

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

METODOLOGIA DE USO DE NÍVEIS CRESCENTES DE
SUBSTITUIÇÃO EM ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE NA
AVALIAÇÃO DE ALIMENTO FIBROSO PARA SUÍNOS

Autor: Liliane Maria Piano
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
maio – 2009

METODOLOGIA DE USO DE NÍVEIS CRESCENTES DE SUBSTITUIÇÃO EM ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE NA AVALIAÇÃO DE ALIMENTO FIBROSO PARA SUÍNOS

Autor: Liliane Maria Piano
Orientador: Prof. Dr. Ivan Moreira

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
maio – 2009

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

P581m Piano, Liliane Maria
Metodologia de uso de níveis crescentes de substituição em ensaios de digestibilidade na avaliação de alimento fibroso para suínos / Liliane Maria Piano. -- Maringá, 2009.
29 f. : il.

Orientador : Prof. Dr. Ivan Moreira
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal, 2009.

1. Suínos - Alimento fibroso - Digestibilidade. 2. Suínos - Alimento fibroso - Característica da carcaça. 3. Suínos - Alimento fibroso - Desempenho. I. Universidade Estadual de Maringá, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração: Produção Animal. II. Título.

CDD 21.ed.636.408522



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**METODOLOGIA DE USO DE NÍVEIS CRESCENTES DE
SUBSTITUIÇÃO EM ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE
NA AVALIAÇÃO DE ALIMENTO FIBROSO PARA
SUÍNOS**

Autora: Liliane Maria Piano
Orientador: Prof. Dr. Ivar Moreira

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 29 de maio de 2009.

Prof. Dr. Elias Tadeu Fialho

Prof. Dr. Antonio Claudio Furlan

Prof. Dr. Ivar Moreira
(Orientador)

O tempo

A vida é o dever que nós trouxemos para fazer em casa.

Quando se vê, já são seis horas!

Quando se vê, já é sexta-feira!

Quando se vê, já é natal...

Quando se vê, já terminou o ano...

Quando se vê perdemos o amor da nossa vida.

Quando se vê passaram 50 anos!

Agora é tarde demais para ser reprovado...

Se me fosse dado um dia, outra oportunidade, eu nem olhava o relógio.

Seguiria sempre em frente e iria jogando pelo caminho a casca dourada e inútil das
horas...

Seguraria o amor que está a minha frente e diria que eu o amo...

E tem mais: não deixe de fazer algo de que gosta devido à falta de tempo.

Não deixe de ter pessoas ao seu lado por puro medo de ser feliz.

A única falta que terá será a desse tempo que, infelizmente, nunca mais voltará.

“Mário Quintana”

Dedico este trabalho a Deus, pela permissão de estar aqui.

Aos meus pais Anselmo Piano e Ineida Lúcia Piano;

Minha irmã Liziane;

Meu noivo, companheiro e amigo Celso Reis de Souza;

A vocês, obrigada pela compreensão, apoio e paciência.

A todos os meus amigos que estiveram presentes e ofereceram amor e confiança.

Tenho todos em meu coração, muito obrigada!

AGRADECIMENTOS

Não se chega a lugar algum andando sozinho, contamos sempre com o carinho e a amizade de várias pessoas. Nesta caminhada que agora se encerra, gostaria de agradecer a todos, em especial:

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá; Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo financiamento e concessão da bolsa de estudos, fundamental para a realização deste trabalho;

À empresa COCAMAR, pelo fornecimento da casca de café necessária para condução deste trabalho;

Ao meu orientador Prof. Dr. Ivan Moreira e co orientador Prof. Dr. Cláudio Scapinello, pela dedicação e competência nos ensinamentos necessários para o êxito deste trabalho. Profissionais que são exemplo de ética, os quais colaboraram de forma direta no meu crescimento acadêmico;

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da UEM, pelos valiosos ensinamentos.

Aos colegas do grupo de pesquisa, bolsistas e estagiários: Angela Rocio Poveda Parra, Clodoaldo Filho, Gisele Cristina de Oliveira, Guilherme Augusto Dias Gonçalves, Ilton S. Kuroda Junior, Juliana Beatriz Toledo, Lina Maria Peñuela Sierra, Maicon Danner Borile, Marcos Nonaka, Paulo Levi de Oliveira Carvalho, Thaline Maria da Cruz Pachelli, muito obrigada pela dedicação e esforços na realização deste trabalho.

Aos funcionários do Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi, Carlos José (Hulk) e João Salvalagio e ao Toninho, da fábrica de ração.

A todos os funcionários do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal (LANA), em especial Cleuza Volpato e Creuza de Azevedo, pelos momentos de amizade, paciência e auxílio na execução das análises.

A todos meus amigos, em especial Alexandre Chigueki, Hanna Sakamoto, Josiane L. Figueira, Julio Cesar Barreto, Micheli Simili, Patrícia Faquinello, Paula Faquinello, Roberta A. Brandi, Rute Feiden, Silvana Teixeira, Mateus Feiden Barbacena, Wallacy Barbacena Rosa dos Santos, pela convivência, momentos de estudo e descontração.

Muito Obrigada.

BIOGRAFIA

LILIANE MARIA PIANO, filha de Anselmo Piano e Ineida Lúcia Piano, nasceu em Marechal Cândido Rondon, Estado do Paraná, no dia 15 de Agosto de 1982.

Cursou o ensino fundamental na Escola Municipal Rodrigues Alves e o ensino médio no Colégio Estadual Eron Domingues, em Marechal Cândido Rondon/PR.

Em dezembro de 2004, concluiu a graduação em Zootecnia, pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon/PR.

Participou do Programa Apoio Técnico à Pesquisa/CNPq, na Universidade Estadual de Maringá, no período de abril de 2006 a março de 2007.

Em março de 2007, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá.

Submeteu-se, em maio de 2009, à banca para defesa da Dissertação de Mestrado.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	Viii
I - INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1 Definições de fibra dietética.....	1
1.2 Efeitos da fibra dietética no trato gastrointestinal.....	2
1.3 Valor energético da fibra dietética.....	3
1.4 Determinação do valor energético da fibra.....	5
1.5 Métodos para estimar a energia dos alimentos.....	6
Literatura Citada.....	8
II - OBJETIVOS GERAIS.....	10
III – METODOLOGIA DE USO DE NÍVEIS CRESCENTES DE SUBSTITUIÇÃO DA RAÇÃO REFERÊNCIA PELO ALIMENTO TESTE EM ENSAIOS DE DIGESTIBILIDADE COM SUÍNOS.....	11
Resumo.....	11
Abstract.....	12
Introdução.....	13
Material e Métodos.....	14
Resultados e Discussão.....	20
Conclusões.....	26
Literatura Citada.....	28

LISTA DE TABELAS

	Páginas
TABELA 1. Composição centesimal, energética, química e custos das rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) - Suínos na fase de crescimento.....	18
TABELA 2. Composição centesimal, energética, química e custos das rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) - Suínos na fase de terminação.....	19
TABELA 3. Coeficiente de digestibilidade aparente (CD), Coeficiente de metabolização (CM) e valores digestíveis de nutrientes da casca de café melosa para suínos na fase de crescimento – terminação.....	21
TABELA 4. Desempenho, espessura de toucinho na P2 (ET- P2) e profundidade de lombo (PL) dos suínos alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) na fase de crescimento e terminação.....	23
TABELA 5. Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM).....	25
TABELA 6. Custo da ração (CR), custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos nas fases de crescimento e terminação alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM).....	26

I - INTRODUÇÃO GERAL

A carne suína tem grande valor biológico para a alimentação humana. Mas sua disponibilidade é muitas vezes dificultada pelo seu elevado custo. Assim, busca-se reduzir o preço para o consumidor reduzindo os custos de produção.

Considerando que suínos consomem rações baseadas em milho e farelo de soja (75-80% da ração); e estes são insumos de elevado valor porque também são utilizados na alimentação humana (Johnston, 2003); muitas pesquisas são realizadas buscando fontes alimentares alternativas com menores custos para estes animais. As fontes alternativas de alimentos incluem uma grande variedade de subprodutos e resíduos agroindustriais e as forragens, ricas em fibra dietética (Gomes et al, 2007).

A possibilidade de se utilizar forragens e outros volumosos como fonte de fibra na produção de suínos não representa um novo conceito, pois já vinha sendo teorizada desde os meados da década de 30. Entretanto, o estudo sobre o potencial dos diversos alimentos fibrosos sobre a produção suína requer identificação, quantificação e avaliação das interações entre os efeitos fisiológicos e associativos sobre a digestibilidade e desempenho animal, uma vez que estes animais apresentam limitada capacidade do trato digestivo para processar material fibroso. Rações fibrosas podem limitar a produtividade quando fornecidas indiscriminadamente a categorias mais jovens, como leitões desmamados ou em fase inicial de crescimento, fêmeas em final de gestação, fêmeas em lactação ou animais debilitados.

1.1 Definições de fibra dietética

Quando se trata de fibra dietética, refere-se a uma grande quantidade de substâncias, incluindo purificadas, semipurificadas e as derivadas da parede celular dos

vegetais que são os carboidratos estruturais celulose, hemicelulose e pectina, e a lignina (Mertens, 2003). Por esta razão, existem vários conceitos de fibra dietética e há décadas, pesquisadores relatam diversas definições para o termo.

Trowell (1977) descreve a fibra dietética como sendo os polissacarídeos, mais a lignina dos vegetais, que não podem ser digeridos por enzimas digestivas dos mamíferos.

Em geral, o termo fibra é meramente nutricional e sua definição está relacionada ao método utilizado para sua determinação. Segundo Bailey (1973), o termo fibra bruta (FB) refere-se ao resíduo do material da planta após a extração ácida e alcalina, inclui porções variáveis de polissacarídeos não amiláceos (PNA's). A fibra em detergente neutro (FDN) refere-se à porção insolúvel dos PNA's mais lignina, e quanto a fibra em detergente ácido (FDA) refere-se à porção insolúvel de PNA's, compreendido na maior parte, por celulose e lignina. Dentre os PNA's os mais abundantes da parede celular são a celulose, hemicelulose, pectinas e o menor grupo pertence aos frutanos, glucomananos, galactomananos, cuja função é de polissacarídeos internos de reserva.

1.2 Efeitos da fibra dietética no trato gastrointestinal

As propriedades físico-químicas da fibra variam consideravelmente, dependendo de sua composição e estrutura. Algumas especificidades podem influenciar no seu comportamento *in vivo*, como tamanho, solubilidade, viscosidade, hidratação, troca catiônica e fermentabilidade da partícula. Alguns efeitos da fibra no funcionamento do intestino delgado são detalhados por Varel & Yen (1997), entre estes o rápido esvaziamento gástrico; biliar e de secreção pancreática; decréscimo na absorção, em função da capacidade de retenção de água; mecanismo erosivo na superfície da mucosa intestinal e redução na digestibilidade de nutrientes.

Na fisiologia do trato gastrointestinal, o estômago e o intestino delgado de mamíferos não produzem enzimas capazes de degradar a fibra dietética. No entanto, o ceco e o cólon dos suínos apresentam características essenciais ao crescimento bacteriano como: temperatura, ausência de oxigênio, pH, além de quantidade consideráveis de nutrientes (Oliveira et al, 2000). Por esta razão, a fibra pode ser degradada pela atividade microbiana produzindo celulasas, hemicelulasas, pectidasas e outras enzimas.

Na flora microbiana, duas espécies celulolíticas encontradas no rúmen bovino, *Bacteroides succinogenes* e *Ruminococcus flavefaciens*, são predominantes no intestino grosso de suínos em crescimento. Fato que fornece uma explicação parcial sobre a forma, como quantidades significativas de fibras principalmente celulose podem ser degradadas no intestino grosso de suínos (Varel, 1987). Esta habilidade dos suínos em utilizar rações contendo fibra dietética está também relacionada ao maior tamanho do trato gastrointestinal, em especial do intestino grosso. Noblet & Le Goff (2001) observaram uma redução da digestibilidade da fibra em animais jovens comparada aos animais adultos. Outras pesquisas de Varel & Pond (1985) confirmam aumento de 10% da flora cultivável e do número de bactérias celulolíticas no intestino grosso de suínos, com uso de alimentação com alto teor de fibra.

A susceptibilidade da celulose à hidrólise enzimática microbiana está relacionada à presença de componentes específicos, como a sílica e cutina, além dos fatores intrínsecos da própria fração celulose, como por exemplo, a cristalinidade, e certas ligações químicas. Ressalte-se também o efeito inibitório da lignina sobre a digestibilidade dos constituintes da parede celular (Fukushima & Dehority, 2000).

Para não ruminantes, a utilização da celulose pelos microrganismos intestinais é altamente prejudicada pelo menor tempo de permanência da digesta no intestino grosso. Em consequência, geralmente observa-se relação inversa entre a fração de fibra presente na dieta e a digestibilidade da matéria seca (King & Taverner, 1975). Dierick et al. (1989) observaram que esta relação não foi válida para certas fontes de fibra, contidas na alfafa, casca de soja, farelo de trigo e polpa de beterraba, provavelmente devido à elevada fermentabilidade destas fontes fibrosas.

1.3 Valor energético da fibra dietética

A celulose, a hemicelulose e a pectina são degradadas a ácidos graxos de cadeia curta através do processo de fermentação no intestino grosso (Gomes et al, 1994).

Parte da energia obtida dos alimentos fibrosos está disponível para suínos, como ácidos graxos voláteis (AGV) estes são considerados produtos finais da fermentação microbiana no intestino grosso, onde são rapidamente absorvidos, dentre os quais se incluem o acetato, proprionato e butirato, além dos gases H₂, CO₂, CH₄, ureia e calor que podem proporcionar de cinco a 30% das necessidades energéticas de suínos em crescimento (Rérat et al., 1987).

O aumento do teor de AGV no intestino grosso, em decorrência da fermentação da fibra dietética da ração contribui para o metabolismo energético dos suínos, especialmente para animais adultos, onde atua na proliferação celular do epitélio intestinal com significativo aumento da produção de muco protetor, altera a motilidade intestinal, estimula a liberação do muco intestinal, eleva o fluxo sanguíneo do colo e a taxa de renovação celular do epitélio (Brunsgaard, 1998).

A fibra dietética, apesar dessa contribuição energética, pode provocar efeitos deletérios sobre os coeficientes de digestibilidade dos componentes nutritivos. Por exemplo, pode causar mudanças na taxa de absorção de certos nutrientes, como a proteína, aminoácidos e minerais, e/ou na excreção de nitrogênio endógeno (Schulze et al, 1994). Portanto, é necessária a adoção criteriosa não só do tipo e/ou qualidade, mas também da quantidade adequada desse alimento para cada categoria animal.

A inclusão dos alimentos fibrosos nas rações de suínos pode provocar aumento do consumo pela redução da densidade energética da ração e conseqüentemente a necessidade de atender as exigências energéticas. Quando a fibra excede 10% a 15% da ração, o consumo poderá ser prejudicado pelo volume excessivo ou pela redução na palatabilidade (NRC, 1998).

Pond et al. (1987) concluíram que o oferecimento de ração contendo 35% de farinha de alfafa, para suínos em crescimento, deprimiu a taxa de ganho de peso e piorou a conversão alimentar; entretanto, promoveu carcaças com menor deposição de gordura subcutânea (espessura de toucinho), condição atualmente desejada pelo mercado consumidor.

Segundo Frank et al, (1983), suínos nas fases de crescimento e terminação, mesmo quando alimentados com elevados níveis de fibra dietética, são capazes de manter ganhos de peso em índices adequados, pela elevação do consumo, como tentativa de manter estável o nível de energia digestível ingerida.

Nestas fases a adição de fibra dietética na alimentação permite melhorar o controle dos padrões de carcaças, adequando o ganho de peso animal com maior rendimento de carne magra (Gomes et al., 2007).

A digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e de seus componentes é acentuadamente influenciada pelo tipo e quantidade de fibra na dieta (Castro Junior et al, 2005).

1.4 Determinação do valor energético da fibra

Quando as moléculas orgânicas são oxidadas, a energia é produzida como calor e usada nos processos metabólicos dos animais (Sakomura & Rostagno, 2007).

Nos experimentos de avaliação de alimentos e determinação das exigências de energia, há a necessidade de utilizar métodos adequados, parte da variação encontrada nos valores energéticos de um ingrediente pode ser atribuída as diferenças nas técnicas experimentais utilizadas ou nas análises químicas laboratoriais (Villamide, 1996).

A energia bruta (EB) do alimento apenas representa a energia química de combustão que é medida diretamente na bomba calorimétrica e que pouco pode dizer o que irá ocorrer quando consumida pelo animal. Nos alimentos, o conteúdo de EB depende da composição da matéria orgânica, representada pelas proteínas e os carboidratos, mas tendo na gordura como a maior contribuinte do valor energético. Entretanto, esse valor obtido não permite nenhuma avaliação da disponibilidade e utilização desta energia da dieta pelo animal. Subtraindo desse valor do alimento a EB determinada nas fezes, representando a parte indigestível dos nutrientes, por diferença desta perda será obtido o valor de energia digestível (ED).

Conforme Ferreira & Pereira, (2003), a fácil obtenção de ED exige apenas a colheita de fezes, e o controle da excreção e do consumo de alimentos. Além do mais, este parâmetro da energia possui alta correlação com a energia metabolizável (EM). No entanto, a avaliação dos alimentos através apenas do seu conteúdo em ED leva a erros sistemáticos, especialmente para certos grupos de ingredientes. Os valores de ED de alimentos ricos em proteína, não consideram as elevadas perdas energéticas que ocorrem na urina ou o custo de energia necessária para a síntese de ureia no fígado, quando estes alimentos são administrados (Villamide et al, 1998).

Para alguns autores, ocorrem erros também na avaliação de alimentos que contêm altos níveis de fibra digestível, porque não é computada a perda de energia que ocorre devido à produção de metano e calor de fermentação, quando esses alimentos são utilizados. Da mesma maneira, os valores de ED de alimentos ricos em gordura são subestimados, os ácidos graxos são retidos no corpo de maneira mais eficiente que outros nutrientes para produção energética (Ferreira & Pereira, 2003).

Na partição da digestão da energia, a próxima perda energética a considerar se dá pela urina e pelos gases digestivos, que são produzidos durante o metabolismo dos nutrientes. Sob o ponto de vista nutricional, apenas o CH₄ (metano) é importante

(Noblet & Le Goff, 2001). Entretanto, no que se refere à produção desse gás no metabolismo energético, o valor é insignificante, exceto quando alimentos com alta digestibilidade da fibra são administrados. Sendo assim, o maior desconto de ED para EM, é principalmente representado pelas perdas de energia da urina (energia gasta para excretar nutrientes ou compostos que não são de origem daquele alimento que se está medindo). Por isso, e pela alta correlação do valor de ED e EM, muitos pesquisadores preferem utilizar os valores de ED, pois representa uma economia de trabalho, tempo e custo.

O próximo passo no refinamento do valor obtido da energia seria especificar quanto da EM seria utilizada para as funções vitais do animal (manutenção) e finalmente para a produção (seja ganho de peso, gestação ou lactação), denominada de energia líquida (EL). Esse valor é mais simples de ser esquematizado do que obtido, pois requer a utilização de equipamentos sofisticados para medir as perdas ocorridas pelo incremento calórico, o qual é produzido durante as reações químicas que ocorrem durante a metabolização dos nutrientes. O calor é retirado dos tecidos celulares pelo sangue e levado à superfície da pele para ser liberado. Exceto em condições frias, essa energia será perdida e não aproveitada pelo animal, necessitando então ser descontada (Ferreira & Pereira, 2003).

1.5 Métodos para estimar a energia dos alimentos

Há diferentes métodos para determinar a energia dos alimentos. O método direto é utilizado sempre quando o alimento-teste é mais balanceado (principalmente em fibra e proteína) e palatável. O método de substituição é um dos mais utilizados, pois a grande maioria dos alimentos não se apresenta de maneira balanceada e, quando administrados isoladamente, podem apresentar um comportamento fisiológico bem diferente.

Tradicionalmente nos ensaios de digestibilidade com suínos, é utilizado somente um nível de substituição da dieta referência pelo alimento-teste de 25% a 30%, para a maioria dos alimentos (Sakomura & Rostagno, 2007).

Segundo Nascimento et al (2005) um fator que pode influir nas variações encontradas nos valores de digestibilidade dos nutrientes é o nível de substituição da ração referência pelo alimento-teste. Esta influência pode ser causada pela interação da proporção do alimento-teste e dieta referência.

Adeola (2000) cita diversos métodos para determinar a digestibilidade dos componentes de alimentos testes para suínos, dentre os quais o método direto onde para um grupo de animais é fornecida uma dieta basal e é determinada sua digestibilidade. Simultaneamente, para outro grupo é acrescida á dieta basal uma quantidade conhecida do alimento teste para determinar a digestibilidade da mistura. Outra forma seria alimentar um grupo de animais, com a dieta basal e simultaneamente alimentar outro grupo de animais com pelo menos duas proporções do componente da dieta basal substituído pelo alimento teste. Neste caso pode-se usar a regressão da digestibilidade dos componentes substituídos nas diferentes proporções e extrapolar para 100% de substituição, para estimar a digestibilidade. Há um risco em extrapolar os níveis testados fora do intervalo de substituição e os erros associados são inversamente relacionados com o nível da dieta basal substituído pelo alimento-teste.

A magnitude do erro depende da taxa de substituição, onde em experimentos utilizando baixos níveis de substituição, haverá os maiores erros. Entretanto, apesar de níveis mais elevados apresentarem erros menores, maior será a probabilidade de interação entre o alimento teste e a dieta basal (Villamide et al, 1998).

Uma maneira de contornar as interações que podem ocorrer entre os alimentos, ou quando se faz necessária a utilização de níveis baixos de inclusão do alimento teste, seria utilizar vários níveis de substituição da dieta basal e analisar os resultados por regressão simples ou múltipla para estimar os parâmetros de conteúdos energéticos desejados.

A técnica de se utilizar níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste, em estudo de digestibilidade consiste em utilizar um alimento teste, misturado em proporções crescentes a uma dieta basal calculada segundo as exigências estabelecidas para a espécie animal em questão (Villamide, 1996).

Literatura Citada

- ADEOLA, A. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L.L., (Eds) **Swine Nutrition**. 2.ed. CRC Press, Washington: DC, 2000. p.903–916.
- BAILEY, R.W. In: **Chemistry and Biochemistry of Herbage**, v.1, p. 157, 1973.
- BRUNSGAARD, G. Effects of cereal type and feed particle size on morphological characteristics, epithelial cell proliferation, and lectin binding patterns in the large intestine of pigs. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2787-2798, 1998.
- CASTRO JÚNIOR, F.G.; CAMARGO, J.C.M.; CASTRO, A.M.M.G. et al. Fibra na alimentação de suínos. **Bioquímica Indústria animal**, v.62, n.3, p.265-280, 2005.
- DIERICK, N.A.; VERVAEKE, I.J.; DEMEYER, D.I. et al. Approach to the energetic importance of fiber digestion in pigs. I. Importance of fermentation in the overall energy supply. **Animal Feed Science and Technology**, v.23, n.1-3, p.141-167, 1989.
- FERREIRA, W.M.; PEREIRA, R.A.N. **Avanços na nutrição de coelhos**. Avaliação energética e proteica dos alimentos e necessidades nutricionais. Nutrição animal, Tópicos avançados. 2003. Departamento de Tecnologia Rural e Animal – UESB. p. 15-34.
- FRANK, G.R.; AHERNE, F.X.; JENSEN, A.H. A study of the relation ship between performance and dietary component digestibility by swine fed different levels of dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v.57, p.645-654, 1983.
- FUKUSHIMA, R.S.; DEHORITY, B.A. Feasibility of using lignin isolated from forages by solubilization in acetyl bromide as a standard for lignin analyses. **Journal of Animal Science**, v.78, n.12, p.3135-3143, 2000.
- GOMES, B.V.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. Estudo das características físico-químicas de fenos de palhas. Efeito sobre a degradabilidade “in situ” da matéria seca, proteína bruta e fibra detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.2, p.292-304, 1994.
- GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Revista Semina**, v.28, n.3, p.483-492, 2007.
- JOHNSTON, L.J.; NOLL, S.; RENTERIA, A. et al. Feeding by-products high in concentration of fiber to non-ruminants. In: Third National Symposium on Alternative Feeds for Livestock and Poultry Held in Kansas City. **Proceedings...** Kansas City: 2003. p. 1-26.
- KING, R.H.; TAVERNER, M.R. Prediction of the digestible energy in pig diets from analyses of fiber contents. **Animal Production**, v.21, p.275-284, 1975.
- MERTENS, D.R. Challenges in measuring insoluble dietary fiber. **Journal of Animal Science**, v.81, p.3233-3249, 2003.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de Energia Metabolizável de Farinhas de Penas e de Vísceras Determinados com Diferentes Níveis de Inclusão e Duas Idades das Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.

- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington, D.C., 1998. 189 p.
- NOBLET, J.; Le GOFF, G. Effect of dietary fiber on the energy value of feeds for pigs. **Animal Feed Science Technology**, v.90, p.35-52. 2001.
- OLIVEIRA, V.; FIALHO, E.T.; LIMA, J.A.F. et al. Substituição do Milho por Casca de Café em Rações Isoenergéticas para Suínos em Crescimento e Terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.25, n.2, p.424-436, 2000.
- POND, W.G. Thoughts on fiber utilization in swine. **Journal of Animal Science**, v.65, p.497-499, 1987.
- RÉRAT, A.; FISZLEWICZ, M.; GIUSI, A. et al. Influence of meal frequency on post-prandial variations in the production and absorption of volatile fatty acids in the digestive tract of conscious pigs. **Journal of Animal Science**, v.64, n.2, p.448-456, 1987.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SCHULZE, H.; VAN LEEUWEN, P.; VERSTEGEN, M.W.A. Effect of level of dietary neutral detergent fiber on ileal apparent digestibility and ileal nitrogen losses in pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, n.9, p.2362-2368, 1994.
- TROWELL, H. Food and dietary fiber. **Nutrition Review**, v.35, n.3, p.6-11, 1977.
- VAREL, V.H. Activity of fiber-degrading microorganisms in the pig large intestine. **Journal of Animal Science**, v.65, n.2, p.488-496, 1987.
- VAREL, V.H.; POND, W.G. Enumeration and activity of cellulolytic bacteria from gestating swine fed various levels of dietary fiber. **Applied Environmental Microbiology**, v.49, p.858. 1985.
- VAREL, V.H.; YEN J.T. Microbial perspective on fiber utilization by swine. USDA-ARS, U.S. Meat Animal Research Center. **Journal Animal Science**, v.75, p.2715-2722, 1997.
- VILLAMIDE, M.J.; MAERTENS, L.; De BLAS, C.; et al. Feed Evaluation. In: De Blas, C. & Wiseman, J. (Eds.) **The nutrition of the rabbit**. CAB Publishing, 1998. p.80- 101.
- VILLAMIDE, M.J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.211-223, 1996.

II - OBJETIVOS GERAIS

- A) Estudar o uso de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste em estudos de digestibilidade;
- B) Estimar a digestibilidade dos nutrientes e o valor energético do alimento teste;
- C) Validar os resultados (valores energéticos) por meio da utilização dos valores de energia metabolizável (EM) obtidos nos ensaios de digestibilidade, na formulação de rações práticas de suínos, em experimentos de desempenho.

III – Metodologia de Uso de Níveis Crescentes de Substituição da Ração Referência pelo Alimento Teste em Ensaios de Digestibilidade com Suínos

RESUMO - Dois experimentos foram conduzidos para estudar a metodologia de uso de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste fibroso (casca de café melosa - CCM), em ensaios de digestibilidade com suínos na fase de crescimento-terminação. No Experimento I, foi conduzido um ensaio de digestibilidade utilizando 15 suínos mestiços, machos castrados, com $72,48 \pm 7,16$ kg de peso vivo inicial, distribuídos em delineamento de blocos casualizados. De forma geral, a utilização de níveis crescentes de substituição (7, 14, 21 e 28%) reduziu a digestibilidade da CCM. Os valores de energia metabolizável (EM), na matéria natural, obtidos para a CCM foram 2.456, 2.377, 2.247 e 1.945 Kcal/kg. No Experimento II, foram utilizados 42 suínos com peso vivo inicial de $30,27 \pm 1,95$ kg na fase de crescimento e 42 suínos, com peso inicial de $60,02 \pm 4,10$ kg, na fase de terminação, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos, sete repetições e um animal por unidade experimental. Os tratamentos consistiram de uma ração teste, quatro rações com níveis de EM obtidos no Experimento I e uma ração com EM estimada por equação de regressão linear para 15% de substituição. Na fase de crescimento não houve efeito dos tratamentos sobre o consumo diário de ração, ganho diário de peso (GDP) e conversão alimentar. O estudo de viabilidade econômica indicou que não houve diferença no custo das diferentes rações. Para a fase de terminação, o GDP foi menor para os níveis 21% e 28%. Os resultados indicam que níveis mais elevados de substituição superestimam o valor energético e que a metodologia de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste pode ser utilizada para estimar os valores energéticos de alimentos fibrosos para suínos.

Palavras-chave: alimento fibroso, característica de carcaça, desempenho

III - Methodology of Using Increasing Levels of Basal Diet Substitution by Feedstuffs Test on the Digestibility Trials

ABSTRACT - Two experiments were carried out to study the methodology of using increasing levels of substitution of the basal diet by fibrous feedstuffs test, (sticky coffee hull - SCH) in the digestibility trials with pigs during the growing-finishing phase. In the Experiment I, it was conducted a digestibility trial using 15 crossbred barrows, with 72.48 ± 7.16 kg initial body weight, distributed in a randomized block design. In general, the use of increasing levels of substitution (7, 14, 21 or 28%) reduced the SCH digestibility. The metabolizable energy (ME) values as fed basis were 2456, 2377, 2247 and 1945 Kcal / kg. In the Experiment II, there were used 42 pigs of initial body weight of 30.27 ± 1.95 kg in the growing phase and 42 pigs with initial body weight of 60.02 ± 4.10 kg in the finishing phase, allotted in a completely randomized design, with six treatments and seven replicates with one animal per experimental unit. The treatments consisted of a control diet, four diets with levels of ME obtained in Experiment I plus a diet with ME estimated by linear regression equation for 15% of substitution. In the growth phase there was no effect of treatments on daily feed intake, daily weight gain (DWG) and feed:gain ratio. The economic feasibility study indicated that there was no difference in the cost of different diets. For finishing phase, the DWG was lower for levels 21 and 28%. The results indicate that higher levels of substitution overestimate the energy value and the method of increasing levels of substitution of the basal diet by feedstuffs test can be used to estimate the energy values of fibrous feedstuffs for pigs.

Key-words: carcass traits, fibrous feedstuffs, performance

INTRODUÇÃO

O alimento representa a maior participação nos custos de produção na suinocultura. Assim, há um grande interesse em ingredientes alternativos como as fibras, visando bom desempenho produtivo e redução de custos.

De acordo com Gomes et al. (2007) a fibra dietética é considerada uma fonte alternativa de energia na alimentação de suínos, principalmente para animais destinados ao abate. Embora a fibra seja responsável pelo decréscimo da digestibilidade da maioria dos componentes nutritivos, pode ser incluída em rações à base de milho, permitindo adequado ganho de peso com bom rendimento em carne magra, garantindo assim melhoria na qualidade da carcaça.

Tradicionalmente nos ensaios de digestibilidade com suínos, é utilizado somente um nível de substituição da dieta referência pelo alimento teste (Sakomura & Rostagno, 2007).

Entretanto para Nascimento et al. (2005) um fator que pode influir nas variações encontradas nos valores de digestibilidade dos nutrientes é o nível de substituição da ração referência pelo alimento teste.

Para Adeola (2000) deve-se utilizar pelo menos duas proporções do componente da dieta basal substituído pelo alimento teste. Neste caso pode-se usar a regressão da digestibilidade dos componentes substituídos nas diferentes proporções e extrapolar para 100% de substituição, para estimar a digestibilidade. Há um risco em extrapolar os níveis testados fora do intervalo de substituição e os erros associados são inversamente relacionados com o nível da dieta basal substituído pelo alimento teste.

Uma solução seria utilizar vários níveis de substituição da dieta básica e analisar os resultados por regressão simples ou múltipla para estimar os parâmetros de conteúdos energéticos desejados (Villamide et al., 1998).

A técnica de se utilizar níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste, em estudo de digestibilidade consiste em utilizar alimento teste misturado em proporções crescentes a uma dieta basal calculada segundo as exigências estabelecidas para a espécie animal em questão (Villamide, 1996).

Espera-se que o emprego da metodologia de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste, em ensaio de digestibilidade, melhore a estimativa do valor energético desta.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar a metodologia de uso de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste sobre a digestibilidade dos nutrientes e valor energético da casca de café melosa - CCM (alimento fibroso) para suínos na fase de crescimento-terminação e também, validar os valores de energia metabolizável obtidos, em experimento de desempenho.

MATERIAL e MÉTODOS

Os experimentos foram realizados no Setor de Suinocultura da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá (CCA/UEM), localizada no Estado do Paraná (23°21'S, 52°04'W, a uma altitude de 564 metros).

A casca de café melosa (CCM) foi escolhida como alimento fibroso e foi obtida na agroindústria COCAMAR (Cooperativa Agroindustrial). A casca de café melosa foi moída em moinho tipo martelo, com peneira de diâmetro de quatro mm. A CCM possuía a seguinte composição: 9,35% de proteína bruta (PB); 3.734 kcal de energia bruta/kg; 18,86% de fibra bruta (FB); 31,52% de fibra em detergente neutro (FDN); 25,42% de fibra em detergente ácido (FDA); 0,31% de cálcio (Ca); 0,07% de fósforo total (Pt) e diâmetro geométrico médio (DGM) de 1533 mm.

As composições químicas das rações e fezes foram obtidas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá (LANA DZO/ UEM). As análises de matéria seca, matéria orgânica, cinzas, PB, FB, FDN, FDA, Ca e Pt, foram realizadas conforme as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). As análises de granulometria foram feitas de acordo com a metodologia proposta por Zanotto & Bellaver (1996). Os valores de energia bruta foram determinados por meio de calorímetro adiabático (Parr Instrument Co. AC720), segundo os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002).

Experimento I - Ensaio de Digestibilidade

O ensaio de digestibilidade foi conduzido durante o período de abril a maio de 2008, no qual foram utilizados 15 suínos mestiços de linhagem comercial, machos castrados, com $72,48 \pm 7,16$ kg de peso vivo inicial.

Os animais foram alojados individualmente em gaiolas de metabolismo semelhantes às descritas por Pekas (1968), em sala com ambiente parcialmente controlado. As temperaturas ambiente médias, apresentaram mínima de 20,1°C e máxima de 25,6°C.

Utilizando a metodologia de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste, conforme Willamide (1996) foram formuladas cinco rações com cinco níveis de substituição.

A CCM substituiu, com base na matéria seca, 7%, 14%, 21% e 28% da ração referência (RR), resultando em quatro rações teste (RT). A RR, à base de milho e farelo de soja, foi calculada para atender as exigências indicadas no NRC (1998). A RR foi composta por milho (72,90%), farelo de soja (24,45%), sal comum (0,57%), calcário (0,64%), fosfato bicálcico (0,87%) e suplemento vitamínico mineral (0,57%).

No total foram utilizadas cinco rações: 1 - Ração Referência (RR); 2 - RR (93%) + CCM (7%); 3 - RR (86%) + CCM (14%); 4 - RR (79%) + CCM (21%) e 5 - RR (72%) + CCM (28%).

Foram realizados dois períodos de coleta, sendo que cada período teve a duração de 15 dias (dez dias de adaptação e cinco de coleta total de fezes e urina). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos, três repetições e a unidade experimental foi constituída por um suíno. No total foram utilizadas seis unidades experimentais por ração teste, três em cada período de coleta.

No período de coleta, o fornecimento de ração foi calculado com base no consumo médio registrado no período de adaptação. Os arraçoamentos foram realizados às 08h00min e às 16h00min.

As duas refeições foram divididas em: 55% do total na manhã e 45% à tarde (proporção obtida tendo como base os consumos entre manhã e tarde do período de adaptação). As rações foram umedecidas com água em aproximadamente 20% da ração fornecida para evitar desperdícios, reduzir a pulverulência e melhor aceitabilidade da ração pelo animal. Após cada refeição, a água foi fornecida no próprio comedouro na proporção de três mL de água/g de ração fornecida, para evitar excesso de consumo de água e comprometer o consumo da ração.

Para marcar o início e final de cada período de coleta total de fezes, foi utilizado 2% de óxido férrico (Fe₃O₂) como marcador fecal. As fezes foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer (-18°C).

Posteriormente, o material foi homogeneizado e seco (aproximadamente 350 g), em estufa de ventilação forçada (55°C), moída em moinho tipo faca (peneira de 1 mm). A urina foi coletada em baldes de plástico, contendo 20 mL de ácido clorídrico (HCl 1:1) para evitar a proliferação bacteriana e possíveis perdas de nitrogênio por volatilização. Os teores de energia bruta foram determinados utilizando bomba calorimétrica. Os demais procedimentos experimentais foram realizados de acordo com o descrito por Fialho et al. (1979).

Foram obtidos os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), energia bruta (CDEB), coeficiente de metabolização da energia bruta (CMEB), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), fibra em detergente neutro (CDFDN), fibra em detergente ácido (CDFDA) e fibra bruta (CDFB) da CCM, (um para cada nível de substituição) conforme Moreira et al. (1994). Em seguida, foram calculados os valores de MSD, ED, EM, MOD, PBD, FDND, FDAD e FBD, conforme Matterson et al. (1965).

Os coeficientes de digestibilidade foram submetidos à análise de regressão, conforme sugerido por Willamide (1996), utilizando o pacote estatístico SAEG (UFV, 1997), de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ijk}$ em que: Y_{ijk} = coeficientes de digestibilidade do tratamento i , da repetição j , do bloco k ; μ = constante associada a todas as observações; T_i = efeito do nível de inclusão do alimento i , sendo $i = 7; 14; 21$ e 28 ; B_j = efeito do bloco j ; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Experimento II – Experimento de Desempenho

Foram utilizados 42 suínos mestiços de linhagem comercial, com peso inicial de $30,27 \pm 1,95$ e final de $60,00 \pm 4,49$ kg na fase de crescimento e 42 suínos, com peso inicial de $60,02 \pm 4,10$ e final de $89,76 \pm 8,89$ kg, na fase de terminação.

O experimento foi realizado no período de setembro de 2008 a janeiro de 2009. As temperaturas mínimas médias, registradas nos períodos experimentais, foram de $17,9 \pm 3,73^\circ\text{C}$ e $21,54 \pm 4,59^\circ\text{C}$ e as máximas médias foram de $30,00 \pm 5,47^\circ\text{C}$ e $30,17 \pm 5,25^\circ\text{C}$, respectivamente. As umidades relativas do ar médias, registradas nos períodos experimentais na fase de crescimento e terminação, pela manhã foram de $38,52 \pm 16\%$ e $71,29 \pm 15,16\%$ e pela tarde foram de $40,16 \pm 15,99\%$ e $64,77 \pm 17,55\%$, respectivamente.

Os animais foram alojados em galpões de alvenaria, cobertos com telhas de fibrocimento, divididos em duas alas, sendo cada uma composta por 10 baias (7,60 m² cada), separadas por um corredor central. Cada baia possuía bebedouros tipo chupeta ao fundo e comedouro semiautomático localizado na parte frontal, o que proporcionava livre acesso a ração e água. As baias apresentavam ao fundo, uma lâmina d'água de ± 8 centímetros de profundidade, a qual era lavada e a água renovada duas vezes por semana. As rações e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período experimental.

Os tratamentos consistiram em seis rações: uma ração testemunha (Tabela 1), quatro rações formuladas utilizando os valores de EM da CCM (2.456, 2.377, 2.247 e 1945 Kcal EM/kg), obtidos com os diferentes níveis de substituição (7, 14, 21 e 28%) da RR pelo alimento teste (CCM), respectivamente e uma ração utilizando o valor de EM de 2.316 Kcal EM/kg, estimado para 15% de substituição de CCM. Para a estimativa do valor de 2.316 Kcal EM/kg, inicialmente foi obtida uma equação linear, por meio de regressão dos valores de EM, em função dos níveis de substituição. Obtida a equação, $EM_{15\%} = 2.672 - 23,757X$, estimou-se o valor de EM para $X = 15\%$. Da mesma forma, foi estimada a EM para 100% de substituição, conforme Willamide (1996) e Adeola (2000), que resultou em valor irreal (296,3 Kcal EM/kg), portanto não foi formulada uma ração com este valor.

As rações à base de milho e farelo de soja (Tabelas 1 e 2) foram formuladas para atenderem ao recomendado pelo NRC (1998), para suínos na fase de crescimento (30 – 60 kg) e terminação (60-90 kg). Foi fixado o nível de 15% de CCM, em função de ser este o nível indicado como melhor em trabalhos anteriores (Poveda-Parra et al, 2008).

Para os cálculos foi utilizada a composição química e energética da CCM, obtida no experimento de digestibilidade. Para o milho e farelo de soja, foram determinados os valores de PB, fósforo e cálcio e os níveis de EM foram os indicados por Rostagno et al. (2005).

Os suínos foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados, com seis tratamentos e a unidade experimental foi formada por um animal por baia.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, bem como o consumo total de ração computado, com o que foi calculado o consumo diário de ração (CDR), ganho diário de peso (GDP) e a conversão alimentar (CA) de cada unidade experimental. Ao final da fase de crescimento e terminação, foi medida a espessura de

toucinho e profundidade de lombo na posição P2, utilizando o aparelho Sono-Grader (Renco[®]).

Ao final da fase de terminação, foram abatidos 36 suínos no abatedouro da Fazenda Experimental de Iguatemi-FEI/UEM. As carcaças foram resfriadas (1-2°C) por 24 horas para posteriormente serem submetidas à avaliação quantitativa, conforme o Método Brasileiro de Classificação de Carcaça (ABCS, 1973).

TABELA 1 - Composição centesimal, energética, química e custos das rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) - Suínos na fase de crescimento

Itens	RT	Níveis de substituição da RR pela CCM utilizados no ensaio de digestibilidade para determinação da EM da CCM ¹ (%)				
		7	14	21	28	15
Milho	73,43	57,78	57,46	56,92	55,66	57,20
Casca de café melosa	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farelo de soja	18,63	22,63	22,71	22,85	23,19	22,78
Óleo de soja	0,41	2,15	2,40	2,80	3,73	2,59
Calcário	0,70	0,43	0,43	0,42	0,42	0,42
Fosfato bicálcico	0,85	1,13	1,13	1,13	1,14	1,13
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico e mineral ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Promotor de crescimento ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCL	0,23	0,13	0,13	0,13	0,12	0,13
Farelo de trigo	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valores calculados ⁴						
Energia metabolizável ⁴ , Kcal/kg	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina ⁴ , %	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Cálcio ⁴ , %	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Fósforo total ⁴ , %	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480	0,480
Fibra detergente neutro ⁴ , %	12,91	15,70	15,70	15,70	15,70	15,70
Fibra detergente ácido ⁴ , %	5,26	8,28	8,28	8,28	8,28	8,28
Fibra bruta ⁴ , %	3,28	5,62	5,62	5,62	5,62	5,62
Custo da ração, R\$/kg	0,58	0,65	0,65	0,66	0,68	0,66

¹- Os valores de EM da CCM utilizados no cálculo das rações foram 2.456, 2.377, 2.247, 1.945 e 2.316, respectivamente para 7, 14, 21, 28 e 15% de inclusão da CCM em substituição a RR. O nível de 15% foi estimado por meio de regressão; RT: ração testemunha; ²-Suplemento vitamínico e mineral para suínos na fase de crescimento; ³- Lincomicina 30%; ⁴-Calculados com base na composição dos alimentos indicados por Rostagno et al. (2005).

Para avaliação qualitativa da carcaça foram retiradas amostras do *Longissimus dorsi* na região da 8^a e 10^a vértebras para posterior mensuração de gordura intramuscular, ou seja, do marmoreio e perda de água por gotejamento, conforme Bridi

& Silva (2006). As áreas do *Longissimus dorsi* e de gordura foram determinadas utilizando uma mesa digitalizadora (Camara et al. 1996).

TABELA 2 - Composição centesimal, energética, química e custos das rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) - Suínos na fase de terminação

Itens	Níveis de substituição da RR pela CCM utilizados no ensaio de digestibilidade para determinação da EM da CCM ¹ (%)					
	RT	7	14	21	28	15
Milho	81,45	65,83	65,59	64,96	63,71	65,25
Casca de café melosa	0,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Farelo de soja	11,11	15,1	15,1	15,33	15,66	15,25
Óleo de soja	0,00	1,74	1,98	2,38	3,31	2,17
Calcário	0,69	0,41	0,41	0,41	0,40	0,41
Fosfato bicálcico	0,70	0,97	0,97	0,97	0,98	0,97
Sal comum	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
Suplemento vitamínico e mineral ²	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Promotor de crescimento ³	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
L-Lisina HCL	0,30	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
Farelo de trigo	5,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Valores calculados ⁴						
Energia metabolizável ⁴ , Kcal/kg	3.197	3.197	3.197	3.197	3.197	3.197
Lisina ⁴ , %	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77	0,77
Cálcio ⁴ , %	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49	0,49
Fósforo total ⁴ , %	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43
Fibra detergente neutro ⁴ , %	13,02	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80
Fibra detergente ácido ⁴ , %	5,74	8,69	8,69	8,69	8,69	8,69
Fibra bruta ⁴ , %	3,23	5,57	5,57	5,57	5,57	5,57
Custo da ração, R\$/kg	0,59	0,66	0,66	0,67	0,69	0,67

¹- Os valores de EM da CCM utilizados no cálculo das rações foram 2.456, 2.377, 2.247, 1.945 e 2.316, respectivamente para 7, 14, 21, 28 e 15% de inclusão da CCM em substituição a RR. O nível de 15% foi estimado por meio de regressão; RT: ração testemunha; ²Suplemento vitamínico e mineral para suínos na fase de terminação; ³- Lincomicina 30%; ⁴Calculados com base na composição dos alimentos indicados por Rostagno et al. (2005).

Para os estudos de viabilidade econômica de cada ração (tratamento), foram levantados preços das matérias-primas no mercado e calculado o custo da ração (CR) e o custo em ração por quilograma de peso vivo (CMR), segundo Bellaver et al. (1985): Y_i (R\$/kg) = $Q_i \times P_i / G_i$, em que: Y_i = custo em ração por kg de peso vivo ganho no i -enésimo tratamento; Q_i = quantidade de ração consumida no i -enésimo tratamento; P_i = preço por kg da ração utilizada no i -enésimo tratamento; G_i = ganho de peso do i -enésimo tratamento.

Foi calculado também o Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo (IC), segundo metodologia proposta por Gomes et al. (1991).

$IEE (\%) = MCE/CTei \times 100$ e $IC (\%) = CTei/MCe \times 100$ em que: MCE = menor custo da ração por kg ganho observado entre os tratamentos; Ctei = custo do tratamento *i* considerado.

Os preços dos insumos utilizados para calcular os custos das rações experimentais foram: milho (grão), R\$ 0,36/kg, farelo de soja R\$ 0,92/kg, óleo de soja R\$ 2,14/kg e casca de café melosa R\$ 0,50/kg.

Os resultados do desempenho, características de carcaça e custo das rações foram submetidos à análise de variância de acordo com o seguinte modelo estatístico: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ em que: Y_{ij} = variável estudada do tratamento *i*, da repetição *j*; μ = constante associada a todas as observações; T_i = efeito do nível de inclusão do alimento *i*, sendo *i* = 7, 14, 21, 28 e 15; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação. Para as variáveis que apresentaram influência ($P \leq 0,05$) dos tratamentos, foi aplicado o teste de Newman Keuls. As análises estatísticas foram efetuadas utilizando o pacote estatístico SAEG (UFV, 1997).

RESULTADOS e DISCUSSÃO

Experimento I – Ensaio de Digestibilidade

A casca de café melosa foi moída em uma granulometria de quatro milímetros, pois estudo de Poveda-Parra et al. (2008), demonstraram que a casca café melosa moída nesta granulometria apresenta melhor coeficiente de digestibilidade que a casca moída em peneira de 2,5 mm. As granulometrias das rações testadas foram 503, 533, 606, 628 e 656, respectivamente para os níveis 0, 7, 14, 21 e 28 % de casca nas rações.

Os coeficientes de digestibilidade (Tabela 3) para casca de café melosa foram inferiores aos obtidos por Poveda-Parra et al. (2008) e Ferreira et al. (1997) para ED (2498 e 2843 kcal/kg respectivamente) e CDPB (45,68 e 65,54% respectivamente). Do mesmo modo, os valores encontrados são inferiores aos de Oliveira et al. (2002) e Ferreira et al. (1997) para MSD (65,65 e 61,02% respectivamente) e EM (2.684 e 2.694 kcal/kg respectivamente).

De forma geral, os coeficientes de variação foram elevados, o que dificultou a detecção de diferenças ($P \leq 0,05$) entre os coeficientes de digestibilidade, apesar de

diferenças numéricas ($P>0,05$) importantes serem observadas. Neste sentido, observa-se que a matéria seca e a proteína bruta tiveram sua digestibilidade reduzida numericamente ($P>0,05$) com o aumento da inclusão do alimento teste.

Tabela 3 - Coeficiente de digestibilidade aparente (CD), Coeficiente de metabolização (CM) e valores digestíveis de nutrientes da casca de café melosa para suínos na fase de crescimento - terminação

Coeficientes de digestibilidade, %	Níveis de casca de café melosa ¹								Reg ²
	7		14		21		28		
CD da Matéria seca	74,46		74,73		73,10		66,68		NS
CD da Energia bruta	67,91		66,84		63,34		57,35		NS
CM da Energia bruta	65,77		63,68		60,18		52,10		NS
CD da MO	58,96		64,46		74,26		67,69		NS
CD da Proteína bruta	38,87		41,91		41,64		31,76		NS
CD da FDN	16,50		48,81		59,90		37,51		Q:0,000
CD da FDA	13,98		19,85		55,06		61,35		L:0,000
CD da Fibra bruta	35,14		49,58		47,71		34,18		Q:0,001
Nutr. digestíveis ³	MS ⁴ MN ⁵		MS ⁴ MN ⁵		MS ⁴ MN ⁵		MS ⁴ MN ⁵		
MSD, %	66,85	60,03	67,10	60,25	65,64	58,94	59,87	53,76	-
ED, kcal/kg	2824	2535	2779	2496	2634	2365	2385	2141	-
EM, kcal/Kg	2735	2456	2648	2377	2502	2247	2166	1945	-
MOD, %	54,87	49,26	59,99	53,86	69,11	62,05	63,00	56,57	-
PBD, %	4,05	3,63	4,36	3,92	4,34	3,98	3,31	2,97	-
FDND, %	5,79	5,20	17,13	15,38	21,03	18,88	13,17	11,82	-
FDAD, %	3,96	3,55	5,62	5,05	15,59	14,00	17,37	15,60	-
FBD, %	7,38	6,63	10,42	9,35	10,02	9,00	7,18	6,45	-

¹ Representa os níveis de substituição da ração referência pelo alimento teste (casca de café melosa); ² Análise de regressão: NS= não significativo, L= efeito linear, Q= efeito quadrático, $CD_{FDN} = -46,4167 + 10,8099X - 0,278166X^2$, $CD_{FDA} = -5,80232 + 2,52783X$ e $CD_{FBD} = 7,63523 + 4,96461X - 0,14378X^2$; ³ Matéria seca digestível (MSD); Energia digestível (ED); Energia metabolizável (EM); Matéria orgânica digestível (MOD); Proteína bruta digestível (PBD); Fibra em detergente neutro digestível (FDND); Fibra em detergente ácido digestível (FDAD) e Fibra bruta digestível (FBD); ⁴ Matéria seca; ⁵ Matéria natural.

Este decréscimo ($P>0,05$) da digestibilidade da matéria seca pode ser resultante da parcial substituição de uma fonte de carboidrato altamente digestível (amido do milho) por outra fonte de menor digestibilidade, rica em polissacarídeos não amiláceos (PNA), com menor grau de fermentabilidade ou por meio do aumento do trânsito intestinal reduzindo a fermentação dos carboidratos estruturais (Gomes et al., 2007). A quantidade de FDN presente nas rações pode ter influenciado a digestibilidade destes

nutrientes porque a fibra é um dos fatores que contribui para a redução da digestibilidade de ingredientes usados em rações de suínos (Noblet & Perez, 1993).

O CD e o CM da energia bruta, não foram influenciados ($P>0,05$) pelos níveis de substituição, mas observa-se que diminuíram numericamente conforme aumentou a inclusão do alimento teste nas rações, mostrando valor 15% inferior para o CD da EB para o nível 28%, comparado com o nível 7%. Pond et al. (1988) afirmam que ocorre redução na digestibilidade da energia em dietas com alta inclusão de fibra. Kempen (2001) afirma que para cada 1% de fibra adicionada à dieta de suínos, a digestibilidade da energia também diminui em pelo menos 1%.

Os CD da FDN e FB responderam de forma quadrática ($P\leq 0,05$) aos níveis de substituição, apresentando maior CD estimado (58,6% e 50,5%) nos níveis de 19,43% e 17,25% de substituição da ração referência pelo alimento teste (CCM). Por outro lado, à medida que se elevou o nível de substituição, houve aumento linear ($P\leq 0,05$) do CD da FDA. Aplicando o valor médio (18,34%) entre os melhores níveis obtidos para CDFDN e CDFB, obteve-se o valor de 40,56% de CD da FDA.

Comparando com os resultados de Poveda-Parra et al (2008), que encontraram valores de CD da FDN de 54,57%, FB de 50,15% e FDA de 50,29%, os resultados neste experimento (Tabela 3) foram inferiores para FDN, semelhantes para FB e superiores para FDA.

Tradicionalmente nos ensaios de digestibilidade com suínos, é utilizado somente um nível de substituição da dieta referência pelo alimento teste, de 25% a 30% (Sakomura & Rostagno, 2007), mas como citado por Willamide (1996) e Adeola (2000), é importante utilizar mais de um nível de substituição. Os resultados encontrados (Tabela 3) demonstram que conforme aumentou a inclusão do alimento teste, os coeficientes de digestibilidade e o valor energético do alimento de forma geral reduziram.

Experimento II – Experimento de desempenho utilizando diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM).

Quando se incluiu a CCM a um nível fixo de 15% nas rações na fase de crescimento e se utilizou os diferentes valores de EM obtidos no ensaio de digestibilidade, foi obtido desempenho semelhante (Tabela 4). Este comportamento

sugere que realmente o valor energético (EM) dos alimentos fibrosos (CCM) varia de acordo com o nível de substituição da ração referência pelo alimento teste (CCM).

Esta resposta de desempenho (CDR, GDP e CA) e carcaça (ET e PL), na fase de crescimento, indica que os valores energéticos (EM) estimados no ensaio de digestibilidade, utilizando diferentes níveis de substituição da ração referência pela CCM, representam os reais valores energéticos da CCM, para esta fase (crescimento).

Para a fase de terminação, o GDP (Tabela 4) foi menor ($P \leq 0,05$) para os níveis 21% e 28% em comparação com a RT, o que pode indicar deficiência de energia nestas rações. Se houve deficiência de energia, significa que o valor energético da CCM obtido com 21% e 28% de substituição da RR, está superestimado. Embora sem significância, a CA também foi numericamente ($P > 0,05$) superior a da RT, o que reafirma a possibilidade de serem estas rações (21 e 28%) deficientes em energia, por terem sido formuladas utilizando valores superestimados da EM de CCM, obtidas com níveis de 21% e 28% de substituição da RR pela CCM (Tabela 3). Este fato pode ser resultado de interações entre o alimento teste e a ração referência (Willamide, 1998).

Tabela 4 - Desempenho, espessura de toucinho na P2 (ET- P2) e profundidade de lombo (PL) dos suínos alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM) na fase de crescimento e terminação

Itens	RT	Níveis de substituição da RR pela CCM utilizados no ensaio de digestibilidade para determinação da EM da CCM ¹ (%)					Média	EP ²
		7	14	21	28	15		
Crescimento								
CDR, kg	1,89	1,75	1,87	1,95	1,73	1,92	1,85	± 0,03
GDP, kg	0,753	0,713	0,752	0,818	0,716	0,776	0,755	± 0,01
CA	2,49	2,48	2,51	2,44	2,48	2,50	2,48	± 0,02
ET – P2, mm	9,00	7,00	7,29	7,86	7,29	8,00	7,74	± 0,24
PL, mm	45,71	36,71	41,86	40,29	36,43	43,00	40,67	± 1,01
Terminação								
CDR, kg	2,44	2,26	2,35	1,99	1,97	2,17	2,20	± 0,05
GDP, kg	0,831 ^a	0,678 ^{ab}	0,723 ^{ab}	0,576 ^b	0,605 ^b	0,645 ^{ab}	0,676	± 0,02
CA	2,94	3,37	3,39	3,63	3,34	3,45	3,36	± 0,07
ET – P2, mm	11,57	10,00	12,29	10,51	8,71	10,00	10,51	± 0,36
PL, mm	56,57	50,43	49,14	52,12	51,86	52,43	52,09	± 1,25

¹- Os valores de EM da CCM utilizados no cálculo das rações foram 2.456, 2.377, 2.247, 1.945 e 2.316, respectivamente para 7, 14, 21, 28 e 15% de inclusão da CCM em substituição a RR. O nível de 15% foi estimado por meio de regressão; RT: ração testemunha; ²- Erro Padrão;

Estas respostas sugerem que para alimentos fibrosos a adição de níveis elevados de substituição da RR pelo alimento teste (fibroso) para suínos em terminação pode levar a obtenção de valor superestimado da EM. Sendo assim, podem-se utilizar níveis crescentes de substituição para determinar qual o nível de substituição que fornece o melhor valor energético do alimento testado, conforme Willamide (1996).

Analisando em conjunto a fase de crescimento e terminação, verificou-se que os resultados não seriam os esperados, pois considera-se que suínos com maior peso possuem melhor capacidade de digestão de fibras (Noblet & Shi, 1993). O ensaio de digestibilidade foi conduzido com suínos com cerca de 75 kg, portanto na fase de terminação.

Algumas variáveis de características de carcaça (Tabela 5) como PCQ, PCF, PP, ET e GORD, reforçam as respostas de desempenho que sugerem a obtenção de valores energéticos da CCM superestimados para os níveis de 21% e 28%, com ênfase para o nível maior de substituição. A ração 28%, que supostamente propiciou níveis energéticos menores que a RT, apresentou carcaça menor e com menos gordura, o que reafirma a possibilidade de ter havido superestimação de valor de EM da CCM para este nível de substituição no experimento de desempenho.

Com relação aos resultados acima, para Gomes et al. (2007) a redução da gordura corporal e aumento na quantidade de massa muscular resultam em melhoria da qualidade de carcaça, muito embora seja comum estas características estarem associadas ao menor ganho de peso corporal de suínos alimentados com dietas fibrosas.

Os resultados obtidos nesse estudo são similares aos encontrados por Oliveira et al. (2002), Quadros (2007) e Pond et al. (1988), utilizando alimentos fibrosos como casca de café melosa, casca de soja e feno de alfafa respectivamente, os quais observaram redução da percentagem de gordura e na ET nas rações em que incluíram fibra.

Gomes et al. (2006) destacam que alguns fatores podem interferir nos resultados de qualidade de carcaça, como a qualidade da fibra empregada, taxa de fermentação, concentração de fibra na dieta.

Tabela 5 – Características de carcaça de suínos em terminação alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM)

Itens ²	RT	Níveis de substituição da RR pela CCM utilizados no ensaio de digestibilidade para determinação da EM da CCM ¹ (%)					Média	EP ³
		7	14	21	28	15		
Característica de carcaça								
PA, kg	93,48	86,07	87,48	82,87	80,63	84,57	85,97	± 1,24
QJ, %	3,99	3,39	3,48	3,45	3,89	3,32	3,60	± 0,22
PCQ, kg	77,74	68,80	70,78	67,83	65,04	68,58	69,85	± 1,01
RCQ, %	83,09	80,00	80,88	81,83	80,59	81,13	81,20	± 0,28
PCF, kg	75,73 ^a	66,96 ^b	68,84 ^{ab}	65,79 ^{ab}	63,11 ^b	66,73 ^{ab}	67,92	± 1,06
RCF, %	80,95	77,85	78,66	79,38	78,19	78,91	78,94	± 0,25
QR, %	2,56	2,67	2,75	3,00	2,99	2,73	2,77	± 0,10
PP, kg	12,18 ^b	10,92 ^a	11,23 ^b	10,78 ^b	10,03 ^b	10,87 ^b	10,99	± 0,15
RP, kg	32,25 ^c	32,61 ^a	32,63 ^{bc}	32,75 ^{bc}	32,05 ^b	32,58 ^{bc}	32,40	± 0,20
ET, cm	2,84	2,50	2,58	2,24	2,04	2,29	2,42	± 0,07
CC, cm	91,75	90,14	92,35	89,62	90,78	91,77	91,10	± 0,49
AOL, cm ²	49,55	39,37	38,55	40,83	38,45	41,06	41,30	± 1,07
GORD	20,50	15,69	15,84	13,84	12,50	14,24	15,53	± 0,57
CM,	66,13	55,85	55,92	57,40	55,07	57,81	58,03	± 1,14
PCM,	85,05	81,42	79,05	84,64	84,83	84,15	83,13	± 1,24
PGOT, %	3,79	3,16	3,31	3,33	4,22	2,91	3,47	± 0,27
MARM	2,50	1,75	1,83	1,80	1,83	2,00	1,97	± 0,11
COR	2,25 ^b	2,17 ^b	2,33 ^a	2,23 ^a	2,17 ^a	2,17 ^a	2,24	± 0,07
FIRM	2,42 ^b	2,58 ^b	2,75 ^a	2,69 ^a	2,75 ^a	2,67 ^a	2,65	± 0,04

¹Os valores de EM da CCM utilizados no cálculo das rações foram 2.456, 2.377, 2.247, 1.945 e 2.316, respectivamente para 7, 14, 21, 28 e 15% de inclusão da CCM em substituição a RR. O nível de 15% foi estimado por meio de regressão; RT: ração testemunha; ²Peso de abate (PA), quebra pelo jejum (QJ), peso de carcaça quente (PCQ), rendimento de carcaça quente (RCQ), peso de carcaça fria (PCF), rendimento de carcaça fria (RCF), quebra de rendimento (QR), peso de pernil (PP), rendimento do pernil (RP), espessura de toucinho (ET), comprimento de carcaça (CC), área de olho-de-lombo (AOL), gordura (GORD), carne magra na carcaça (CM), porcentagem de carne magra na carcaça (PCM), perdas por gotejamento (PGOT), marmoreio do *longísimus dorsi* (MARM), coloração (COR) e firmeza da carne (FIRM). ³Erro padrão.

A análise econômica (Tabela 6) indicou que para os animais na fase de crescimento, os níveis crescentes de substituição não influenciaram ($P>0,05$) o custo das rações (CR), enquanto que indicou aumento ($P\leq 0,05$) para os níveis mais elevados de substituição da ração referência pelo alimento teste para suínos na fase de terminação. Estes resultados são reflexos do pior desempenho (Tabela 4) notadamente do GDP na fase de terminação.

Tabela 6 - Custo da ração (CR), custo em ração por quilograma de peso vivo ganho (CMR), índice de eficiência econômica (IEE) e índice de custo (IC) de suínos nas fases de crescimento e terminação alimentados com rações formuladas com diferentes valores de EM para a casca de café melosa (CCM)

Itens	RT	Níveis de substituição da RR pela CCM utilizados no ensaio de digestibilidade para determinação da EM da CCM ¹ (%)					Média
		7	14	21	28	15	
Crescimento							
Peso médio inicial, kg	30,07	29,91	30,21	30,15	30,28	30,01	-
Peso médio final, kg	60,30	58,04	59,93	62,03	58,01	61,70	-
Custo da ração	0,58	0,65	0,65	0,66	0,68	0,66	-
CR, R\$/kg PV ganho	1,44	1,61	1,64	1,61	1,69	1,64	1,60
IEE	100,00	111,63	113,80	112,10	117,01	113,94	-
IC	100,00	89,58	87,88	89,21	85,46	87,77	-
Terminação							
Peso médio inicial, kg	60,00	59,94	59,86	59,96	59,99	60,40	-
Peso médio final, kg	97,53	89,59	91,39	85,23	86,03	88,81	-
Custo da ração	0,59	0,66	0,66	0,67	0,69	0,67	-
CR, R\$/kg PV ganho	1,73 ^b	2,08 ^a	2,08 ^a	2,27 ^a	2,13 ^a	2,09 ^a	2,05
IEE	100,00	120,12	120,07	130,79	122,69	120,44	-
IC	100,00	83,24	83,29	76,46	81,51	83,03	-

¹Os valores de EM da CCM utilizados no cálculo das rações foram 2.456, 2.377, 2.247, 1.945 e 2.316, respectivamente para 7, 14, 21, 28 e 15% de inclusão da CCM em substituição a RR. O nível de 15% foi estimado por meio de regressão; RT: ração testemunha.

Tanto os valores energéticos da CCM encontrados no ensaio de digestibilidade quanto os resultados da validação destes valores no experimento de desempenho dos animais, indicam que a metodologia de uso de níveis crescentes de substituição da ração referência pelo alimento teste pode ser utilizada para melhor estimar os valores energéticos de alimentos para suínos.

CONCLUSÕES

Os coeficientes de digestibilidade e os resultados de desempenho encontrados indicam que para alimentos fibrosos, níveis mais elevados de substituição da ração referência pelo alimento teste, resultam em valor energético superestimado do alimento fibroso. Conclui-se ainda que a metodologia de uso de níveis crescentes de substituição

da ração referência pelo alimento teste pode ser utilizada como uma ferramenta para estimar de forma mais precisa os valores energéticos de alimentos fibrosos para suínos.

Literatura Citada

- ADEOLA, A. Digestion and balance techniques in pigs. In: LEWIS, A.J. and SOUTHERN, L.L., (Eds) **Swine Nutrition**. 2.ed. CRC Press, Washington: DC, 2000. p.903–916.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Método Brasileiro de Classificação de Carcaças**. Publicação Técnica n.2. Estrela/RS, 1973. 17p.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; PROTAS, J.F.S. et al. Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.20, n.8, p. 969-74, 1985.
- BRIDI, A.M.; SILVA, C.A. **Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína**. Londrina: Midigraft, 2006. 97p.
- CAMARA G.; SOUZA, R.C.M.; FREITAS, U.M. et al. **Spring: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling**. Computers & Graphics, v.20, n.3, p.395-403, 1996.
- FERREIRA, E.R.A.; FIALHO E.T.; TEIXEIRA A.S. et al. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26. n.3, p.514-523, 1997.
- FIALHO, E.T., ROSTAGNO, H.S., FONSEC, J.B., et al. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e proteico de rações à base de milho e de sorgo com diferentes conteúdos de tanino para suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.3, p. 386-397, 1979.
- GOMES, J.D.F.; PUTRINO, S.M.; GROSSKLAUS, C. et al. Efeitos do incremento de fibra dietética sobre a digestibilidade, desempenho e características de carcaça: I. suínos em crescimento e terminação. **Revista Semina**, v.28, n.3, p.483-492, 2007.
- GOMES, J.D.F.; FUKUSHIMA, R.S.; PUTRINO, S.M. et al. Efeitos do incremento da fibra em detergente neutro na dieta de suínos sobre a morfologia dos órgãos digestivos e não digestivos. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.43, n.2, p.210-219, 2006.
- KEMPEN, van T. **Is fiber good for the pig?** Swine News, v.24, n.7, 2001.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. et al. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Storrs, Connecticut University of Connecticut, Agricultural Experiment Station, **Research Report**, v.7, n.1, p.11-14, 1965.
- MOREIRA, I.; ROSTAGNO, H.S.; COELHO, D.T. et al. Determinação dos coeficientes de digestibilidade, valores energéticos e índices de controle de qualidade do milho e da soja integral processados pelo calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.916-929, 1994.
- NASCIMENTO, A.H.; GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Valores de Energia Metabolizável de Farinhas de Penas e de Vísceras Determinados com Diferentes Níveis de Inclusão e Duas Idades das Aves. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.877-881, 2005.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE – NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10 ed. Washington. D.C. 1998.

- NOBLET, J.; PEREZ, J.M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pigs diets from chemical analysis. **Journal of Animal Science**, v.71, n.2, p.3389-3398, 1993.
- NOBLET, J.; SHI, X.S. Comparative digestibility of energy and nutrients in growing pigs fed *ad libitum* and adult sows fed at maintenance. **Livestock Production Science**, v.34, p.137-152, 1993.
- OLIVEIRA, S.L.; FIALHO, E.T.; MURGAS, L.D.S. et al. Utilização da casca de café melosa em rações de suínos em terminação. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.6, p.1330-1337, 2002.
- PEKAS, J.C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. **Journal of Animal Science**, v.27, n.5, p.1303-1309, 1968.
- 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 weights and digesta content. **Journal of Animal Science**, v.66, n.3, p.699-706, 1988.
- POVEDA-PARRA, A.R.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Utilização da casca de café na alimentação de suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.433-442, 2008.
- QUADROS, A.R.B.; MOREIRA, I.; PAIANO, D. et al. Avaliação nutricional da casca de soja integral ou moída, ensilada ou não, para suínos em fase de crescimento. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.1, p.31-38, 2007.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa:UFV, 2005. 186p.
- SAKOMURA, N.K.; ROSTAGNO, H.S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 2007. 283p.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos - métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG- **Sistema de análises estatísticas e genéticas - SAEG**. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150p.
- ZANOTTO, D.L.; BELLAVAR, C.N. **Métodos de determinação da granulometria de ingredientes para o uso em rações de suínos e aves**. Concórdia: CNPSA-EMBRAPA, p.15, 1996 (comunicado técnico 215).
- VILLAMIDE, M.J.; MAERTENS, L.; De BLAS, C.; et al. Feed Evaluation. In: De Blas, C. & Wiseman, J. (Eds.) **The nutrition of the rabbit**. CAB Publishing, 1998. p.80- 101.
- VILLAMIDE, M.J. Methods of energy evaluation of feed ingredients for rabbits and their accuracy. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.211–223, 1996.