reduzindo assim o período de fermentação e degradação dos carboidratos estruturais inerentes à fibra dietética.

É importante lembrar que, de acordo com o postulado por MATTE *et al.* (1994) e SESTI & PASSOS JR. (1994), deve ser evitado ganhos reduzido ou excessivo, tanto de peso quanto de gordura corporal durante o desenvolvimento corpóreo das marrãs, pois, a maturação do eixo reprodutivo e consequente aparecimento da puberdade em marrãs depende da condição corporal (KIRKWOOD & AHERNE, 1985; SESTI & PASSOS JR., 1994).

No entanto, para que a maturação do eixo reprodutivo hipotálamo-hipófise-ovários acompanhe a velocidade de crescimento corporal, SESTI & PASSOS JR. (1994) sugeriu um valor de ganho diário de peso do nascimento ao crescimento de marrãs, entre 0,500 e 0,650 kg.

4.1.2. Peso corporal por ocasião do 1º cio útil

O incremento de FDN na ração basal de marrãs, promoveu decréscimo linear ($P < 0,01$) do peso corporal das mesmas, por ocasião do primeiro cio útil ($PC1^0C = 118,780000 - 1,0787879X$), como apresentado na Figura 2. Para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal de marrãs, observou-se perda de 1 kg de peso corporal por ocasião do primeiro cio útil.

ROPPA (1991), sugeriu que as marrãs devem apresentar por ocasião do primeiro cio útil, valores ideais de peso corporal e de espessura de toucinho iguais à 110 kg e 2,0 cm, respectivamente. Pela equação de regressão pôde-se observar que o peso ideal por volta do primeiro cio útil, pode ser obtido com o incremento de até 8,14% de FDN na ração basal das marrãs, equivalendo à adição de 12% de feno de "coast cross", ao passo que somente a ração com 19,8% de incremento de FDN, não propiciou valor de espessura de toucinho mínimo desejável.

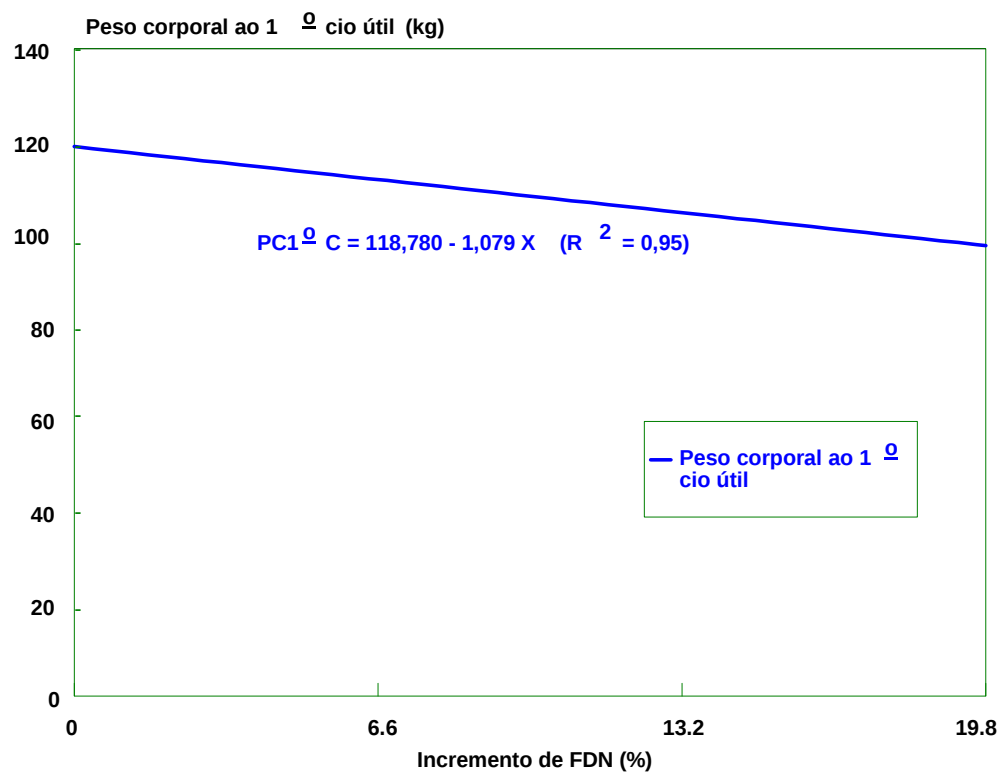


FIGURA 2. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso corporal ao 1º cio útil (PC 1º C) em marrãs.

Desta maneira, evidenciou-se que o incremento de FDN na ração basal de marrãs controla ganhos excessivos de peso e de gordura corporal por ocasião da puberdade, evitando portanto, possíveis prejuízos sobre o sistema reprodutivo das mesmas.

4.1.3. Idade de ocorrência do 1º cio útil

No referente à idade de ocorrência do primeiro cio útil, o incremento de FDN na ração não promoveu efeito significativo ($P>0,10$) sobre esta característica (203,6; 211,2; 198,8; 201,2 dias), a qual apresentou um valor médio de 203,7 dias.

De acordo com SESTI & PASSOS JR. (1994), o efeito da nutrição sobre a idade à puberdade é possivelmente mediado 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 ao redor de 200 dias de vida. Segundo HUGHES & VARLEY (1984), a puberdade nas marrãs está mais relacionada a idade do que ao peso corporal que estas fêmeas apresentem por volta dos 190-200 dias de vida.

Entretanto, segundo KIRKWOOD & AHERNE (1985), nem a idade nem o peso e composição corporais avaliados individualmente, oferecem parâmetros totalmente confiáveis para traçar o perfil do desenvolvimento reprodutivo das marrãs.

Belnatrena *et al.*, citado por SESTI & PASSOS JR. (1994) relataram correlação entre a taxa de crescimento e a idade à puberdade em marrãs híbridas, demonstrando que taxas de crescimento entre 0,500 - 0,650 g/dia promoveram redução na idade de ocorrência do primeiro cio útil, quando comparada à ganhos inferiores e superiores, respectivamente.

Sendo assim, o aparecimento da puberdade em marrãs, tem sido associada com o peso e composição corporais, pois de acordo com SESTI & PASSOS JR. (1994) o aparecimento da puberdade em mamíferos dependeria do atingimento de um limiar em termos tanto de peso quanto de composição corporais, equivalentes à 110,0 kg e 2,0 cm de espessura de toucinho, entre a 10^a-11^a vértebra torácica.

Portanto, os resultados de idade de ocorrência do primeiro cio útil das marrãs alimentadas com rações contendo incremento de FDN, demonstraram um valor médio similar ao apresentado por fêmeas alimentadas com ração convencional; uma vez que as marrãs alimentadas com rações fibrosas apresentaram valor médio de ganho diário de peso ao redor de 0,573 g, sugerindo assim que o incremento de FDN na ração não promoveu alterações nos valores do surgimento da puberde.

4.1.4. Consumo diário de ração

Não foram observadas diferenças no consumo diário entre as rações experimentais; estas foram formuladas para conterem o mesmo teor de energia digestível, e para serem oferecidas em quantidade diária controlada, durante toda a fase pré-púbere e púbere. Este resultado foi semelhante ao obtido por PEKAS *et al.* (1983), VAREL *et al.* (1983) e HALE & UTLEY (1985),

os quais não detectaram diferenças nos consumos de rações contendo farinha de alfafa (50 e 35 %) ou casca de soja (20%), como fonte de fibra dietética. Entretanto, alguns autores (FRANK *et al.*, 1983; HALE *et al.*, 1986) observaram aumento no consumo alimentar de rações fibrosas (7,5 e 15 % de sabugo de milho moído, correspondentes à 13,5 e 18,9% FDN; 10% de casca de amendoim, respectivamente), possivelmente por que estas rações foram formuladas para apresentarem menor densidade energética, sugerindo então, que os suínos elevaram o consumo visando suprir o requerimento energético. Outros autores em contrapartida, observaram redução linear do consumo diário de ração (LUN *et al.*, 1988; POND *et al.*, 1988 e 1989), a qual poderia ser justificada pela ativação do centro de saciedade do animal, em decorrência da maior distensão da parede estomacal promovida pelas dietas fibrosas.

4.1.5. Conversão alimentar

A conversão alimentar apresentou piora linear ($CA = 3,562600 + 0,0838788X$), como mostra a Figura 3, com o incremento de FDN na ração basal, em decorrência do fato das fêmeas alimentadas com rações fibrosas, terem consumido a mesma quantidade de alimento, entretanto apresentando menor ganho de peso corporal. O mesmo resultado foi encontrado por FRANK *et al.* (1983), PEKAS *et al.* (1983), VAREL & POND (1983), HALE & UTLEY (1985), HALE *et al.* (1986), POND *et al.* (1986 e 1988), LUN *et al.* (1988) e HUO (1993). Em contrapartida, KASS *et al.* (1980a) não registraram alterações neste parâmetro, com rações contendo 31 e 43 % de FDN (40 e 60 % de farinha de alfafa, respectivamente).

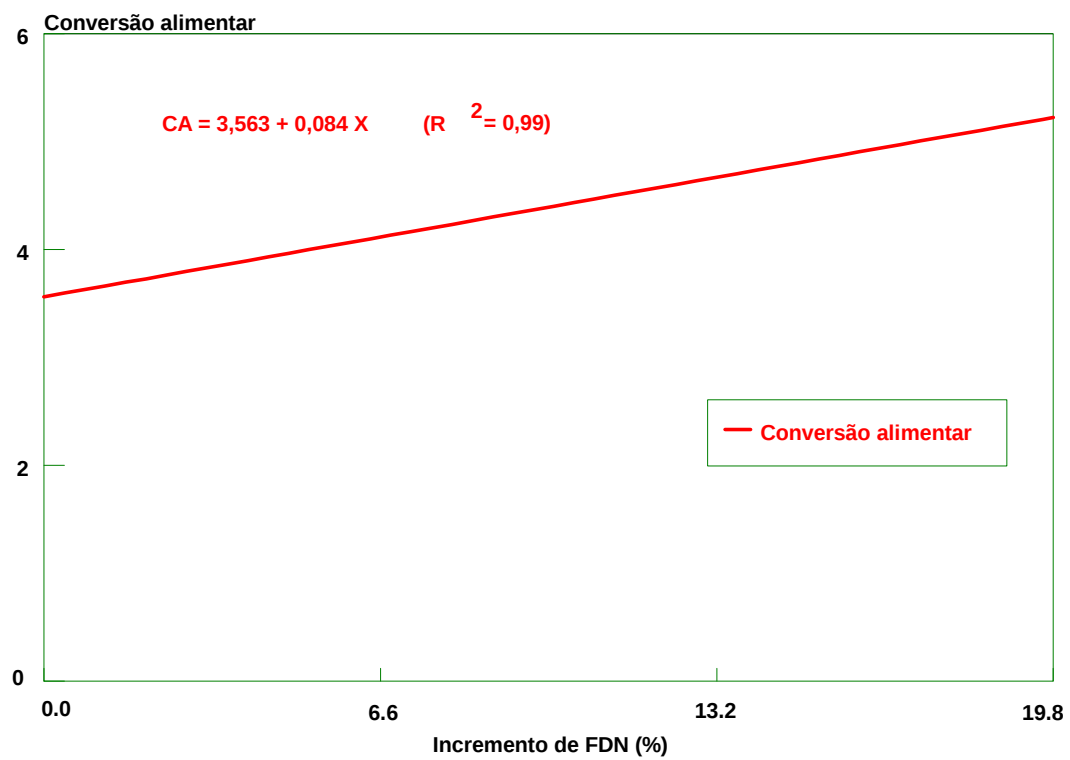


FIGURA 3. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a conversão alimentar (CA) em marrãs.

4.2. Digestibilidade dos componentes dietéticos

Os valores médios referentes à digestibilidade dos componentes dietéticos das marrãs alimentadas com as rações experimentais, como matéria seca, proteína bruta, energia bruta, fibra em detergente neutro e extrato etéreo, bem como os resultados da análise de variância e coeficientes de variação estão apresentados na Tabela 3. Os valores individuais destas características, e os referentes às análises bromatológicas das fezes das marrãs, encontram-se na Tabela A₂ e A₃ do Apêndice, respectivamente.

TABELA 3 - Valores médios dos coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes dietéticos das rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

C.D. (%)	Incremento de FDN na ração, %				Média	Análise de variância		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM ¹	CV ² %	P > F
Matéria seca **	76,23 ^a	67,23 ^{ab}	55,83 ^b	55,73 ^b	63,75	3,30	11,57	0,002
Proteína bruta *	72,16 ^a	64,46 ^{ab}	53,52 ^b	62,74 ^{ab}	63,22	3,51	12,42	0,021
Energia Bruta **	71,95 ^a	61,23 ^{ab}	49,21 ^b	53,81 ^b	59,05	3,81	14,44	0,006
Fibra em detergente neutro *	56,63 ^a	44,24 ^{ab}	34,17 ^b	39,12 ^{ab}	43,54	5,08	26,11	0,046
Extrato etéreo	49,06	49,19	55,50	42,81	49,14	6,54	29,99	0,617

¹ Erro padrão da média

² Coeficiente de variação

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem significativamente (P<0,01**) e (P<0,05*) pelo teste de Tukey.

A digestibilidade dos componentes dietéticos foi influenciada pela presença de fibra dietética na ração das marrãs. A adição de FDN promoveu redução linear (P<0,01) na digestibilidade da matéria seca (76,23; 67,23; 55,83; 55,73 %); também linear (P<0,05) da fibra em detergente neutro (56,63; 44,24; 34,17; 39,12 %); quadrática no coeficiente de digestibilidade

da proteína bruta [($P < 0,05$); 72,16; 64,46; 53,52; 62,74 %] e energia bruta [($P < 0,01$); 71,95; 61,23; 49,21; 53,81 %]. A digestibilidade do extrato etéreo não foi afetada ($P > 0,60$) pela presença de fibra na ração.

Devido ser o intestino grosso (ceco e colo) o órgão primário responsável pela regulação da taxa de passagem do digesta alimentar através do trato gastrointestinal (KASS *et al.*, 1980a), FARREL & JOHNSON (1970) e RAVIDRAN *et al.* (1984), sugeriram que ração contendo ingredientes fibrosos, poderia promover acelerada taxa de passagem do digesta pelo trato gastrointestinal, em decorrência a estímulos mecânicos primários de distensão, pela presença de resíduos volumosos no interior principalmente do colo. Assim, a redução na digestibilidade dos componentes dietéticos estaria associada ao decréscimo do tempo viável da digestão enzimática e microbiana no intestino delgado e grosso, respectivamente.

4.2.1. Matéria seca

A adição de FDN na ração basal de marrãs, promoveu redução linear ($P < 0,01$) na digestibilidade da matéria seca ($DMS = 74,692201 - 1,1048182X$), sendo que para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal, houve um decréscimo de 1,10% na digestibilidade deste componente (Figura 4).

O decréscimo da digestibilidade da matéria seca, segundo ETIENNE (1987), ocorreu devido ao menor tamanho do trato gastrointestinal apresentado por marrãs em crescimento alimentadas com rações fibrosas. Uma possível explicação para a mais alta digestibilidade dos nutrientes observada em animais adultos, é que estes apresentariam maior volume,

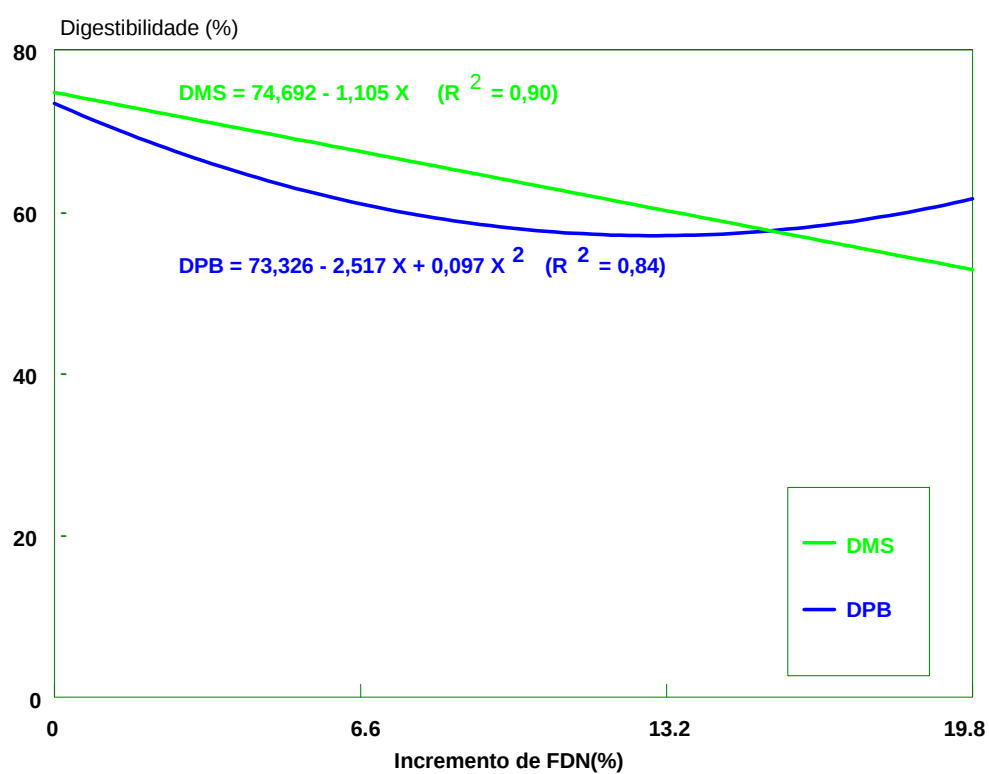


FIGURA 4. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS) e a digestibilidade da proteína bruta (DPB) em marrãs.

especialmente do intestino grosso, associado ao mais longo tempo de adaptação da dieta, quando comparados à animais em crescimento.

RODRIGUEZ *et al.* (1990) e SCHULZE *et al.* (1994a), trabalhando com a adição dos mesmos níveis de FDN na ração basal (0, 6, 12, 18 % e 6,8 %, respectivamente) de suínos em início de crescimento, também encontraram redução linear ($P < 0,002$) na digestibilidade da matéria seca.

O decréscimo linear na digestibilidade da matéria seca em rações contendo teores crescentes de FDN, poderia ser resultante da substituição de uma fonte de carboidrato altamente digestível (amido), por uma fonte de menor digestibilidade, como é o caso do feno de gramínea.

Diversos autores (EHLE *et al.*, 1982; LOPEZ & WHITE, 1991; FEVRIER *et al.*, 1993; FLEISCHER *et al.*, 1993) também encontraram redução da digestibilidade da matéria seca, embora com fontes e níveis de fibra dietética diferentes da utilizada nesta pesquisa; como é o caso de KASS *et al.* (1980a), os quais observaram o mesmo resultado com rações contendo 26, 32 e 44 % de FDN (20, 40 ou 60 % de farinha de alfafa), sendo este resultado atribuído ao aumento da taxa de passagem do digesta através do trato intestinal, exercido pela ração volumosa.

FRANK *et al.* (1983) e CALVERT *et al.* (1985), trabalhando com rações contendo 13,5; 18,9 e 14,0; 31,0; 47,0 % de FDN (equivalente à 7,5; 15 % de sabugo de milho e 5; 50; 95 % de farinha de alfafa), respectivamente, também observaram redução na digestibilidade da matéria seca, sendo que esta redução, segundo MOORE *et al.* (1988), CHABEAUTI *et al.* (1991) e CHABEAUTI & NOBLET (1992), ocorreria independentemente da fonte de fibra dietética empregada na ração basal de suínos.

POND *et al.* (1989) e VAREL *et al.* (1989), observaram uma redução de cerca de 40% na digestibilidade da matéria seca, com a inclusão de 80% de farinha de alfafa na ração basal de suínos adultos (6 meses de idade).

Entretanto, LUN *et al.* (1988), não observaram diferença em relação à digestibilidade da matéria seca, quando se utilizou 50% de triticales em substituição ao milho.

4.2.2. Proteína bruta

A digestibilidade da proteína bruta apresentou resposta ($P < 0,05$) quadrática ($DPB = 73,326399 - 2,5172119X + 0,09715335X^2$) na presença de rações contendo incremento de FDN (Figura 4). Para este nutriente, o menor valor de digestibilidade estimado foi de 57,02%, observado com adição de 12,96% de FDN na ração basal. A partir deste valor, a digestibilidade da proteína bruta elevou-se com o aumento de FDN na ração.

O decréscimo da digestibilidade da proteína nas rações de suínos contendo incremento de FDN, poderia ser atribuído ao aumento da atividade microbiana, principalmente no ceco, a qual seria responsável por uma elevada taxa de excreção fecal de proteína microbiana. Além disto, como afirmaram DIERICK *et al.* (1989) e SCHULZE *et al.* (1994b), dietas fibrosas poderiam elevar o teor de nitrogênio endógeno no conteúdo fecal.

LUN *et al.* (1988), também observaram resposta quadrática da digestibilidade da proteína quando suínos adultos foram alimentados com rações contendo 50% de triticales em substituição ao milho; enquanto outros (KASS *et al.*, 1980a; EHLE *et al.*, 1982; FRANK *et al.*, 1983; CALVERT *et al.*,

1985; HOLZGRAEFE *et al.*, 1985; BELL & KEITH, 1989; FEVRIER *et al.*, 1993; FLEISCHER *et al.*, 1993), observaram apenas uma redução nos valores médios deste parâmetro, com a inclusão de diferentes fontes de fibra dietética na ração dos suínos. POND *et al.* (1989) e VAREL *et al.* (1989) também observaram decréscimo na digestibilidade da proteína bruta, embora com níveis mais elevados de fibra (80% de farinha de alfafa) na ração de suínos adultos.

De acordo com BELL & KEITH (1989), a digestibilidade da proteína bruta dietética, elevou-se em 0,31% para cada quilograma de peso corporal adquirido, sugerindo assim uma relação positiva entre a idade do suíno e a digestibilidade deste nutriente, possivelmente devido ao maior número de bactérias celulolíticas e ao maior tamanho do intestino apresentado pelos animais adultos, quando comparados com animais em crescimento .

ZOIOPOULOS *et al.* (1983) não detectaram efeitos da fibra dietética sobre a digestibilidade da fração protéica da ração de fêmeas primíparas. POND *et al.* (1986) encontraram ainda, valores de digestibilidade da proteína bruta similares para diversas fontes e níveis de fibra dietética (40 ou 96 % de farinha de alfafa ou ainda 20% de sabugo de milho moído).

Contrariamente, BELL & KEITH (1988), relataram um aumento significativo ($P < 0,05$) de 2% na digestibilidade da proteína bruta, quando suínos em crescimento receberam ração com 22% de FDN (25% de casca de cevada).

Desta maneira observa-se que a digestibilidade da proteína bruta, apresenta resultados de literatura, bastante contraditórios.

4.2.3. Energia bruta

A digestibilidade da energia bruta apresentou efeito ($P < 0,01$) quadrática ($DEB = 72,844102 - 2,7481670X + 0,08795915X^2$) em rações contendo níveis crescentes de fibra dietética (Figura 5).

Segundo BELL & KEITH (1989), ocorreria uma relação positiva entre a idade e o valor da energia digestível, quando oferecido ração fibrosa a suínos, possivelmente devido ao maior tamanho do trato intestinal apresentado pelos animais adultos. A digestibilidade da energia digestível aumentaria em 0,21 unidades percentuais por quilograma de peso corporal aumentado, indicando que a viabilidade do oferecimento de ingredientes e/ou rações fibrosas à suínos dependeria da idade e/ou categoria destes animais.

NUZBACK *et al.* (1984) observaram que ração de porca adulta, contendo 40% de FDN (50% de farinha de alfafa) apresentou digestibilidade equivalente à 62,50%, sendo determinado valor de 3079 kcal ED/kg de ração.

Alguns autores, trabalhando com os mesmos níveis de FDN na ração de suínos em crescimento (FRANK *et al.*, 1983 - 13 e 18,9 % e HUO, 1993 - 10 e 20 %), também observaram redução linear na digestibilidade da energia bruta das rações experimentais. Resultados similares foram obtidos também por CALVERT *et al.* (1985), MOORE *et al.* (1988), LOPEZ & WHITE (1991), CHABEAUTI *et al.* (1991), CHABEAUTI & NOBLET (1992), FEVRIER *et al.* (1993) e FLEISCHER *et al.* (1993).

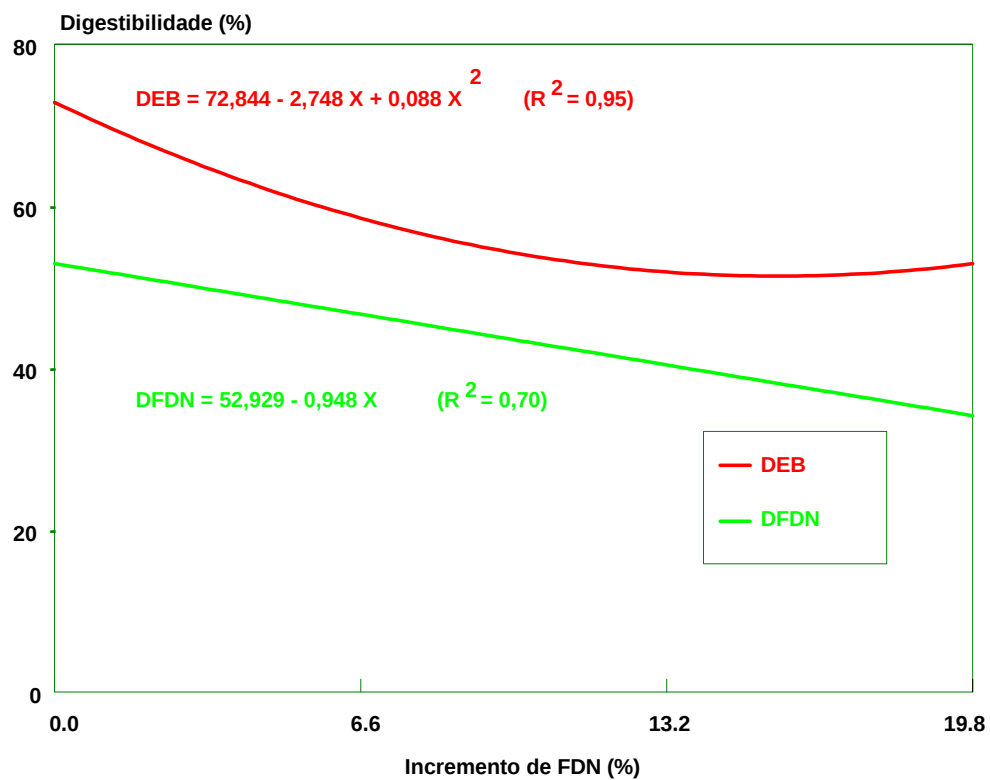


FIGURA 5. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a digestibilidade da energia bruta (DEB) e a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) em marrãs.

RODRIGUEZ *et al.* (1990) utilizando mesma fonte, e nível similar de fibra dietética (13 % de feno de "coast cross"), também observaram uma redução na digestibilidade da energia bruta desta ração, na ordem de 9,2%.

Foi observado por outros autores (POND *et al.*, 1989 e VAREL *et al.*, 1989) uma digestibilidade da energia bruta equivalente à 41,5%, quando adicionado 80% de farinha de alfafa na ração de suínos adultos.

Segundo ETIENNE (1987), o decréscimo do valor da energia digestível de rações fibrosas, ocorreria principalmente devido ao aumento da produção de metano em decorrência da atividade microbiana no intestino, e possivelmente pela maior excreção de energia urinária, ou ainda talvez pela perda de energia na forma de incremento calórico.

CHABEAUTI *et al.* (1991), afirmaram que a digestibilidade aparente da energia decresceu significativamente com o aumento dos níveis de fibra na dieta, especialmente em decorrência da origem da fonte fibrosa utilizada. Isto pode ser justificado, segundo os pesquisadores, pela elevada correlação ($r=0,98$) existente entre a digestibilidade aparente da energia e a digestibilidade total do polissacarídeo não amido da ração, apresentado pelas diferentes fontes de fibra dietética.

Entretanto, POND *et al.* (1986) e LUN *et al.* (1988), não detectaram diferenças significativas ($P>0,05$) entre os valores de energia digestível de rações contendo 96% de farinha de alfafa ou 50% de tritcale em substituição ao milho, respectivamente.

4.2.4. Fibra em detergente neutro

Em relação a digestibilidade da fração fibra em detergente neutro, foi detectado decréscimo ($P < 0,05$) linear ($DFDN = 52,929001 - 0,9484849X$) com os teores crescentes de fibra dietética (Figura 5), indicando que a cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal, a digestibilidade desta fração sofreu decréscimo de 0,95%.

O valor médio da digestibilidade da fração FDN das rações fibrosas, equivaleu à 43,54%, valor semelhante ao encontrado por NUZBACK *et al.* (1984), que trabalhou com ração de porcas contendo maior teor de FDN (40% de FDN - 50% de farinha de alfafa), e encontrou valor de 49,9% de digestibilidade desta fração.

Resultados apresentados por SCHULZE (1994a), mostraram que cerca de 20% da FDN ingerido foi digerido antes mesmo do término do íleo. Devido aos suínos não apresentarem enzimas capazes de hidrolizar a fração FDN, a digestão da mesma seria resultado única e exclusivamente da fermentação bacteriana. Estes autores afirmaram ainda, que os valores de digestibilidade da fração FDN independem do nível de FDN apresentado pela ração.

A maioria das pesquisas (KASS *et al.*, 1980a; EHLE *et al.*, 1982; CALVERT *et al.*, 1985; LOPEZ & WHITE, 1991; FEVRIER *et al.*, 1993), evidenciaram redução da digestibilidade da fração FDN, quando suínos das diversas categorias animais receberam rações fibrosas.

FRANK *et al.* (1983), utilizando rações com os mesmos teores de FDN (13,0 e 19,8 %), também observaram decréscimo linear na digestibilidade desta fração.

A fonte de fibra dietética, segundo MOORE *et al.* (1988), CHABEAUTI *et al.* (1991) e CHABEAUTI & NOBLET (1992), não foi responsável por alteração na digestibilidade da FDN.

A adição de 80% de farinha de alfafa na ração de suínos adultos, promoveu, de acordo com POND *et al.* (1989) e VAREL *et al.* (1989), decréscimo de cerca de 64% na digestibilidade da fração FDN.

Em contrapartida, SCHULZE *et al.* (1994a) não observaram efeitos ($P>0,80$) do incremento de 6, 12 ou 18 % de FDN na ração basal de suínos em crescimento, sobre os valores de digestibilidade da FDN.

4.2.5. Extrato etéreo

A digestibilidade do extrato etéreo não foi influenciada ($P>0,60$) pela dieta fibrosa.

Igualmente, POND *et al.* (1986) não observaram alteração na digestibilidade do extrato etéreo de rações contendo 40% de farinha de alfafa ou 20% de sabugo de milho. Entretanto, quando utilizaram 96% de farinha de alfafa na ração de marrãs gestantes, foi observado uma redução de 37,6% na digestibilidade desta fração.

Em contrapartida, FEVRIER *et al.* (1993), observaram redução na digestibilidade do extrato etéreo, embora tenham trabalhado com diferentes níveis de fibra dietética (20 ou 52 % de farelo de trigo).

É importante lembrar que a digestibilidade dos componentes dietéticos é influenciada por diversos fatores, como: fonte e nível de fibra, condições ambientais, idade, peso corporal, nível alimentar, e estado fisiológico dos animais (DIERICK *et al.*, 1989). Estes diversos fatores poderiam explicar os diferentes resultados encontrados na literatura sobre a digestibilidade dos nutrientes.

Portanto, os resultados encontrados demonstraram uma significativa redução na digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, energia bruta e fibra em detergente neutro, a qual poderia ser explicada principalmente pela maior velocidade de trânsito digestivo promovido pelas rações fibrosas, que acabaria reduzindo o tempo de exposição do digesta à ação das enzimas digestivas e microbianas.

4.3. Morfologia dos órgãos digestivos e dos não digestivos

O peso médio dos órgãos digestivos cheios (trato gastrointestinal total, estômago, intestino delgado, intestino grosso, ceco, colo, pâncreas, fígado e vesícula biliar), e dos vazios (estômago, ceco e colo); e dos órgãos não digestivos (baço, rins, pulmões e coração), expressos em quilograma (kg) e em percentual do peso vivo (%PV), são apresentados nas Tabelas 4 e 5, enquanto que os valores individuais se encontram na Tabela A₄ do Apêndice.

Foram detectados aumentos lineares ($P < 0,01$) nos pesos do estômago vazio e do coração, expressos em percentual do peso vivo, com o incremento de FDN ($PEV = 0,619800 + 0,0090606X$ e $PC = 0,290800 + 0,0025455X$, respectivamente) nas dietas experimentais (Figura 6).

PEKAS *et al.* (1983), também observaram maior peso do coração de suínos tipo carne alimentados com ração contendo 50% de alfafa desidratada, demonstrando ainda, interação significativa da dieta com o

TABELA 4 - Valores médios dos pesos (kg) dos órgãos digestivos e dos não digestivos de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Órgãos (kg)	Incremento de FDN na ração, %				Média (kg)	Análise de variância		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM ¹ (kg)	C.V. ² %	P > F
Trato gastrointestinal								
total	8,54	9,95	8,87	9,20	9,11	0,81	19,91	0,659
Estômago								
Cheio	1,63	1,82	1,41	1,57	1,61	0,21	28,99	0,587
Vazio	0,71	0,81	0,76	0,77	0,76	0,07	26,61	0,532
Intestino								
Delgado	2,68	3,05	2,70	2,67	2,77	0,17	13,36	0,327
Grosso	3,58	4,46	3,98	4,25	4,07	0,51	27,99	0,619
Ceco								
Cheio	0,43	0,42	0,70	0,59	0,54	0,10	43,63	0,218
Vazio	0,17	0,13	0,25	0,17	0,18	0,06	69,86	0,524
Colo								
Cheio	3,09	3,99	3,22	3,53	3,46	0,48	30,71	0,570
Vazio	2,08	2,35	1,75	1,79	1,99	0,16	18,36	0,180
Fígado	1,53	1,20	1,50	1,28	1,38	0,16	25,39	0,380
Vesícula biliar	0,09	0,08	0,08	0,07	0,08	0,04	95,58	0,512
Pâncreas	0,15	0,15	0,17	0,15	0,16	0,02	26,20	0,670
Baço	0,22	0,24	0,20	0,19	0,21	0,01	11,38	0,371
Rins	0,32	0,29	0,27	0,31	0,30	0,02	15,63	0,409
Coração	0,36	0,32	0,34	0,34	0,34	0,11	18,61	0,281
Pulmão	0,81	0,81	0,82	0,74	0,80	0,14	25,69	0,427

¹ Erro padrão da média

² Coeficiente de variação

TABELA 5 - Valores médios dos pesos dos órgãos digestivos e dos não-digestivos, em percentual do peso vivo, de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN).

Órgãos (% PV)	Incremento de FDN na ração, %				Média	Análise de variância		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM ¹	CV ² , %	P > F
Trato gastrointestinal total	7,23	8,69	8,79	9,30	8,50	0,71	18,73	0,250
Estômago								
Cheio	1,38	1,59	1,40	1,59	1,50	0,18	26,90	0,738
Vazio*	0,60 ^b	0,71 ^{ab}	0,74 ^{ab}	0,79 ^a	0,71	0,04	10,97	0,014
Intestino delgado	2,27	2,68	2,67	2,72	2,58	0,13	10,83	0,085
Intestino grosso	3,03	3,89	3,94	4,32	3,84	0,44	25,83	0,256
Ceco								
Cheio	0,36	0,36	0,69	0,59	0,50	0,10	42,12	0,064
Vazio	0,15	0,11	0,23	0,18	0,17	0,05	65,32	0,386
Colo								
Cheio	2,62	3,47	3,20	3,57	3,21	0,41	28,30	0,390
Vazio	1,77	2,06	1,74	1,83	1,85	0,14	16,85	0,410
Fígado	1,29	1,05	1,47	1,32	1,28	0,14	24,20	0,248
Vesícula	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07	0,01	40,84	0,921
Pâncreas	0,13	0,13	0,17	0,15	0,15	0,02	25,23	0,317
Baço	0,19	0,21	0,19	0,20	0,20	0,01	13,63	0,575
Rins	0,27	0,26	0,26	0,31	0,28	0,02	12,39	0,088
Coração*	0,30 ^{ab}	0,28 ^b	0,33 ^{ab}	0,34 ^a	0,32	0,01	8,55	0,017
Pulmão	0,69	0,71	0,81	0,74	0,74	0,06	16,95	0,495

¹ Erro padrão da média

² Coeficiente de variação

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem significativamente (P<0,05*) pelo teste de Tukey.

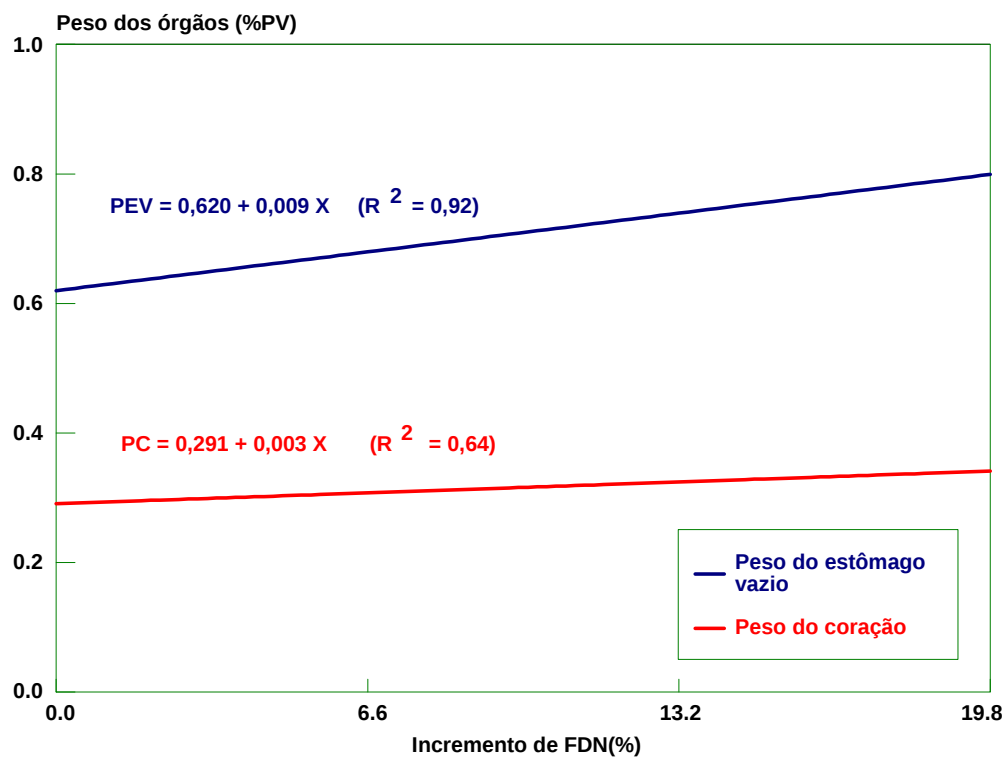


FIGURA 6. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso do estômago vazio (PEV) e do coração (PC), expressos em percentual do peso vivo, de marrãs.

genótipo animal, enquanto que POND *et al.* (1988) e HUO (1994), observaram maior peso do estômago, tanto o cheio quanto o vazio, de suínos alimentados com 13, 43 % e 10, 20 % de FDN, respectivamente. Estes dados sugerem, de acordo com SAKATA (1991) uma adaptação orgânica do animal ao componente fibra da dieta, mas por mecanismos ainda desconhecidos.

Segundo KOONG *et al.* (1985), o aumento do peso dos órgãos digestivos, estaria altamente correlacionado com a produção de calor corporal dos animais; esta, por sua vez, estaria relacionada com o declínio da eficiência alimentar e aumento do incremento calórico de suínos alimentados com elevados níveis de fibra dietética (STAHLY & CROMWELL, 1986).

Entretanto, não foi observado efeito ($P>0,10$) do incremento de FDN na ração sobre o peso absoluto dos órgãos digestivos e não digestivos, nem sobre o peso relativo, expresso em percentual do peso vivo, do trato gastrointestinal total, estômago cheio, intestino grosso, ceco e colo cheios e vazios, fígado, vesícula biliar, baço, pâncreas, e pulmões.

A ausência de alterações no peso da maioria dos órgãos está de acordo com o observado por outros pesquisadores, os quais não detectaram diferenças no peso dos órgãos digestivos vazios e dos não digestivos, expressos como percentual do peso total do trato gastrointestinal, ou como percentual do peso vivo corporal, de suínos em fase inicial de crescimento alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra dietética (0 e 20 % de farelo de alfafa, KASS *et al.*, 1980a e POND *et al.*, 1981; 10 e 21 % de casca de amendoim, HALE *et al.*, 1986; 0 e 10 % de palhada de trigo, JIN *et al.*, 1994). Entretanto, quando KASS *et al.* (1980b) testaram níveis maiores de

farinha de alfafa (40 e 60 %), o peso do estômago vazio, como percentual do peso total do trato gastrointestinal, apresentou-se significativamente menor em relação ao controle. Já com base no peso dos órgãos vazios, como percentual do peso vivo, o intestino delgado e ceco somente apresentaram-se mais pesados ao nível de 60% de farinha de alfafa, enquanto que o colo aos níveis de 40 e 60 %.

O incremento de FDN na ração de marrãs, proporcionou apenas tendência a respostas lineares no peso ($P>0,08$) do intestino delgado ($PID = 2,383000 + 0,0203030X$), e no peso ($P>0,06$) do ceco cheio ($PCC = 0,348000 + 0,0156061X$), além de tendência a resposta quadrática ($P>0,08$) no peso dos rins ($PR = 0,271300 - 0,0049545X + 0,00035583X^2$), como apresenta a Figura 7. Entretanto, POND *et al.* (1989), encontraram aumentos significativos ($P<0,03$ e $P<0,01$, respectivamente) destes órgãos, quando suínos em crescimento receberam rações com 10 e 25 % de FDN (0 e 40 % de farinha de alfafa).

Contrariamente aos resultados encontrados nesta pesquisa, POND *et al.* (1988), concluíram ao avaliarem rações contendo 13 e 43 % de FDN (1 e 80 % de farinha de alfafa), que o peso (como percentual de peso vivo) de todos os órgãos digestivos e não digestivos, foram significativamente maiores em suínos alimentados com ração fibrosa. Já, outros autores, observaram aumento significativo de peso, apenas para o trato gastrointestinal total (PEKAS *et al.*, 1983), intestino delgado, colo, rins (PEKAS *et al.*, 1983; POND *et al.*, 1989), e fígado (POND *et al.*, 1989), na presença de elevados níveis de fibra (40 e 50 % de farinha de alfafa, respectivamente).

É importante ressaltar que a natureza morfológica do aumento do peso dos órgãos digestivos e não digestivos, e seus respectivos significados

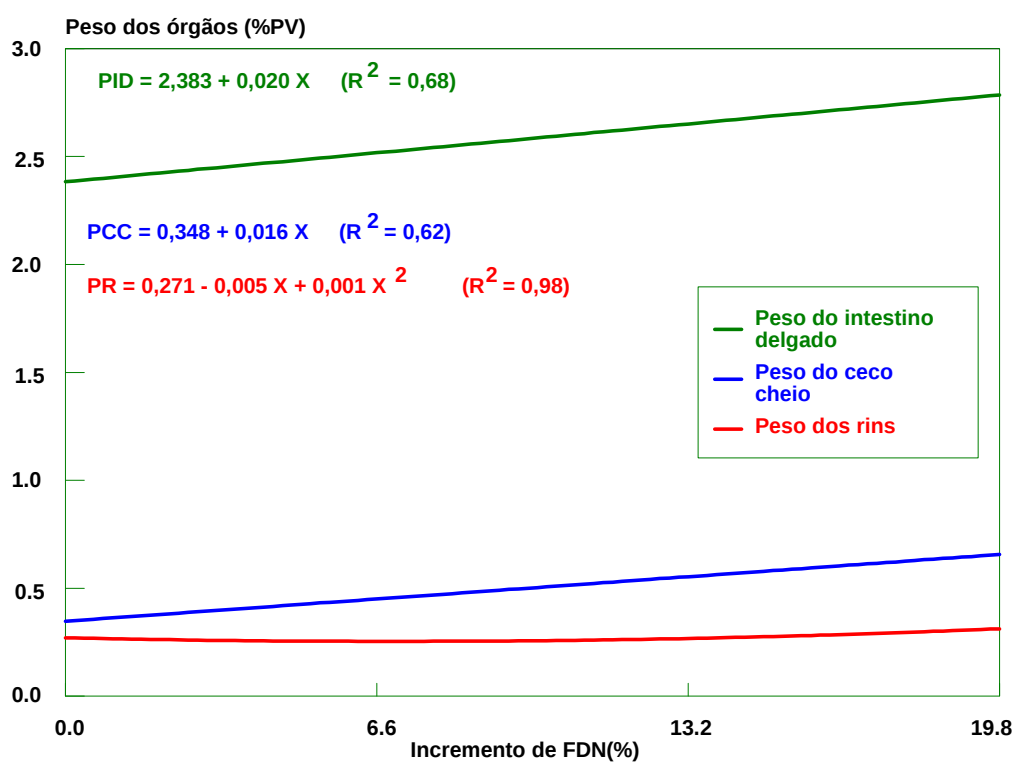


FIGURA 7. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o peso do intestino delgado (PID), do ceco cheio (PCC) e dos rins (PR), expressos em percentual do peso vivo, de marrãs.

biológicos, ainda não é completamente explicada, sugerindo-se desta maneira, maiores estudos sobre as mais diversas respostas do trato gastrointestinal à rações de suínos contendo diferentes fontes e concentrações de fibra dietética.

4.4. Histologia do epitélio do intestino grosso

O estudo dos cortes histológicos revelou a presença de células caliciformes carregadas de muco neutro entre as células absortivas do intestino grosso (ceco e colo), dos suínos alimentados com rações fibrosas.

Os valores médios e individuais da área ocupada pelas células caliciformes produtoras de muco do epitélio do ceco e colo de marrãs alimentadas com rações experimentais, são apresentados nas Tabelas 6 e A₅ do Apêndice, respectivamente.

TABELA 6 - Valores médios do percentual da área ocupada por células caliciformes, observado no epitélio do intestino grosso (ceco e colo), de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN).

Segmentação, %	Incremento de FDN na ração, %				Análise de variância			
	0	6,6	13,2	19,8	Média	EPM ¹	CV ² %	P > F
Ceco **	16,13 ^{bc}	15,25 ^c	24,53 ^{ab}	25,57 ^a	20,37	2,20	24,13	0,009
Colo	23,46	22,70	32,53	28,35	26,76	3,92	32,74	0,299

¹ Erro padrão da média.

² Coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem significativamente (P<0,01**) pelo teste de Tukey.

A área ocupada pelas células caliciformes, produtoras de muco, do ceco, foi linearmente ($P < 0,01$) aumentada ($ACC = 14,727552 + 0,5699229X$) pelo incremento de FDN na ração das marrãs, como mostra a Figura 8; podendo ser um indicativo de uma adaptação do intestino grosso do animal, em função de um prolongado período de oferecimento de rações contendo fibra dietética, como sugeriram VAREL & POND (1983). Além disto, o aumento da produção de muco, pode ser também uma tentativa de proteção das células do intestino grosso aos fatores físicos apresentados pela fibra dietética, como os de natureza volumosa e abrasiva, como sugeriu SAKATA (1991). Através da equação de regressão, observou-se aumento de 0,57% na área ocupada pelas células caliciformes do ceco, para cada unidade percentual de FDN adicionada à ração basal de marrãs. Entretanto, as células epiteliais do colo, não diferiram ($P > 0,28$) em relação à área ocupada pelas células caliciformes em presença de diferentes valores de incremento de FDN na ração.

Nos animais que receberam menor incremento de FDN na dieta (0 e 6,6 %), as células caliciformes apresentaram-se espaçadamente distribuídas entre as células absortivas, observando-se porém, a presença de muco na luz da glândula (Fotografias 1 e 2).

Entretanto, tornou-se evidente nos animais que receberam níveis intermediários e elevados de incremento de FDN (13,2 e 19,8 %, respectivamente), aumento da área ocupada pelas células caliciformes no epitélio de revestimento das glândulas intestinais, do ceco (Fotografias 3 e 4), confirmando a possibilidade de rações fibrosas promoverem aumento de muco, na tentativa de proteger o epitélio contra a ação abrasiva da fibra. A reação histoquímica do ácido periódico-reactivo de Schiff (PAS), também foi mais intensa, revelando maior concentração do muco intracelular, o

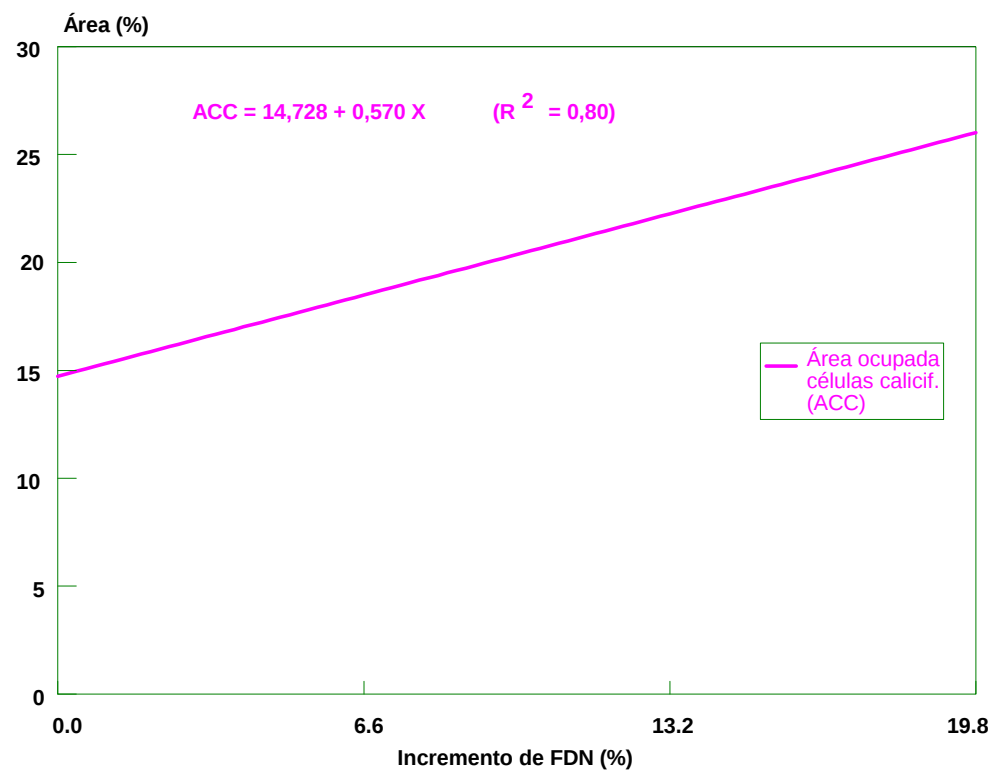
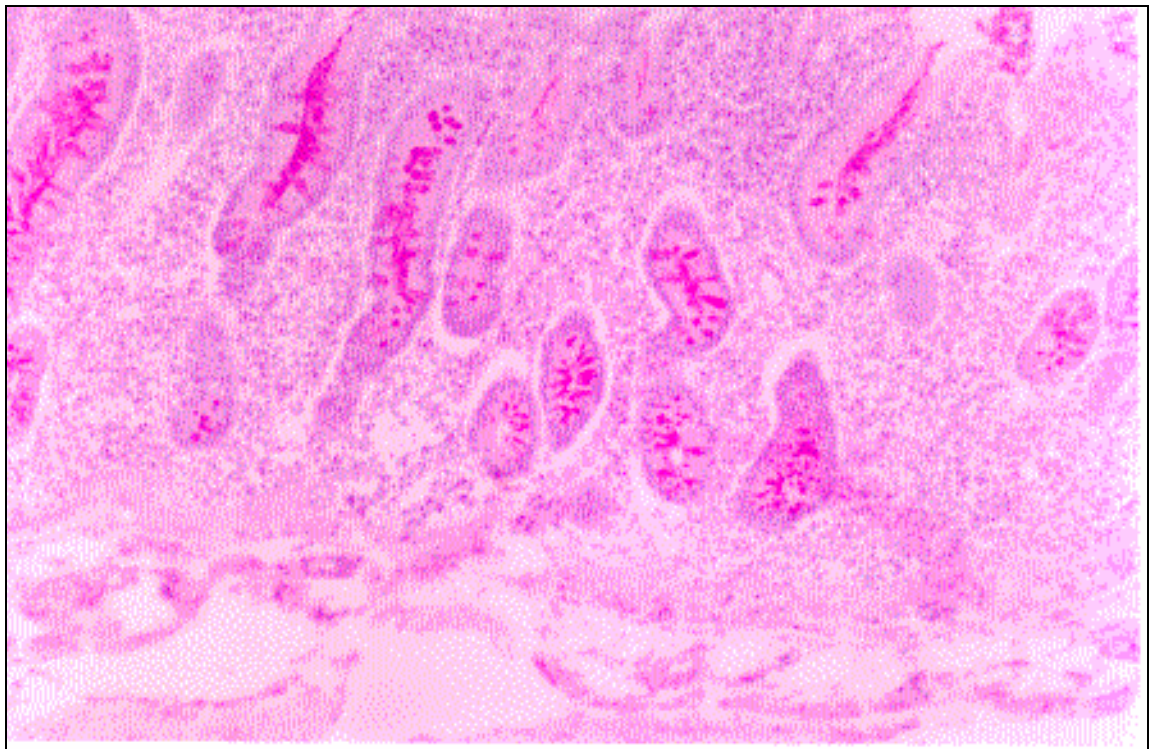
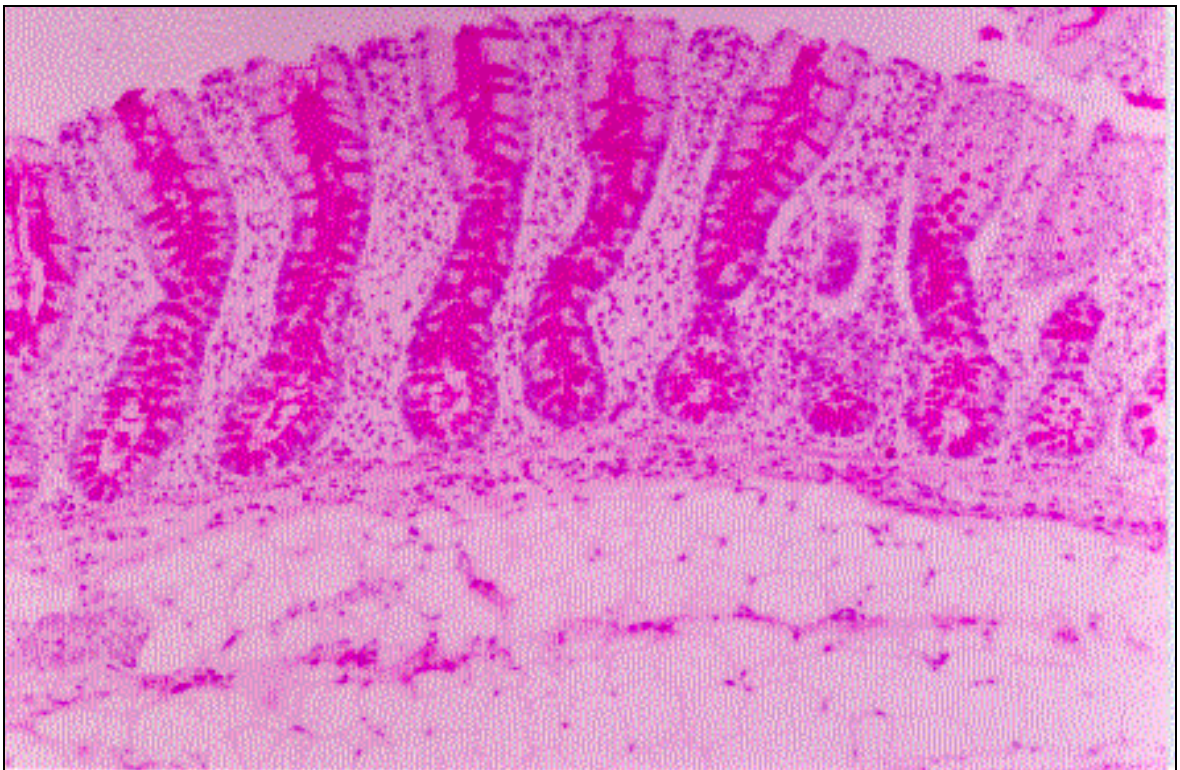


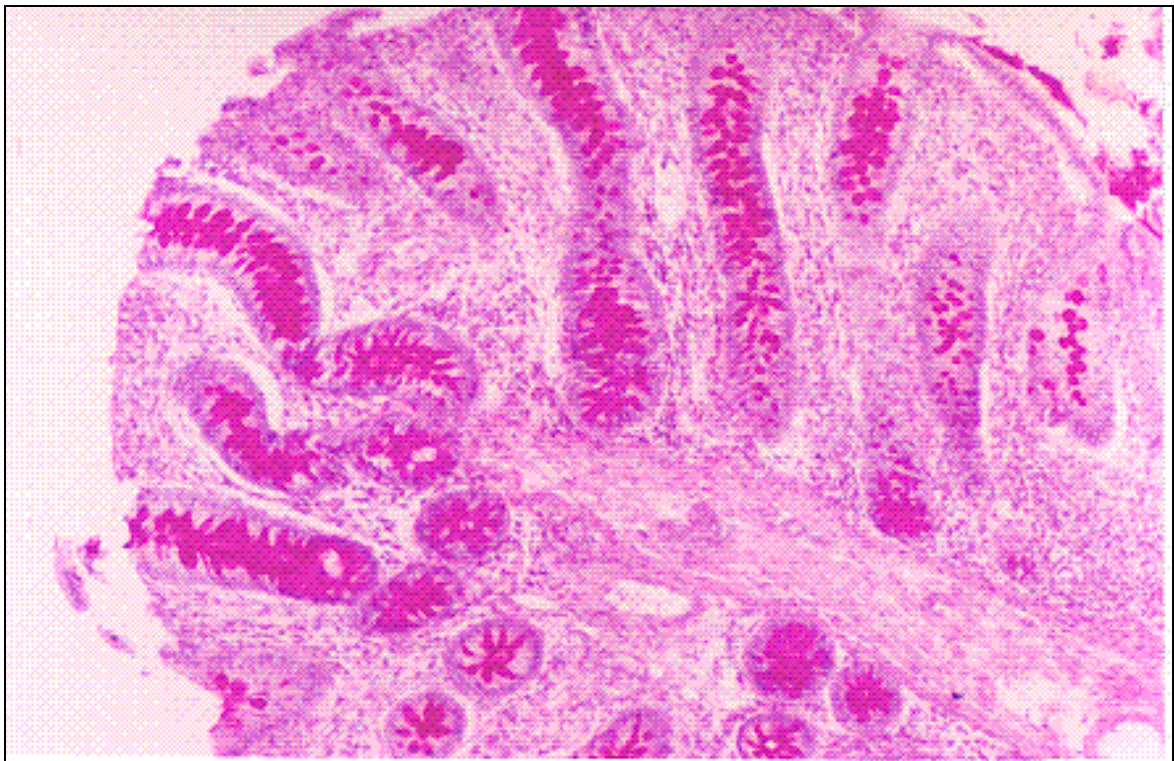
FIGURA 8. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre a área ocupada pelas células caliciformes (ACC) produtoras de muco, do epitélio glandular do ceco, em marrãs.



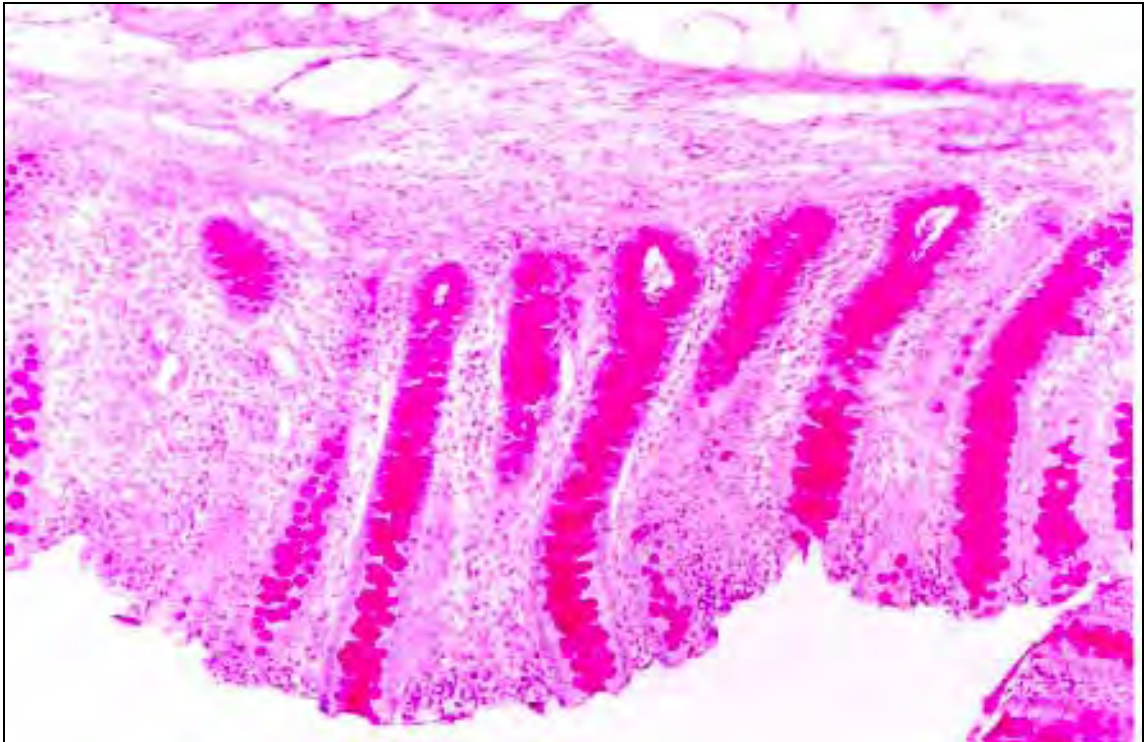
Fotografia 1- Mucosa do ceco de marrã alimentada com ração sem incremento de FDN. A reação histoquímica pelo PAS cora em magenta as células caliciformes e o muco presente em seu citoplasma e no interior da luz da glândula. As células caliciformes apresentam-se esparsas no epitélio de revestimento da glândula, observando-se, entretanto muco retido na luz glandular. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.



Fotografia 2- Mucosa do ceco de marrã alimentada com ração contendo 6,6% de incremento de FDN. Observa-se ligeiro aumento da concentração de células caliciformes no epitélio intestinal, sendo que o muco está presente na luz da glândula. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.



Fotografia 3- Mucosa do ceco de marrã, alimentada com ração contendo 13,2% de incremento de FDN. Observa-se nesta fotomicrografia, aumento da concentração e volume das células caliciformes, concomitantemente ao aumento da intensidade da reação ao PAS, indicando maior intensidade secretória de muco no ceco. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.



Fotografia 4- Mucosa do ceco de marrã alimentada com ração contendo 19,8% de incremento de FDN. Nesta fotomicrografia pode-se perceber mais claramente o efeito da fibra dietética sobre a produção de muco. Em relação aos cortes anteriores, a quantidade e o volume das células caliciformes é grande o suficiente para ocupar quase todo o espaço do epitélio glandular, tornando-se difícil entrever as células absortivas entre as caliciformes. A intensidade à reação também é marcante, indicando que a quantidade de muco no citoplasma celular é maior ou o material está mais concentrado. Coloração pelo PAS-Hematoxilina. Aumento: 500 X.

que indicaria possivelmente, uma maior atividade secretora pelas células produtoras de muco.

Observou-se que rações contendo 13,2 e 19,8 % de FDN oferecido pelo feno, promoveram aumentos de 52,1 e 58,5 %, respectivamente, da área ocupada pelas células caliciformes do ceco, conduzindo a um aumento na produção de muco. Entretanto, este fato não foi acompanhado por aumento do acúmulo de muco na luz da glândula, provavelmente por este muco ter sido lançado na luz do intestino à medida em que o mesmo foi produzido.

JIN *et al.* (1994), também encontraram alterações na morfologia do intestino de suínos em crescimento quando estes receberam 10% de palhada de trigo na ração. Estes autores, embora tenham trabalhado com ração fibrosa por apenas duas semanas, observaram um aumento na taxa de renovação das células epiteliais do colo, responsável provavelmente pelo aumento da produção de muco das mesmas.

Contrariamente, MOORE *et al.* (1988), não observaram alterações significativas nas células intestinais dos suínos alimentados com níveis similares de FDN (14, 16 e 17 %), embora, oferecidos por diferentes fontes de fibra dietética (casca de aveia, casca de soja e farinha de alfafa). Isto pode indicar que além da quantidade, a fonte de fibra dietética não influenciou nos parâmetros morfológicos intestinais estudados. Entretanto, estes pesquisadores encontraram indícios de prejuízo no epitélio intestinal de alguns animais alimentados com elevado nível de fibra, apontando que certos indivíduos poderiam ser mais susceptíveis às modificações na morfologia intestinal, em decorrência da presença de determinado tipo de fibra dietética.

Os resultados obtidos sugeriram que níveis crescentes de FDN nas dietas atuaram sobre a mucosa intestinal, de maneira a estimular a produção e liberação de muco pelas glândulas intestinais, uma vez que, segundo SAKATA (1991), o aumento dos ácidos graxos voláteis no ceco, em decorrência da fermentação da fibra, aceleraria sobremaneira a proliferação de células epiteliais, e conseqüentemente do muco por elas produzidas.

O entendimento da dinâmica das células intestinais é de suma importância, não somente para o conhecimento da fisiologia digestiva dos suínos alimentados com fibra dietética, mas também para o conhecimento e entendimento da eficiência da produção animal, sendo necessário, portanto, maiores estudos sobre o assunto.

4.5. Características de carcaça

A Tabela 7 apresenta as médias dos valores dos rendimentos de carcaça quente, de carcaça fria, de carne magra, e da espessura de toucinho, assim como as respectivas análises de variância e os coeficientes de variação (CV%).

O incremento de FDN na ração, propiciou tendência de resposta linear ($P > 0,08$) no rendimento de carcaça quente ($RCQ = 81,539281 - 0,1021575X$); respostas quadráticas no rendimento de carcaça fria [$(P < 0,05)$; $RCF = 79,770894 + 0,1792505X - 0,01502456X^2$], no rendimento de carne magra [$(P < 0,01)$; $RCM = 54,467042 - 0,1357286X + 0,01659872X^2$], e na espessura de toucinho [$(P < 0,05)$; $ET = 3,281000 + 0,0516667X - 0,00654270X^2$], como apresenta a Figura 9.

TABELA 7 - Valores médios dos rendimentos de carcaça quente (RCQ), de carcaça fria (RCF), de carne magra (RCM) e da espessura de toucinho (ET) de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Rendimentos, %	Incremento de FDN na ração, %				Média	Análise de variância		
	0	6,6	13,2	19,8		EPM ¹	CV ² %	P > F
RCQ	81,06	81,29	80,79	78,97	80,53	0,63	1,75	0,085
RCF*	79,79 ^{ab}	80,24 ^a	79,58 ^{ab}	79,26 ^b	79,28	0,58	1,65	0,022
RCM**	54,45 ^b	54,35 ^b	55,51 ^{ab}	58,31 ^a	55,65	0,68	2,71	0,005
ET*	3,28 ^a	3,34 ^a	2,82 ^{ab}	1,74 ^b	2,80	0,26	20,78	0,047

¹ Erro padrão da média

² Coeficiente de variação

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha, diferem significativamente (P<0,01**) ou (P<0,05*) pelo teste de Tukey.

A equação de rendimento de carcaça fria, permitiu determinar o nível de 6% de incremento de FDN na ração, como o mais adequado para a máxima resposta desta característica, a qual foi estimada em 80,8%. Entretanto, o menor rendimento de carne magra, estimado em 54,2%, foi observado com o incremento de 4% de FDN, sendo que a partir deste valor, o rendimento desta característica aumentou em função do incremento de FDN na ração de marrãs púberes.

Resultados semelhantes foram encontrados por PEKAS *et al.* (1983) e POND *et al.* (1988), os quais 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.

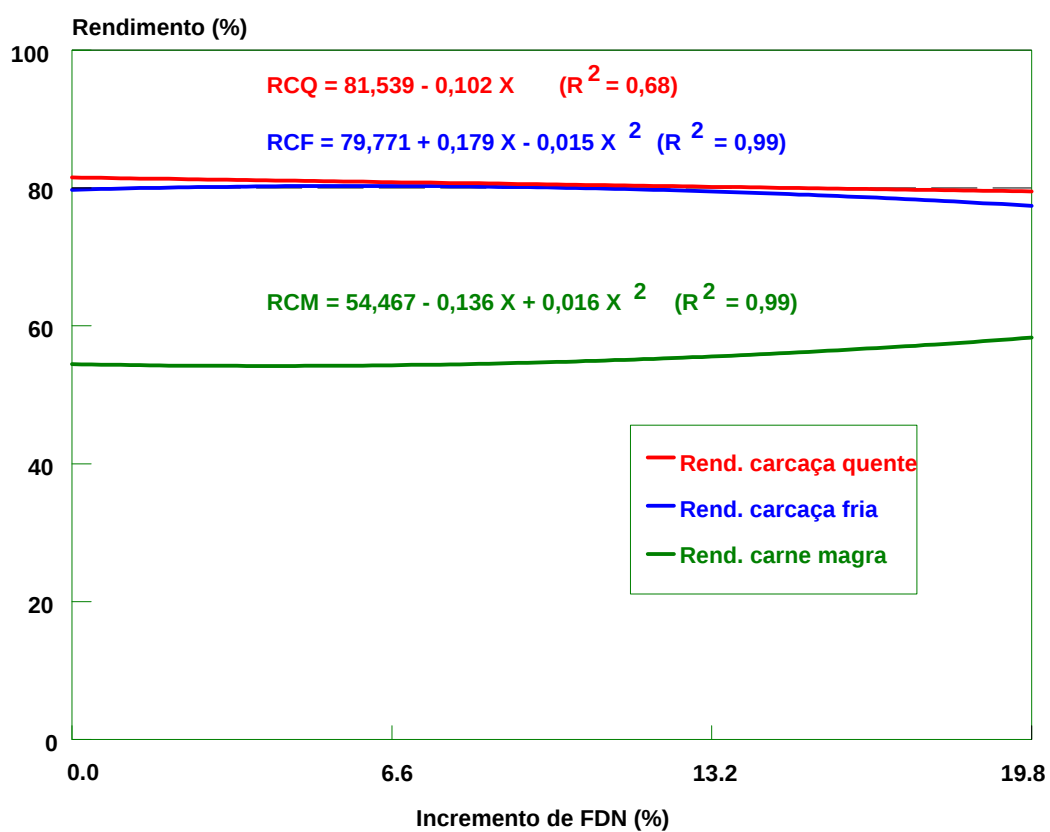


FIGURA 9. Efeito do incremento de FDN (%) na ração basal sobre o rendimento de carcaça quente (RCQ), o rendimento de carcaça fria (RCF) e o rendimento de carne magra (RCM) em marrãs.

Em contrapartida, HALE & UTLEY (1985), ao trabalharem com 20% de casca de soja na alimentação de suínos em crescimento, não observaram efeito desta fonte fibrosa, sobre o rendimento de carcaça fria.

A discordância entre os resultados obtidos, pode ser devida a fatores como: diferenças na composição e processamento da fibra dietética, presença de fatores antinutricionais, efeitos ambientais, e/ou diferenças entre os grupos animais envolvidos (DIERICK *et al.*, 1989).

Foi observada resposta quadrática ($P < 0,05$) na espessura de toucinho ($ET = 3,281000 + 0,0516667X - 0,00654270X^2$), das fêmeas alimentadas com rações experimentais, como apresentado na Figura 9. Esta resposta ocorreu muito provavelmente em consequência da redução do peso corporal apresentada pelas marrãs alimentadas com ração fibrosa.

Atualmente, com a evolução genética do rebanho suíno, e a crescente difusão da utilização de fêmeas híbridas selecionadas para maior precocidade sexual e maior produção, tanto de leitões quanto de leite, torna-se necessário a adoção de um sistema eficaz de avaliação de programas nutricionais empregados às marrãs em crescimento, principalmente no tangente ao peso e percentual de gordura corporais; pois visa-se evitar problemas de super e/ou subnutrição nesta fase. De acordo com ROPPA (1991), as marrãs híbridas que apresentarem valores de espessura de toucinho, entre a 10^a-11^a vértebra torácica, abaixo de 2,0-1,8 cm, poderão apresentar problemas de subnutrição, e conseqüentemente de reprodução; uma vez que o ovário necessita de adequados níveis de colesterol para a síntese dos hormônios esteróides. Portanto, é importante que as marrãs por ocasião do primeiro cio útil, apresentem uma reserva de gordura corporal nem acima nem abaixo do valor preconizado, para compensar as posteriores

perdas durante a lactação. Os resultados obtidos demonstraram que somente a ração com maior incremento de FDN (19,8%), não promoveu valor satisfatório para o parâmetro de espessura de toucinho.

Resultados semelhantes foram encontrados por KASS *et al.* (1980a), PEKAS *et al.* (1983), VAREL & POND (1983), HALE & UTLEY (1985) e POND *et al.* (1986, 1988 e 1989), os quais também observaram redução no teor de gordura subcutânea, independente da fonte de fibra dietética utilizada.

Diversos autores também observaram redução na espessura de toucinho de suínos alimentados com rações contendo fibra dietética (PEKAS *et al.*, 1983 - 50% de farinha de alfafa desidratada; VAREL *et al.*, 1984 - 35% de farinha de alfafa; HALE & UTLEY, 1985 - 10% casca de amendoim; HALE *et al.*, 1986 - 20% de casca de soja; POND *et al.*, 1989 - 40% de farinha de alfafa), embora outros (POND *et al.*, 1981 - 20% de farinha de alfafa; POND *et al.*, 1988 - 80% de farinha de alfafa; STAHLY & CROMWELL, 1986 - 10% de farinha de alfafa) não tenham observado nenhum efeito da ração fibrosa sobre esta característica corporal.

Os resultados obtidos demonstraram que para se atender às exigências mínimas de peso corporal e espessura de toucinho por ocasião do primeiro cio útil (110,0 kg e 2,0 cm, respectivamente), o incremento de FDN na ração basal pode estar ao redor de 8,14%, o que corresponde à inclusão de cerca de 12% de feno de "coast cross".

A redução da espessura de toucinho, e da gordura corporal, e aumento da produção de massa muscular, resultam em melhoria da qualidade de carcaça, apesar de estarem associados ao menor ganho de peso corporal de suínos alimentados com dietas fibrosas. Portanto, se o

percentual de músculo na carcaça aumenta e o de gordura subcutânea diminui com o aumento do nível de fibra dietética, estas mudanças na composição da carcaça representariam efeitos indiretos do baixo peso de carcaça de suínos alimentados com fibra dietética, devido à quantidade de carne magra destas carcaças geralmente aumentarem com o decréscimo do peso da mesma (DIERICK *et al.*, 1989).

Atualmente, o mercado consumidor, principalmente o de países desenvolvidos, apresenta demanda crescente por carne suína com baixo teor de gordura, principalmente devido às campanhas de saúde pública, as quais tem por objetivo o controle de doenças cardiovasculares oriundas de elevadas taxas de colesterol sanguíneo. Este movimento mercadológico, resultou na implantação de um sistema de tipificação de carcaça, onde o produtor é pago não somente pela quantidade de sua produção, mas sim pela qualidade da mesma. Isto significa que carcaças com elevados teores de gordura corporal, assumem valores inferiores ao de carcaças magras. Desta maneira, pode-se dizer que a adição de fibra dietética na alimentação de suínos em fase final de crescimento ou de suínos adultos destinados ao abate, permitiria um melhor controle dos padrões de carcaças, adequando o ganho de peso animal com o rendimento em carne magra, podendo assim, garantir uma melhoria no teor de gordura subcutânea, aspecto de suma importância para o mercado consumidor atual.

5. CONCLUSÕES

O incremento de fibra em detergente neutro (FDN) na ração de marrãs em fases pré-púbere e púbere, nós permite concluir que:

- para se atender à valores ideais de peso corporal e espessura de toucinho por ocasião do primeiro cio útil (110,0 kg e 2,0 cm, respectivamente), o incremento de FDN na ração poderá estar ao redor de 8,14%, correspondendo à inclusão de cerca de 12% de feno de "coast cross"
- a utilização de alimentos ou ingredientes fibrosos, na ração de suínos, deve se restringir a somente determinadas categorias animais, uma vez que este componente é responsável pela redução na digestibilidade dos componentes dietéticos da ração, como matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB) e fibra em detergente neutro (FDN)
- aumentou o peso, expresso em percentual do peso vivo, do estômago vazio e do coração.
- atuou sobre a mucosa intestinal, de maneira a estimular a produção e liberação de muco pelas células caliciformes do ceco das fêmeas.

- permitiu melhor controle dos padrões de carcaças, adequando o ganho de peso corporal ao rendimento em carne magra, resultando assim, em redução no teor de gordura subcutânea.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

A.O.A.C. **Official Methods of Analysis**. 13.ed. Washington: Association of Official Analytical Chemists, 1980, 1025p.

ANUGWA, F.O.I., OKORIE, A.V., KAMALU, T.N. Nutrient digestibility and microbial activity in exotic and indigenous Nigerian pigs feed a control or high fibre diet. **Pig News Inform.**, v. 13, p. 155, 1992. (Abstracts)

ASHWORTH, C.J. Effect of pre-mating nutritional status and post-mating progesterone supplementation on embryo survival and conceptus growth in gilts. **Pig News Inform.**, v.13, p.181, 1992. (Abstracts)

BELL M.J. & KEITH M.O. Effects of barley hulls, dietary protein level and weight of pig on digestibility of canola meal fed to finishing pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, v.68, p.493-502, 1988.

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. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.24, p.253-65, 1989.

* ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: referências bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989. 19p. BIOSIS. Serial sources for the BIOSIS' previews database. Philadelphia, 1991. 415p.

- CALVERT, C.C., STEELE, N.C., ROSEBROUGH, R.W. Digestibility of fiber components and reproductive performance of sows fed high levels of alfalfa. **J. Anim. Sci.**, v. 61, p.595-602, 1985.
- CASSIDY, M.M., LIGHTFOOT, F.G., GRAY, L.E., STORY, J.A., KRITCHEVSKY, D., VAHOUNY, G.V. Effect of chronic intake of dietary fibers on the ultrastructural topography of rat jejunum and colon: A scanning electron microscopy study. **Anim. J. Clin. Nutr.**, v.34, p. 218-227, 1981.
- CHABEAUTI, E., NOBLET, J. Digestion of four different sources of plant cell walls used alone or in combination by growing pigs. **Pig News Inform.**, v.13, p.155, 1992. (Abstracts)
- CHABEAUTI, E., NOBLET, J., CARRÉ, B. Digestion plant cell walls from four different sources in growing pigs. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.32, p.207-13, 1991.
- CLOSE, W.H. Fibrous diets for pigs. **Pig News Inform.**, v.15, p.65, 1994. (Abstracts)
- DANIELSON, D.M., NOONAN, J.J. Roughages in swine gestation. **J. Anim. Sci.**, v.41, p.94-9, 1975.
- DIERICK, N.A., VERVAEKE, I.J., DEMEYER, D.I., DECUYPERE, J.A. Approach to the energetic importance of fibre digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.23, p.141-67, 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. **J. Anim. Sci.**, v.55, p.1071-81, 1982.

- ETIENNE, M. Utilization of high fibre and cereal by sow, a review. **Livest. Prod. Sci.**, v.16, p.229-241, 1987.
- EVERTS, H. The effect of feeding different sources of crude fibre during pregnancy on the reproductive performance of sows. **Anim. Prod.**, v.52, p. 175-84, 1991.
- FARRELL, D.J., JOHNSON, K.A. Utilization of cellulose by pigs and its effects on cecal function. **Anim. Prod.**, v.14, p.209-17, 1970.
- FERREIRA, W.M. Os componentes da parede celular vegetal na nutrição de não-ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE NÃO RUMINANTES, 1994, Maringá, **Anais da XXI Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Maringá, 1994. p.85-113.
- 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 Inform.**, v.14, p. 76, 1993. (Abstracts)
- FISKE, C.H. & SUBARROW, I. The calorimetric determination of phosphorus. **J. Biol. Chem.**, v.66, p.375-400, 1925.
- FLEISCHER, J.E., BARNES, A.R., ADOMAKO, D. Determination of the digestible crude protein, digestible energy and metabolizable energy of cocoa pod husk by pigs. **Pig News Inform.**, v.14, p. 173, 1993. (Abstracts)
- FLEMING, S.E., FITCH, M.D., VRIES, S. The influence of dietary fiber on proliferation of intestinal mucosal cells in miniature swine may not be mediated primarily by fermentation. **J. Nutr.**, v.122, p.906-16, 1992.

- FORBES, R.M., HAMILTON, T.S. The utilization of certain cellulosic material by swine. **J. Anim. Sci.**, v.11, p.480-90, 1952.
- FRANK, G.R., AHERNE, F.X., JENSEN, A.H. A study of the relation ship between performance and dietary component digestibilities by swine fed different levels of dietary fiber. **J. Anim. Sci.**, v.57, p.645-54, 1983.
- GOERING, G. & VAN SOEST, P.J. Forage fiber analyses (apparatus, reagents, procedures and some application). **Agr. Handbook**, n.379, 1970.
- GOMES, B.V., QUEIROZ, A.C., FONTES, C.A.A. Estudo das características físico-químicas de fenos de palhas. II. Efeito sobre a degradabilidade "in situ" da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutro. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.23, n.2, p. 292-304, 1994.
- HALE, O.M., UTLEY, P.R. Effect of different dietary levels of crude fiber on performance and carcass traits of swine. **Nutrit. Report. Intern.**, v.32, p.967-71, 1985.
- 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. **J. Anim. Sci.**, v.62, p.665-71, 1986.
- HANSEN, I.K., KNUDSEN, E.B., EGGUM, B.O. Gastrointestinal implications in the rat of wheat bran, oat bran and pea fiber. **Br. J. Nutr.**, v.68, p.451-459, 1992.
- HARTOG, L.A., VERSTEGEN, M.W.A. Nutrition of gilts during rearing. **Pig News Inform.**, v.11, p.523-6, 1990.

- HOLZGRAEFE, D.P., FAHEY, G.C., JENSEN, A.H., BERGER, L.L. Effects of dietary alfalfa:orchardgrass hay and lasalocid on nutrient utilization by gravid sows. **J. Anim. Sci.**, v.60, p.1247-59, 1985.
- HOLZGRAEFE, D.P., JENSEN, A.H., FAHEY, G.C., GRUMMER, R.R. Effects of dietary alfalfa-orchard grass hay and lasalocid on sow reproductive performance. **J. Anim. Sci.**, v.62, p.1145-53, 1986.
- HUDMAN, D.B., PEO JR., E.R. Carcass characteristics of swine as influenced by levels of protein fed on pasture and in dry lot. **J. Anim. Sci.**, v.18, p.943-7, 1960.
- HUGHES P.E., VARLEY M.A. **Reproduccion del cerdo**. Zaragoza: Editora Acribia, 1984. 253p.
- HUO, G.C. Utilization of fibrous materials by the indigenous breed of pigs (Northeast min pig). 1. Effects of dietary fibre on performance and backfat thickness. **Pig News Inform.**, v.14, p. 273, 1993. (Abstracts)
- HUO, G.C. Utilization of fibrous materials by the indigenous breed of pigs (Northeast min pig). 2. Morphological changes in the digestive tract and digesta in colon. **Pig News Inform.**, v.15, p.382, 1994. (Abstracts)
- IMOTO, S., NAMIOKA, S. VFA metabolism in the pig. **J. Anim. Sci.**, v.47, p.479-87, 1978a.
- IMOTO, S., NAMIOKA, S. VFA production in the pig large intestine. **J. Anim. Sci.**, v. 47, p.467-78, 1978b.

- JIN, L., REYNOLDS, L.P., REDMER, D.A., CATON, J.S., CRENSHAW, J.D.
Effects of dietary fiber on intestinal growth and morphology in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.71, p.2270-8, 1994.
- JUST, A., FERNANDÉZ, J.A., JORGENSEN, H. The net energy value of diets for growth in pigs in relation to the fermentative processes in the digestive tract and the site of absorption of the nutrients. **Livest. Prod. Sci.**, v.10, p. 171-86, 1983.
- 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. **J. Anim. Sci.**, v.50, p.175-91, 1980a.
- KASS, M.L., VAN SOEST, P.J., POND, W.G. Utilization of dietary fiber from alfalfa by growing swine. II. Volatile fatty acid concentrations in and disappearance from the gastrointestinal tract. **J. Anim. Sci.**, v.50, p.192-97, 1980b.
- KENNELLY, J.J., AHERNE, F.X., SAUER, W.C. Volatile fatty acid production in the hindgut of swine. **Can. J. Anim. Sci.**, v.61, p.349-61, 1981.
- KING R.H., TAVERNER M.R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fibre contents. **Anim. Product.**, v.21, p.275-84, 1975.
- KIRKWOOD, R.N., AHERNE, F.X. Energy intake, body composition and reproductive performance of three gilts. **J. Anim. Sci.**, v.60, p.1518-29, 1985.
- KNUDSEN, K.E.B., HANSEN, I. Gastrointestinal implications in pigs of wheat and oat fractions. 1. Digestibility and bulking properties of polysaccharides and other major constituents. **Pig News Inform.**, v.12, p. 676, 1991. (Abstracts)

- KNUDSEN, K.E.B., JENSEN, B.B.B., HANSEN, I. Oat bran but not a β -glucan-enriched oat fraction enhances butyrate production in the large intestine of pigs. **J. Nutr.**, v.123, p.1235-47, 1993.
- KOONG, L.J., FERRELL, C.L., NIENABER, J.A. Assessment of interrelationships among levels of intake and production, organ size and fasting heat production in growing animals. v.115, p.1383-90, 1985.
- LAVORENTI, A., PACHECO, C.R., MIYADA, V.S., YULLIO, R.R. Performance e qualidade de carcaça de suínos criados em confinamento e em pastagem. **O solo**, v.2, p.19-24, 1980.
- LIMA, G.J.M.M. Efeitos de altos níveis de energia em dietas de porcas em gestação e lactação. In: II MINI SEMINÁRIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2, 1989, Campinas. **Anais...** Campinas: 1989. p. 9-33.
- LILLE, R.D., FULLMER, H. Histopatologic technic and practical histochemistry. 4. ed. New York, McGraw-Hill, 1976, 942p.
- LOPEZ, F.D., WHITE, C.E. Effect of ground perennial peanut hay on nutrient digestibility in pregnant sows. **Pig News Inform.**, v.12, p.664, 1991. (Abstracts)
- LOW, A.G. Role of dietary fibre in pig diets. **Pig News and Inform.**, v.14, p.381, 1993. (Abstracts).
- LUN, A.K., SMULDERS, A.H.M., ADEOLA, O. Digestibility and acceptability of OAC wintri triticales by growing pigs. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 68, p.503-10, 1988.
- MARLETT, J.A. Measuring dietary fiber. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.23, p.1-13, 1989.

- MATTE, J.J., ROBERT, S., GIRARD, C.L., FARMER, C., MARTINEAU, G.P. Effect of bulky diets based on wheat bran or oat hulls on reproductive performance of sows during their first two parities. **J. Anim. Sci.**, v.72, p.1754-60, 1994.
- McBURNEY, M.I., SAUER, W.C. Fiber and large bowel energy absorption: validation of the integrated ileostomy-fermentation model using pigs. **J. Nutr.**, v.123, p.721-727, 1993.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: 1992. p.188-212.
- MITARU, B.N., BLAIR, R., REICHERT, R.D., ROE, W.E. Dark and yellow rapeseed hulls, soybean hulls and a purified fiber source: their effects on dry matter, energy, protein and amino acid digestibilities in cannulated pigs. **J. Anim. Sci.**, v.59, p.1510-18, 1984.
- MOORE, R. J., KORNEGAY, E. T, GRAYSON, R. L., LINDEMANN, M. D. Growth nutrient utilization and intestinal morphology of pigs fed high fiber diets. **J. Anim. Sci.**, v.66, p. 1570-79, 1988.
- MOREIRA, I. **Valor nutritivo e utilização de milho e soja integral processados a calor na alimentação de leitões.** Viçosa, UFV, 1993. 145p. (Tese Doutorado).
- MORGAN, C.A., WHITTEMORE, C.T. Dietary fibre and nitrogen excretion and retention by pigs. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.19, p.185-9, 1988.
- NRC. **NRC Nutrient Requirements of Domestic Animals.** National Academy Press. Ninth Revised Edition, 1988, 93p.

- 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. **J. Anim. Sci.**, v.58, p.378-85, 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. **Nutrit. Report. Internat.**, v.27, p.259-70, 1983.
- PETTIGREW, J.E., TOKACH, M.D. Nutrition and female reproduction. **Pig News Inform.**, v.12, p.559-62, 1991.
- PETTIGREW, J.E., TOKACH, M.D. Metabolic influences on sow reproduction. **Pig News Inform.**, v.14, p.69N-72N, 1993.
- PEET-SCHWERING van der, C.M.C., HARTOG den, L.A. Effect of diet composition on the productivity of sows. **Pig News Inform.**, v.12, p.391-2, 1991.
- POLLMANN, D.S., DANIELSON, D.M., PEO, E.R.JR. Value of high fiber diets for gravid swine. **J. Anim. Sci.**, v. 48, p.1385-93, 1979.
- POLLMANN, D. S., DANIELSON, D. M., CRENSHAW, M. A., PEO, E. R. JR. Long-term effects of dietary additions of alfalfa and tallow on sow reproductive performance. **J. Anim. Sci.**, v.51, p.294-9, 1981.
- POND, W.G. Thoughts on fiber utilization in swine. **J. Anim. Sci.**, v.65, p.497-9, 1987.
- POND, W.G. Plant fibre utilization by pigs. **Pig News Inform.**, v.10, p.13-5, 1989.

- POND, W.G., MERSMANN, H.J. Comparative response of lean or genetically obese swine and their progeny to severe feed restriction. **J.Nutr.**, v.118, n.10, p.1223-31, 1988.
- 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. **J. Anim. Sci.**, v.51, p.367-73, 1981.
- 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**, v.2, p.52-3, 1986.
- POND, W.G., JUNG, H.G., VAREL, V.H. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weight and digesta content. **J. Anim. Sci.**, v.66, p.699-706, 1988.
- POND, W.P., VAREL V.H., DICKSON J.S., HASCHEK W.M. Comparative response of swine and rats to high-fiber or high-protein diets. **J. Anim. Sci.**, v.67, p.716-23, 1989.
- RAVIDRAN, V., KORNEGAY, E.T., WEBB, K.E. JR. Effects of fiber and virginiamycin on nutrient absorption, nutrient retention and rate of passage in growing swine. **J. Anim. Sci.**, v.59, p.400-8, 1984.
- RÉRAT, A., FISZLEWICZ, M., GIUSI, A., VAUGELADE, P. Influence of meal frequency on post-prandial variations in the production and absorption of volatile fatty acids in the digestive tract of conscious pigs. **J. Anim. Sci.**, v.64, p.448-56, 1987.
- RESENDE, F.D., QUEIROZ, A.C., FONTES, C.A.A., RODRIGUEZ, R.R., FREITAS, J.A., SOARES, J.E., JORGE, A.M. Fibra em detergente neutro versus

fibra em detergente ácido na formulação de dietas para ruminantes. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.24, p.342-50, 1995.

ROBERT, S., MATTE, J.J., FARMER, C., GIRARD, C.L., MARTINEAUS, G.P. High-fiber diets for sows: effects on stereotypes and adjunctive drinking. **Appl. Anim. Behaviour Sci.**, v.37, p.297-309, 1993.

RODRIGUEZ, N., BOUCOURT, R., RIVERI, S. Digestive indicators in pigs consuming high final molasses levels with the addition of fibre. **Pig News Inform.**, v.11, p. 436, 1990. (Abstracts)

ROMAN, L., HRUSKA, U.S. Thoughts on fiber utilization in swine. **J. Anim. Sci.**, v.65, p.497-0, 1987.

ROPPE, L. A nutrição e a alimentação das fêmeas reprodutivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 9, 1991, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1991., v.II, p.217-47.

ROWAN, A.M., MOUGHAN, P.J., WILSON, M.N. The flows of deoxyribonucleic acids and diaminopimelic acid and the digestibility of dietary fibre components the terminal duodenum, os indicators of microbial activity in the upper digestive tract of ileostomised pigs. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.36, p.129-41, 1992.

SAKATA, T. Chemical and physical trophic effects of dietary fibre on the intestine of monogástric animals. **Pig News Inform.**, v.12, p.165, 1991. (Abstracts)

S.A.S. **SAS User's Guide: Statistics**. Statistic Analysis System Institute, Inc., NC, 1985.

- SAUER, W.C., MOSENTHIN, R., AHRENS, F., HARTOG, L.A. The effect of source of fibre on ileal and fecal amino acid digestibility and bacterial nitrogen excretion in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v.69, p.4070-7, 1991.
- SCHULZE, H., LEEUWEN, P. VAN, VERSTEGEN, M.W.A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **J. Anim. Sci.**, v.72, p. 2362-8, 1994a.
- SCHULZE, H., VERSTEGEN, M.W.A., TAMMINGA, S. Effect of an increased NDF content in the diet on urinary and faecal nitrogen (N) excretion in young growing pigs. **Pig News Inform.**, v.15, p.390, 1994b. (Abstracts)
- SESTI, L.A.C., PASSOS JR., H. Nutrição e reprodução da fêmea suína moderna. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994. Campinas. **Anais...**, Campinas. 1994. p.107-30.
- STAHLY, T.S., CROMWELL, G.L. Responses to dietary additions in a cold, war or hot thermal enviroment. **J. Anim. Sci.**, v.63, p.1870-6, 1986.
- STEEL, R.G.D. , TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistic.** Mac Graw-hill Book Co, p. 107-9, 1980.
- THEANDER, O., WESTERLUND, E., AMAN, P. Plant cell wals and monogastric diets. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.23, p.205-25, 1989.
- TOPPING, D.L., ILLMAN, R.J., CLARKE, J.M., TRIMBLE, R.P., JACKSON, K.A., MARONO, Y. Dietary fat an fiber alter large bowel and portal venous volatile fatty acids and pasma cholesterol but not billiary steroids in pigs. **J. Nutr.**, v.123, p.133-43, 1995.

VAREL, V. H. Activity of fiber-degrading microorganisms in the pig large intestine. **J. Anim. Sci.**, v.65, p.488-96, 1987.

VAREL, V.H., POND, W.G. Influence of dietary on dietary on performance and large intestinal microflora of growing-finishing swine. **Swine Research Program Progress Report**, n.1, p.51-2, 1983.

VAREL, V.H., POND, W.G. Celulolytic bacteria from gestating swine fed various levels of dietary fiber. **Swine Research Progress Report**, n.2, p.54-5, 1986.

VAREL, V.H., POND, W.G., YEN, J.T. Influence of dietary fiber on performance and large intestinal microflora of growing swine. **Swine Research Progress Report**, n.1, p.51-2, 1983.

VAREL, V.H., POND, W.G., YEN, J.T. Influence of dietary fiber on the performance and cellulose activity of growing-finishing swine. **J Anim. Sci.**, v.59, p.388-93, 1984.

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**, n.3, p.64-5, 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. **Anim. Feed Sci. Tech.**, v.23, p.169-94, 1989.

WEIBEL, E.R. **STERIOLOGICAL methods**. Practical methods for biological morphometry. Suffolk, Academic Press, V.I. 1989.

WOJCIK, S., WIDENSKI, K., KRÓL, W., GRELA, E. Effect on fibrous fodder addition to rations on production results of fattening pigs. **Pig News Inform.**, v.14, p.173, 1993. (Abstracts)

YOUNG, L.G., KING, G.L. Wheat shorts in diets of gestating swine. **J. Anim. Sci.**, v.52, p.551-6, 1981.

ZOIOPOULOS, P.E., ENGLISH, P.R., TOPPS, J.H. High-fibre diets for feeding of sows during lactation. **Anim. Prod.**, v.37, p.25-33, 1982.

ZOIOPOULOS, P.E., ENGLISH, P.R., TOPPS, J.H. A note on intake and digestibility of a fibrous diet self to primiparous sows. **Anim. Prod.**, v.37, p.153-6, 1983.

7. APÊNDICE

TABELA A₁ - Valores individuais das características de desempenho de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Incrementos de FDN na ração, %	Blocos	Período experimental (d)	Peso inicial (kg)	Peso ao 1º cio útil (kg)	Idade inicial (d)	Idade ao 1º cio útil (d)	Consumo ração (kg)	Ganho diário peso (kg)	Conversão alimentar	Espessura de toucinho (cm)
0	I	101	50,0	113,0	100	196	2,40	0,624	3,85	3,0
	II	93	53,0	116,0	124	214	2,44	0,677	3,60	3,5
	III	93	50,0	119,0	104	193	2,43	0,742	3,28	3,7
	IV	101	55,0	127,0	104	200	2,43	0,713	3,41	3,2
	V	95	56,0	115,0	123	215	2,44	0,621	3,93	3,0
	Média	96,6	52,8	118,0	111	203,6	2,43	0,675	3,61	3,28
6,6	I	101,0	50,0	102,0	109,0	204,0	2,40	0,515	4,66	4,0
	II	95,0	53,0	109,0	112,0	205,0	2,45	0,590	4,15	3,5
	III	101,0	50,0	129,0	116,0	214,0	2,41	0,782	3,08	2,6
	IV	101,0	56,0	113,0	120,0	215,0	2,39	0,564	4,24	4,2
	V	101,0	58,0	117,0	123,0	218,0	2,40	0,584	4,11	2,4
	Média	99,8	53,4	114,0	116,0	211,2	2,41	0,607	4,05	3,34
13,2	I	101,0	50,0	101,0	109,0	209,0	2,44	0,505	4,83	3,4
	II	95,0	50,0	91,0	99,0	191,0	2,43	0,432	5,63	2,8
	III	93,0	50,0	101,0	104,0	195,0	2,42	0,548	4,42	2,8
	IV	95,0	53,0	104,0	104,0	197,0	2,41	0,537	4,49	2,6
	V	93,0	58,0	114,0	112,0	202,0	2,34	0,602	3,89	2,5
	Média	95,4	52,2	102,2	105,6	198,8	2,41	0,525	4,63	2,82
19,8	I	95,0	50,0	93,0	100,0	193,0	2,45	0,524	5,42	1,7
	II	93,0	52,0	110,0	116,0	205,0	2,38	0,623	3,82	1,3
	III	93,0	50,0	89,0	104,0	193,0	2,42	0,419	5,77	1,4
	IV	111,0	53,0	89,0	104,0	199,0	2,18	0,324	6,72	1,7
	V	95,0	60,0	110,0	123,0	216,0	2,40	0,526	4,56	2,6
	Média	97,4	53,0	98,2	109,4	201,2	2,37	0,483	5,26	1,74

TABELA A₂ - Valores individuais dos coeficientes de digestibilidade (CD) dos componentes dietéticos das rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Incremento de FDN na ração,%	Blocos	CD (%)				
		MS ¹	PB ¹	EB ¹	FDN ¹	EE ¹
0	I	66,42	63,73	63,56	39,22	37,21
	II	80,91	77,09	77,48	65,64	63,35
	III	77,23	70,63	73,08	61,97	36,25
	IV	75,53	71,86	67,89	48,86	53,75
	V	81,07	77,47	77,73	67,44	54,76
	Média	76,23	72,16	71,95	56,63	49,06
6,6	I	56,60	54,43	52,08	29,77	37,07
	II	60,34	56,37	51,05	30,25	38,53
	III	71,95	69,99	66,67	49,95	59,33
	IV	75,14	72,16	70,08	55,37	65,94
	V	72,12	69,33	66,25	55,87	45,08
	Média	67,23	64,46	61,23	44,24	49,19
13,2	I	65,94	66,96	60,94	48,65	69,01
	II	60,83	45,29	55,63	39,39	50,93
	III	48,91	49,93	40,98	23,45	56,57
	IV	50,00	51,00	39,88	27,17	41,00
	V	53,47	54,40	48,60	32,20	59,98
	Média	55,83	53,52	49,21	34,17	55,50
19,8	I	48,98	58,67	54,97	36,00	56,63
	II	64,29	69,65	60,17	47,20	42,86
	III	55,36	62,50	51,83	36,16	31,25
	IV	50,00	54,50	41,92	30,32	20,50
	V	60,00	68,40	60,16	45,90	62,80
	Média	55,73	62,74	53,81	39,12	42,81

¹ Matéria seca, proteína bruta, energia, fibra em detergente neutro, extrato etéreo.

TABELA A₃ - Valores individuais referentes às análises bromatológicas das fezes de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Incremento de FDN na ração, %	Componentes Dietéticos ¹							
	Blocos	Cr %	MS %	PB %	FDN %	Ca %	P %	EB cal/g
0	I	1,29	28,96	17,08	36,78	1,66	1,71	3.581
	II	2,25	25,06	18,91	36,65	1,83	1,61	3.893
	III	1,89	27,73	20,37	33,98	2,17	2,30	3.900
	IV	1,75	23,72	18,20	42,44	1,84	1,66	4.330
	V	2,30	25,39	18,82	34,95	2,04	1,81	3.883
	Média	1,90	26,17	18,68	36,96	1,91	1,82	3.917
6,6	I	1,02	22,41	16,73	42,24	1,26	1,31	3.819
	II	1,11	20,60	17,51	45,82	1,42	1,26	4.269
	III	1,52	24,36	17,08	46,35	1,32	1,41	4.109
	IV	1,74	22,00	17,94	46,64	1,47	1,46	4.161
	V	1,49	20,66	17,60	41,13	1,42	1,31	4.187
	Média	1,38	22,01	17,37	44,44	1,38	1,35	4.109
13,2	I	1,29	20,44	15,07	49,74	1,11	1,16	4.062
	II	1,16	22,24	15,00	51,24	1,24	1,26	4.012
	III	0,89	21,94	15,17	49,42	1,13	1,11	4.091
	IV	0,89	18,11	15,17	48,06	1,18	1,16	4.258
	V	0,95	19,33	15,17	48,21	1,03	1,10	3.912
	Média	1,04	20,41	15,12	49,33	1,14	1,16	4.067
19,8	I	0,93	20,38	12,83	47,54	0,78	0,86	3.483
	II	1,32	18,94	13,44	56,00	0,84	1,10	4.401
	III	1,07	18,50	13,35	54,30	0,87	0,82	4.258
	IV	0,95	23,13	14,39	52,69	1,10	0,96	4.584
	V	1,19	20,90	12,46	51,22	1,10	1,21	3.931
	Média	1,09	20,37	13,29	52,35	0,94	0,99	4.131

¹ Cromo, matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, cálcio, fósforo, energia bruta.

TABELA A₄ - Valores individuais dos pesos, expressos em quilograma e percentual do peso vivo, dos órgãos digestivos e dos não digestivos, de marrãs alimentadas com rações contendo incrementos de fibra em detergente neutro (FDN).

Incremento de FDN na ração, %	Blocos	Trato gastrointestinal		Estomago cheio ¹		Estomago vazio ¹		Intestino delgado ¹	
		total ¹							
		kg	% PV	kg	% PV	kg	% PV	kg	% PV
0	I	9,000	7,96	1,550	1,37	0,750	0,66	3,170	2,81
	II	6,880	5,93	1,100	0,95	0,750	0,65	2,320	2,00
	III	7,700	6,47	1,100	0,92	0,650	0,55	2,500	2,10
	IV	9,950	7,83	2,250	1,77	0,790	0,62	3,000	2,36
	V	9,150	7,96	2,160	1,88	0,590	0,51	2,400	2,09
	Média	8,536	7,23	1,630	1,38	0,706	0,60	2,678	2,27
6,6	I	9,500	9,31	1,650	1,62	0,750	0,74	2,920	2,86
	II	8,050	7,39	1,140	1,05	0,775	0,71	2,600	2,39
	III	13,340	10,34	2,400	1,86	1,025	0,79	3,700	2,87
	IV	9,250	8,19	1,980	1,75	0,650	0,58	2,800	2,48
	V	9,600	8,21	1,925	1,65	0,850	0,73	3,250	2,78
	Média	9,948	8,69	1,819	1,59	0,810	0,71	3,054	2,68
13,2	I	10,550	10,45	1,875	1,86	0,750	0,74	2,950	2,92
	II	10,820	11,89	1,775	1,95	0,750	0,82	2,900	3,19
	III	7,750	7,67	1,050	1,04	0,775	0,77	2,825	2,80
	IV	7,150	6,88	1,250	1,20	0,700	0,67	2,400	2,31
	V	8,060	7,07	1,075	0,94	0,825	0,72	2,400	2,10
	Média	8,866	8,79	1,405	1,40	0,760	0,74	2,695	2,66
19,8	I	8,740	9,40	1,440	1,55	0,650	0,70	2,840	3,05
	II	9,100	8,27	1,750	1,59	0,825	0,75	2,870	2,61
	III	7,300	8,20	1,075	1,21	0,800	0,90	2,350	2,64
	IV	9,250	10,39	1,730	1,94	0,780	0,88	2,380	2,67
	V	11,600	10,24	1,850	1,68	0,775	0,70	2,900	2,64
	Média	9,198	9,30	1,569	1,59	0,766	0,79	2,668	2,72

¹ Órgãos digestivos

² Órgãos não digestivos

(Continuação)

Incremento de FDN na ração, %	Bloco S	Intestino grosso ¹		Ceco cheio ¹		Ceco vazio ¹		Colo cheio ¹	
		kg	%	kg	%	kg	%	kg	%
0	I	3,850	3,41	0,300	0,27	0,140	0,12	3,450	3,05
	II	2,980	3,48	0,400	0,34	0,200	0,17	2,400	2,07
	III	3,150	2,65	0,660	0,55	0,250	0,21	2,525	2,12
	IV	4,020	3,17	0,550	0,43	0,200	0,16	3,500	2,76
	V	3,875	3,37	0,250	0,22	0,075	0,07	3,580	3,11
	Média	3,575	3,22	0,432	0,36	0,173	0,15	3,091	2,62
6,6	I	4,400	4,31	0,350	0,34	0,125	0,12	3,980	3,90
	II	3,540	3,25	0,360	0,33	0,100	0,09	3,100	2,84
	III	6,625	5,14	0,700	0,54	0,150	0,12	5,880	4,56
	IV	3,820	3,38	0,325	0,29	0,120	0,11	3,480	3,08
	V	3,920	3,35	0,350	0,30	0,130	0,11	3,500	2,99
	Média	4,461	3,89	0,417	0,36	0,125	0,11	3,988	3,47
13,2	I	5,350	5,30	0,650	0,64	0,175	0,17	4,550	4,50
	II	4,820	5,30	0,975	1,07	0,075	0,08	3,780	4,15
	III	3,120	3,09	0,320	0,32	0,200	0,20	2,800	2,77
	IV	2,850	2,74	0,600	0,58	0,180	0,17	2,200	2,12
	V	3,750	3,29	0,975	0,86	0,600	0,53	2,780	2,44
	Média	3,978	3,94	0,704	0,69	0,246	0,23	3,222	3,20
19,8	I	3,920	4,22	0,640	0,69	0,200	0,22	3,200	3,44
	II	3,650	3,32	0,490	0,45	0,250	0,23	3,120	2,84
	III	3,180	3,57	0,320	0,36	0,200	0,22	2,180	2,45
	IV	4,340	4,88	0,600	0,67	0,140	0,16	3,760	4,22
	V	6,175	5,61	0,880	0,80	0,080	0,07	5,370	4,88
	Média	4,253	4,32	0,586	0,59	0,174	0,18	3,526	3,57

(Continuação)

Incremento de FDN na ração, %	Blocos	Colo vazio ¹		Fígado ¹		Vesícula Biliar ¹		Pâncreas ¹	
		kg	% PV	kg	% PV	kg	% PV	kg	%
0	I	2,650	2,35	0,750	0,66	0,140	0,12	0,120	0,11
	II	1,750	1,51	1,500	1,29	0,080	0,07	0,250	0,22
	III	1,800	1,51	1,650	1,39	0,075	0,06	0,175	0,15
	IV	2,140	1,68	1,750	1,38	0,085	0,07	0,100	0,08
	V	2,075	1,80	2,000	1,74	0,050	0,04	0,120	0,10
	Média	2,083	1,77	1,530	1,29	0,086	0,07	0,153	0,13
6,6	I	2,180	2,14	0,700	0,69	0,090	0,09	0,150	0,15
	II	2,100	1,93	1,450	1,33	0,050	0,05	0,170	0,16
	III	2,900	2,25	1,620	1,26	0,075	0,06	0,155	0,12
	IV	2,300	2,04	1,500	1,33	0,070	0,06	0,100	0,09
	V	2,250	1,92	0,750	0,64	0,100	0,09	0,150	0,13
	Média	2,346	2,06	1,204	1,05	0,077	0,07	0,145	0,13
13,2	I	2,440	2,42	1,570	1,55	0,050	0,05	0,090	0,09
	II	1,980	2,18	1,420	1,56	0,080	0,09	0,160	0,18
	III	1,600	1,58	1,475	1,46	0,100	0,10	0,180	0,18
	IV	1,500	1,44	1,500	1,44	0,060	0,06	0,200	0,19
	V	1,250	1,10	1,525	1,34	0,125	0,11	0,240	0,21
	Média	1,754	1,74	1,498	1,47	0,083	0,08	0,174	0,17
19,8	I	1,900	2,04	1,255	1,35	0,040	0,04	0,120	0,13
	II	1,650	1,50	1,750	1,59	0,070	0,06	0,175	0,16
	III	1,600	1,80	1,275	1,43	0,100	0,11	0,150	0,17
	IV	1,580	1,78	1,400	1,57	0,090	0,10	0,140	0,16
	V	2,225	2,02	0,740	0,67	0,050	0,05	0,150	0,14
	Média	1,791	1,83	1,284	1,32	0,070	0,07	0,147	0,15

(Continuação)

Incremento de FDN na ração, %	Blocos	Baço ²		Rins ²		Coração ²		Pulmão ²	
		kg	% PV	kg	% PV	kg	% PV	kg	% PV
0	I	0,225	0,20	0,275	0,24	0,350	0,31	0,880	0,78
	II	0,250	0,22	0,350	0,30	0,340	0,29	0,650	0,56
	III	0,200	0,17	0,355	0,30	0,400	0,34	0,875	0,74
	IV	0,225	0,18	0,370	0,29	0,350	0,28	0,780	0,61
	V	0,200	0,17	0,250	0,22	0,350	0,30	0,880	0,77
	Média	0,220	0,19	0,320	0,27	0,358	0,30	0,813	0,69
6,6	I	0,250	0,25	0,325	0,32	0,300	0,29	0,700	0,69
	II	0,220	0,20	0,250	0,23	0,300	0,28	0,625	0,57
	III	0,220	0,17	0,350	0,27	0,355	0,28	0,890	0,69
	IV	0,250	0,22	0,250	0,22	0,320	0,28	0,990	0,88
	V	0,250	0,21	0,290	0,25	0,340	0,29	0,825	0,71
	Média	0,238	0,21	0,293	0,26	0,323	0,28	0,806	0,71
13,2	I	0,160	0,16	0,250	0,25	0,325	0,32	1,050	1,04
	II	0,190	0,21	0,220	0,24	0,300	0,33	0,700	0,77
	III	0,175	0,17	0,300	0,30	0,375	0,37	0,675	0,67
	IV	0,200	0,19	0,280	0,27	0,300	0,29	0,820	0,79
	V	0,250	0,22	0,300	0,26	0,400	0,35	0,875	0,77
	Média	0,195	0,19	0,270	0,26	0,340	0,33	0,824	0,81
19,8	I	0,155	0,17	0,240	0,26	0,290	0,31	0,575	0,62
	II	0,200	0,18	0,350	0,32	0,400	0,36	0,990	0,90
	III	0,200	0,22	0,300	0,34	0,375	0,42	0,600	0,67
	IV	0,190	0,21	0,300	0,34	0,300	0,34	0,660	0,74
	V	0,225	0,20	0,340	0,31	0,320	0,29	0,850	0,77
	Média	0,194	0,20	0,306	0,31	0,337	0,34	0,735	0,74

TABELA A₅ - Valores individuais do percentual da área ocupada por células caliciformes, observado no epitélio do intestino grosso (ceco e colo) de marrãs alimentadas com rações contendo incremento de fibra em detergente neutro (FDN).

Incremento de FDN na ração, %	Blocos	Segmento (%)	
		Ceco	Colo
0	I	15,28	22,81
	II	16,59	39,27
	III	17,37	28,69
	IV	19,36	17,54
	V	12,02	9,01
	Média	16,13	23,46
6,6	I	17,18	24,08
	II	13,53	19,24
	III	16,30	27,65
	IV	15,75	23,46
	V	13,48	19,08
	Média	15,25	22,70
13,2	I	20,18	37,04
	II	17,78	18,77
	III	31,68	45,82
	IV	29,07	33,89
	V	23,94	27,12
	Média	24,53	32,53
19,8	I	21,36	23,45
	II	34,58	45,90
	III	29,67	31,01
	IV	17,26	24,87
	V	24,98	16,54
	Média	25,57	28,35