

FLÁVIO AUGUSTO MASSAKICHI HASHIMOTO

COMPOSIÇÃO E DIGESTIBILIDADE DE ALGUNS ALIMENTOS
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
“Doctor Scientiae”

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

H348c
2005

Hashimoto, Flávio Augusto Massakichi, 1977-
Composição e digestibilidade de alguns alimentos para
suínos nas fases de crescimento e terminação / Flávio
Augusto Massakichi Hashimoto. – Viçosa : UFV,
xvii, 104f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Horácio Santiago Rostagno.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Suíno - Alimentação e rações. 2. Suíno - Nutrição.
3. Alimentos - Composição. 4. Rações - Análise. I. Uni-
versidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 636.4085

FLÁVIO AUGUSTO MASSAKICHI HASHIMOTO

COMPOSIÇÃO E DIGESTIBILIDADE DE ALGUNS ALIMENTOS
PARA SUÍNOS NAS FASES DE CRESCIMENTO E TERMINAÇÃO

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Programa de Pós-graduação
em Zootecnia, para obtenção do título de
“Doctor Scientiae”

Aprovada: 27 de setembro de 2005

Prof. Darci Clementino Lopes
(Conselheiro)

Prof. Luiz F. Teixeira Albino
(Conselheiro)

Prof. George H. Kling de Moraes

Dr. Julio Maria Ribeiro Pupa

Prof. Horácio Santiago Rostagno
(Orientador)

A Deus,

Aos meus avôs Noboru (in memoriam) e Saiichi (in memoriam)

Às minhas avós Ayame, Kimi e Edelvira

Aos meus pais Mario e Naka,

Aos meus irmãos, Marco, Marli e Michella,

Aos meus tios Diva e Ito, Mirian e Gilberto, Elisabete e Carlos, Plínio, Tânia e César,

Márcia e André, Maria do Carmo e José Homero

À Carolina,

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e ao Departamento de Zootecnia, pelo apoio e oportunidade de realização do Curso.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Horacio Santiago Rostagno, pelo exemplo e orientação.

Aos Professores Conselheiros Darci Clementino Lopes e Luiz Fernando Teixeira Albino, pelas críticas e sugestões para enriquecimento de nosso trabalho.

Aos membros da Banca Examinadora, Professor Julio Maria Ribeiro Pupa e George H. Kling de Moraes, pelo apoio atenção dispensada.

Ao Professor Juquinha pelo apoio incondicional.

A todos os professores que contribuíram para minha formação acadêmica.

Aos funcionários e amigos do Setor de Suinocultura da UFV, “Tãozinho”, “Zé Bié”, Roberto, Seu Hélio, “Marreco”, “Mundinho”, Dedeco e em especial ao Chico e ao Seu Vitor, pela ajuda indispensável.

Ao Aloísio da Granja de Melhoramento de Suínos pela inestimável colaboração.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia, Vera, Valdir e Monteiro, pelo auxílio na realização das análises químicas.

À Celeste Secretaria da Pós-graduação, e ao Professor Sebastião Valadares, Coordenador da Pós-graduação, pela dedicação ao trabalho.

À Márcia e Rosane secretarias do DZO, e ao Edson do xerox, e a Graça do abatedouro pela inestimável ajuda.

Aos estagiários Carla, Carlos e Natalia.

Aos colegas Guilherme, Junior Gil, Paulo Marcelo, Sandrinha, Edílson, Carla, Débora, Jean, Rodrigo, Rogério, Sandro, Tereza, Henrique, Charles, Salete, André, José Augusto, Rony e Nominando pelo companheirismo e amizade.

Às minhas tias Salomita e Shitian, tia Brígida e tio Julio, tio Jorge e tio Paulo (in memoriam), tia Irene e tia Mada, tio Ciro e tia Chica, tio Niro e tia Maria, tio Hugo, minha madrinha irmã Dina (in memoriam) e meus padrinhos Chico e Luizinho, pelo carinho e orações.

Ao Centro Educacional União: Dulce, Romero, Abraão, Antenor, Valma, João Cardeal, Carlos, Cassandra, Adriano e Carla, pela convivência e boas lembranças.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

FLÁVIO AUGUSTO MASSAKICHI HASHIMOTO, filho de Mario Hashimoto e Amélia Higuchi Hashimoto, nasceu em Salvador, em 16 de agosto de 1977.

Em março de 1995, iniciou na universidade Federal de Viçosa, em Viçosa, Minas Gerais, o curso de graduação em Zootecnia, concluindo-o em janeiro de 2000.

Em março de 2000, ingressou no Mestrado do programa de pós-graduação em Zootecnia, na área de Nutrição Animal, na Universidade federal de Viçosa, defendendo tese no dia 07/08/2001.

Ingressou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, nível de Doutorado, na área de Nutrição Animal, em agosto de 2001 na Universidade federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese no dia 27/09/2005.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------|
| Lista de Quadros | viii |
| Resumo..... | xi |
| Abstract..... | xiv |
| 1. Introdução Geral..... | 1 |
| Referências Bibliográficas | 4 |
| 2. Revisão de Literatura..... | |
| 2.1. Composição Química..... | 5 |
| 2.2. Valores Energéticos..... | 7 |
| 2.3. Influência da Idade ou Peso dos Animais sobre a Digestibilidade dos Alimentos.. | 9 |
| Referências Bibliográficas | 12 |
| Capítulo 1 - Composição e Valores de Energia de Alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação..... | |
| Resumo..... | 14 |
| Abstract..... | 15 |
| 1. Introdução..... | 16 |
| 2. Material e Métodos..... | 18 |
| 3. Resultados e Discussão..... | |
| 3.1. Composição Bromatológica..... | 25 |
| 3.2. Valores de Energia Bruta, Digestível, Metabolizável e Metabolizável Corrigida... | 29 |
| 3.3. Conclusões..... | 35 |
| Referências Bibliográficas | 37 |
| Capítulo 2 - Composição Química e Valores Energéticos de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação | |
| Resumo..... | 39 |
| Abstract..... | 40 |

| | |
|--|----|
| 1. Introdução..... | 41 |
| 2. Material e Métodos..... | 43 |
| 3. Resultados e Discussão..... | |
| 3.1. Composição Bromatológica..... | 49 |
| 3.2. Valores de Energia Bruta, Digestível, Metabolizável e Metabolizável Corrigida... | 51 |
| 3.3. Conclusões..... | 55 |
| Referências Bibliográficas | 57 |
| Capítulo 3- Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação | |
| Resumo..... | 59 |
| Abstract..... | 60 |
| 1. Introdução..... | 61 |
| 2. Material e Métodos..... | 63 |
| 3. Resultados e Discussão..... | 69 |
| Conclusões | 76 |
| Referências Bibliográficas | 77 |
| Capítulo 4 - Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação | |
| Resumo..... | 78 |
| Abstract..... | 79 |
| 1. Introdução..... | 80 |
| 2. Material e Métodos..... | 83 |
| 3. Resultados e Discussão..... | 88 |
| Conclusões | 91 |
| Referências Bibliográficas | 92 |
| Apêndice A..... | 94 |
| Apêndice B..... | 95 |
| Apêndice C..... | 97 |

LISTA DE QUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Quadro 1 - Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento..... | 20 |
| Quadro 2 - Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação..... | 21 |
| Quadro 3 - Composição bromatológica proximal de alguns alimentos de origem vegetal utilizados na alimentação de suínos..... | 26 |
| Quadro 4- Valores de Energia de alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação..... | 30 |
| Quadro 5- Valores de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)..... | 31 |
| Quadro 6- Energia Bruta e Coeficientes de Digestibilidade, Metabolizabilidade e Metabolizabilidade corrigida de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal..... | 32 |
| Quadro 7- Energia Bruta e Coeficientes de Digestibilidade, Metabolizabilidade e Metabolizabilidade corrigida de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal (Continuação)..... | 33 |
| Quadro 8- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento..... | 45 |
| Quadro 9- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação..... | 46 |
| Quadro 10- Composição Bromatológica de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino..... | 50 |
| Quadro 11- Valores de Energia para Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para Suínos em Crescimento e Terminação..... | 52 |
| Quadro 12- Coeficientes de Digestibilidade e Metabolizabilidade da Energia para Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para Suínos em Crescimento e Terminação..... | 53 |
| Quadro 13- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento..... | 65 |
| Quadro 14- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação..... | 66 |
| Quadro 15- Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação..... | 70 |

| | |
|--|-----|
| Quadro 16- Tabela 3 – Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)..... | 71 |
| Quadro 17- Valores de Coeficiente de Digestibilidade de Fibras de Alguns Alimentos Energéticos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação..... | 72 |
| Quadro 18- Valores de Coeficiente de Digestibilidade de Fibras de Alguns Alimentos Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)..... | 73 |
| Quadro 19- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento..... | 85 |
| Quadro 20- Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação..... | 86 |
| Quadro 21- Coeficientes de Digestibilidade de MS, PB, G e MO de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para suínos em crescimento e Terminação..... | 89 |
| Quadro 22- Análise de Variância da ED para Alimentos de Origem Vegetal..... | 97 |
| Quadro 23- Análise de Variância da EM para Alimentos de Origem Vegetal..... | 97 |
| Quadro 24- Análise de Variância da EMc para Alimentos de Origem Vegetal..... | 97 |
| Quadro 25- Análise de Variância da CED para Alimentos de Origem Vegetal..... | 98 |
| Quadro 26- Análise de Variância da CEM para Alimentos de Origem Vegetal..... | 98 |
| Quadro 27- Análise de Variância da CEMc para Alimentos de Origem Vegetal..... | 98 |
| Quadro 28- Análise de Variância da ED para Alimentos de Origem Animal e Gorduras | 99 |
| Quadro 29- Análise de Variância da EM para Alimentos de Origem Animal e Gorduras | 99 |
| Quadro 30- Análise de Variância da EMc para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 99 |
| Quadro 31- Análise de Variância da CED para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 100 |
| Quadro 32- Análise de Variância da CEM para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 100 |
| Quadro 33- Análise de Variância da CEMc para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 100 |
| Quadro 34- Análise de Variância do CDMS para Alimentos de Origem Vegetal..... | 101 |
| Quadro 35- Análise de Variância do CDMO para Alimentos de Origem Vegetal..... | 101 |
| Quadro 36- Análise de Variância do CDPB para Alimentos de Origem Vegetal..... | 101 |
| Quadro 37- Análise de Variância do CDEE para Alimentos de Origem Vegetal..... | 102 |
| Quadro 38- Análise de Variância do CDFB para Alimentos de Origem Vegetal..... | 102 |
| Quadro 39- Análise de Variância do CDFDN para Alimentos de Origem Vegetal..... | 102 |

| | |
|---|-----|
| Quadro 40- Análise de Variância do CDFDA para Alimentos de Origem Vegetal..... | 102 |
| Quadro 41- Análise de Variância da CDMS para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 103 |
| Quadro 42- Análise de Variância da CDMO para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 103 |
| Quadro 43- Análise de Variância da CDPB para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 103 |
| Quadro 44- Análise de Variância da CDEE para Alimentos de Origem Animal e Gorduras..... | 104 |

RESUMO

HASHIMOTO, Flávio Augusto Massakichi, D. S., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2005. **Composição e Digestibilidade de Alguns Alimentos para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação.** Orientador: Horacio Santiago Rostagno. Conselheiros: Darci Clementino Lopes e Luiz Fernando Teixeira Albino.

Foram realizados quatro experimentos de ensaio metabólico com o objetivo de determinar a composição química, digestibilidade e valores energéticos de alguns alimentos para suínos nas fases de crescimento e terminação. O primeiro e o terceiro ensaios tiveram como objetivo, determinar a composição bromatológica, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), amido (A), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMc), assim como os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) de 15 alimentos de origem vegetal: açúcar, farelo de algodão 28%, farelo de algodão 38%, farelo de arroz integral, amido de milho, quirera de arroz, raspa integral de mandioca, milho grão, glúten de milho 22%, glúten de milho 60%, farelo de soja 45%, soja integral extrusada, soja micronizada, farelo de trigo e sorgo para suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 180 suínos,

machos castrados, sendo utilizados 90 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso médio inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso médio inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 15 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. Observou-se variação na composição química entre os alimentos estudados. Esta variação é normal, principalmente quando levamos em conta a diversidade de origem destes alimentos. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED e EM, as médias das fases de crescimento e terminação e os respectivos coeficientes (em parênteses) de digestibilidade e metabolizabilidade foram respectivamente, 3502 ± 198 ($82,00 \pm 5,6$) e 3614 ± 193 ($84,80 \pm 4,6$); 3350 ± 196 ($78,50 \pm 5,9$) e 3490 ± 181 ($81,90 \pm 4,3$). Foram observadas diferenças entre as fases ($P < 0,05$), para CDMS e CDFB, sendo os valores médios observados na fase de terminação superiores aos da fase de crescimento, as médias das fases de crescimento e terminação foram respectivamente, $79,0 \pm 4,4$ e $81,9 \pm 4,1$; $40,1 \pm 4,6$ e $44,7 \pm 4,7$; também foi observada interação alimento x fase para os valores médios de cada fase, crescimento e terminação, seguem os nomes dos nutrientes e alimentos onde houve interação e os respectivos valores das médias nas fases de crescimento e terminação, CDFDN da soja integral extrusada, 78,5 e 88,0 e CDFDA do glúten de milho 22%, 51,6 e 61,0 e milho grão, 72,6 e 88,2. O segundo e quarto ensaios tiveram como objetivo, determinar a composição bromatológica, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn) e os coeficientes de

digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de alguns alimentos de origem animal, do óleo de soja e sebo bovino: farinha de carne e ossos 38% e 41%, farinha de peixe, farinha de penas, farinha de vísceras de aves, óleo de soja e sebo bovino. Foram utilizados 84 suínos machos castrados, sendo utilizados 42 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 7 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. A variação na composição química dos alimentos de origem animal foi superior à observada quando foram estudados os alimentos de origem vegetal. Não houve efeito significativo ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED, EM e EMn, no entanto observou-se que ocorreu tendência a aumento dos valores de ED, EM e EMn para os animais em terminação. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para o CDMO, sendo a média da fase de terminação $79,3 \pm 9,2$ superior ao da fase de crescimento $71,2 \pm 3,8$. Não foram observadas diferenças entre as fases ($P > 0,05$), para o CDMS, CDPB e CDEE. Demonstrando que os animais, embora de pesos diferentes (34,5 e 74,4 kg), apresentaram capacidade digestiva semelhante. No entanto houve na maioria dos casos tendência para um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais da fase de terminação comparados aos animais da fase de crescimento.

ABSTRACT

HASHIMOTO, Flávio Augusto Massakichi, M. S., Universidade Federal de Viçosa, September, 2005. **Composition and Digestibility of Some Feedstuff for Swine in Growing and Finishing Phases.** Adviser: Horacio Santiago Rostagno. Committee Members: Darci Clementino Lopes and Luiz Fernando Teixeira Albino.

Four experiments of metabolic assay were realized with the objective of determining the bromatological composition, digestibility and energy values of some feedstuff for swine in the growing and finishing phases. The first and the second assays has the objective of determine the bromatological composition, dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), starch (ST), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and mineral matter (MM) and the values of gross energy (GE), digestible energy (DE), metabolize energy (ME) and metabolize energy corrected by nitrogen balance (MEn), as well the digestibility coefficients of dry matter (DMDC), organic matter (OMDC), ether extract (EEDC), crude fiber (CFDC), neutral detergent fiber (NDFDC) and acid detergent fiber (ADFDC) of 15 vegetable origin feedstuff: sugar, cotton seed meal 28%, cotton seed meal 38%, fat rice bran, corn starch, broken rice, integral cassava scrapes, corn grain, corn gluten feed, corn gluten meal, soybean meal 45%, extruded integral soybean, micronized soybean, wheat bran and sorghum. for swine in growing and finishing phases. 180 castrated male swine were used, 90 animals in each phase. In the growing

phase the initial average weight was $34,51 \pm 5,6$ kg and in the finishing phase the average initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineation, in a factorial arrangement 2×15 (phases \times treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. Variation was observed in the bromatological composition among the studied feedstuffs. This variation is normal, mainly when taken into account the diversity of origin of these feedstuffs. There was significant effect ($P < 0,05$) of the weight of the animals on the values of DE and ME, the means of growing and finishing phases and its respective coefficients (in parentheses) of digestibility and metabolizability were: 3502 ± 198 ($82,00 \pm 5,6$) and 3614 ± 193 ($84,80 \pm 4,6$); 3350 ± 196 ($78,50 \pm 5,9$) and 3490 ± 181 ($81,90 \pm 4,3$). Differences were observed among the phases ($P < 0,05$), for DMDC and CFDC, being the mean values observed in finishing phase superior to the growing phase, the mean values of the growing and finishing phases were respectively, $79,0 \pm 4,4$ and $81,9 \pm 4,1$; $40,1 \pm 4,6$ and $44,7 \pm 4,7$; also interaction feedstuff \times phase was observed for the mean values of each phase, follows the nutrients and feedstuffs where there were interaction and the respective mean values in the growing and finishing phases, NDFDC of integral extruded soybean, 78,5 and 88,0, corn gluten feed, 51,6 and 61,0 and corn grain, 72,6 and 88,2. The second and fourth assays had as objective determine the bromatological composition, dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (FB) and mineral matter (MM) and the values of gross energy (GE), digestible energy (DE), metabolize energy (ME) and metabolize energy corrected by nitrogen balance (ME_N), as well the digestibility coefficients of dry matter (DMDC), organic matter (OMDC) and ether extract (EEDC) of animal origin feedstuff, soybean oil and beef tallow: meat and bone meal 38% and

41%, fish meal, hidrolized feathers meal, poultry by product, soybean meal and beef tallow. 84 castrated male swine were used, 42 animals in each phase. In the growing phase swine avarage initial weight was $34,51 \pm 5,6$ kg, and in the finishing phase avarage initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineament, in a factorial arrangement 2×15 (phases \times treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. The variation in the chemical composition of animal origin feedstuff was superior to observed when vegetal origin feedstuff were studied. There was not significant effect ($P > 0,05$) of the weight of the animals on the values DE, ME and MEn, however it was observed there was tendency to a increase of DE, ME and MEn for finishing phase swine. It was observed significant differentiates ($P < 0,05$) for MODC, being the mean value of the finishing phase ($79,3 \pm 9,2$) superior to the of the growing phase ($71,2 \pm 3,8$). differences were not observed among the phases ($P > 0,05$), for DMDC, CPDC and EEDC. Demonstrating that the animals, although of different weights (34,5 and 74,4 kg), it presented similar digestive capacity. However there was in most of the cases tendency for a better use of the nutrients for the animals of the finishing phase compared to the animals of the growing phase.

1. Introdução Geral

A alimentação animal é um importante setor da agroindústria brasileira, consumindo cerca de 65% da produção nacional de milho e 45% da oferta de farelo de soja (Perfil, 2001). Constituindo-se assim um dos principais clientes da produção agrícola nacional, além de movimentar a indústria química para o fornecimento de insumos tais com vitaminas, aminoácidos e microingredientes para nutrição animal. É também, importante pólo de desenvolvimento tecnológico voltado à produção de proteína animal destinada à alimentação humana, pois está na base da produção de carnes (frango, suína, bovina), ovos, leite, etc. A indústria de alimentação animal movimenta 35,4 milhões de toneladas/ano que representaram em 2000 algo em torno de US\$ 6,6 bilhões, gerando em torno de 62.000 empregos diretos.

A alimentação representa, em média, 72% dos custos variáveis e 60% dos custos totais de produção de um suíno terminado (Giroto, 1990). Portanto, é essencial o conhecimento do valor nutritivo dos alimentos para que seu uso seja otimizado, propiciando formulação de rações de custo mínimo e de máxima eficiência.

A busca constante em se formular rações economicamente viáveis e mais eficientes, aumenta incessantemente a necessidade de pesquisas relacionadas à composição química e aos valores de digestibilidade dos nutrientes contidos nos alimentos, os quais resultam em maior eficiência na produção animal. Há necessidade

de se saber a digestibilidade dos nutrientes como proteína, energia, gordura e fibras, entre outros, permitindo que os objetivos requeridos sejam então atingidos na formulação de rações.

A formulação de rações é um processo de combinação dos requerimentos nutricionais dos animais com o valor nutritivo dos alimentos; assim a acurácia no valor nutritivo dos alimentos utilizados é de extrema importância na formulação. Alguns ingredientes são padronizados, com valor nutricional bem estável, entretanto, outros não são padronizados e podem apresentar grande variação nos valores nutricionais, tornando-se desta forma imprescindível a determinação da composição química e o valor nutricional dos alimentos bem como suas limitações de uso (Albino & Silva, 1996).

Vários ensaios de metabolismo, têm sido conduzidos para determinar a composição química e valores energéticos dos alimentos (Fialho et al. 1993, Neves, 1993, Pereira, 2001 e Gimenez, 2001). Esses autores têm mencionado diferenças na composição química e nos valores energéticos entre os alimentos estudados, quando comparados aos dados referenciados de outros países e tabelas nacionais. Essas comparações ratificam a necessidade da continuidade dos estudos de metabolismo, os quais devem ser realizados periodicamente, como forma de identificar os valores nutricionais dos ingredientes. As variações que ocorrerem no alimento são em função de diversos fatores - variedades das plantas, condições do solo, armazenamento e processamento (Lodhi et al. 1976).

A composição química dos alimentos, obtida pelas análises laboratoriais, fornecem subsídios preciosos para a nutrição. No entanto, fornece apenas o valor potencial dos alimentos; sendo necessário, ainda, o conhecimento da digestibilidade que expressa a porção dos nutrientes absorvida pelo animal. Os valores de digestibilidade

dos alimentos podem ser influenciados por diferentes fatores como: peso ou idade, nível de inclusão, quantidade e qualidade da proteína, temperatura ambiente, método, teor de fibra e consumo (Neves, 1993). A digestibilidade tem sido aceita como uma medida satisfatória do valor nutritivo dos alimentos, pois os dados obtidos fornecem subsídios importantes para formulação de rações que atendem com precisão as exigências dos animais. A presente pesquisa foi conduzida tendo os seguintes objetivos:

- Determinar a composição química em termos de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, amido, fibra bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral e energia bruta de alguns alimentos de origem vegetal, animal e gorduras.

- Avaliar os valores de digestibilidade e metabolizabilidade da energia e os coeficientes de digestibilidade dos alimentos, pelo método da substituição.

- Avaliar o efeito do peso vivo dos suínos sobre a digestibilidade e a metabolizabilidade dos alimentos.

Referências Bibliográficas

- ALBINO, L. F. T., SILVA, M. A.. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, 1996. Anais... Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.
- FIALHO, E. T., LIMA, J. A. F., OLIVEIRA. A. I. G., 1993.Utilization of coffee hulls in diets of growing and finishing pigs . J. Anim. Sci.. Champaign, v.71 , Supl. 1, p. 164.
- GIROTTO, A. F. 1990. Custo médio de produção de suínos para abate. Concórdia, SC, EMBRAPA – CNSPA. Comunicado Técnico 39
- LODHI, G.H. Variation in nutrient content of feedingstuffs rich in protein and reassessment of the chemical method for metabolizable energy estimation for poultry. Journal Animal Science. v.86, n.2, p.29-303, 1976.
- MASCARENHAS, A. G. 2001. Fontes Lipídicas e Níveis de Energia Digestível para Suínos Machos Inteiros a Partir dos 60 kg , UFV. Dissertação de Doutorado, 86p.
- NEVES, A. C. E. 1993. Estudo da Composição Química, da Digestibilidade, da Atividade e do Valores Energéticos de Alguns Alimentos para Suínos em Duas Fases. Viçosa, UFV. Dissertação de Mestrado, 63p.
- PERFIL, 2001. Indústria Brasileira de Alimentação Animal. Informativo.
- PEREIRA, L. E. J. 2001. Digestibilidade de Nutrientes de Alimentos para Suínos com Diferentes Dietas Referência, UFV. Dissertação de Doutorado, 68p.

2. Revisão de Literatura

2.1. Composição Química

Colnago et al. (1979), Resende et al. (1980), Fialho et al. (1993) e Barbosa et al (1999), mencionaram diferenças na composição química e nos valores energéticos dos alimentos estudados, quando comparados aos dados referenciados de outros países e mesmo quando comparados à literatura nacional. As variações nos valores de composição química dos alimentos são sempre esperadas, uma vez que, variedades geneticamente melhoradas estão sempre sendo apresentadas ao mercado. Além das variações provenientes dos ingredientes, tipo de cultivar, condições de colheita, técnicas de secagem, condições de armazenamento e as variadas técnicas de processamento, originam produtos com uma composição química bastante variada.

Segundo Vilela et al. (1988), a composição bromatológica do milho varia de acordo com o solo, quantidade e qualidade do fertilizante e condições climáticas. Condições inadequadas de armazenamento provocam grandes perdas quantitativas e qualitativas no valor nutritivo do milho, principalmente em virtude do ataque de pragas que começa no campo e continua com o armazenamento.

Os efeitos do ambiente sobre a composição química de nutrientes dos grãos têm sido estudados (Baier et al., 2000). Em geral, a concentração de nutrientes relaciona-se negativamente com a produtividade. Este fato merece reflexão cuidadosa para

identificar, caracterizar e possivelmente corrigir os fatores do ambiente que interferem na expressão da produção. Mas trata-se de um problema a ser resolvido no campo de produção, com poucas chances de sucesso, devido às dificuldades de se controlar os efeitos climáticos.

Gonçalves (1952) observou variação no teor de fibra bruta do farelo de arroz, 8 e 20%, em decorrência, principalmente, do tipo de processamento, que pode proporcionar um produto com maior ou menor proporção de casca.

Lima et al. (2000), através de ensaio de granulométrica, determinou três tipos de quirera de acordo com diâmetro geométrico médio de suas partículas (DGM), quireras, fina, média e grossa, sendo seus respectivos DGM, 964, 1598 e 3197 μm . Os teores de proteína bruta das quireras variaram de 7,71 a 8,72%, indicando que houve segregação das partículas durante o processamento do arroz. Embora os teores de óleo (0,74 a 1,13%) e fibra bruta (0,42 a 0,61%) apresentassem pouca variação entre as quireras, o valor energético da quirera moída finamente foi 7% maior do que as quireras média e grosseira. Essa diferença foi devida ao menor diâmetro geométrico médio o que propiciou melhor aproveitamento da quirera mais fina. Entretanto, as quireras média e grossa não apresentaram diferenças quanto aos valores de energia, muito embora houvesse grande diferença entre os diâmetros geométricos dessas quireras.

O teor de nutrientes do farelo de soja pode variar, conforme o processamento utilizado na extração do óleo, principalmente em decorrência da presença ou não de tegumento e da temperatura utilizada na torragem (Morrison, 1966). Fialho et al. (1982) observaram teores elevados de extrato etéreo em alguns subprodutos da indústria de extração de óleo, que segundo os autores, estaria relacionado ao processamento inadequado destes alimentos.

Fialho et al. (1982) e Battisti et al. (1983) encontraram variações consideráveis na composição química de produtos de origem animal. Segundo estes autores, esta variação estaria associada a diferentes tipos de processamento, à origem da matéria prima e à falta de controle no processamento. A maior ou menor participação de restos de carne em relação ao conteúdo de ossos gera diversos tipos de farinhas de carne e ossos, que são diferentes entre si em valor nutricional e econômico (Satorelli, 1998). Dolz e Blas (1992), analisando 20 diferentes amostras de farinha de carne e ossos, encontraram, níveis extremamente variáveis de proteína, gordura e cinzas.

As grandes variações na composição da farinha de peixe podem ser atribuídas às diferentes espécies de peixe empregadas, as quais apresentam diferentes características anatômicas principalmente na proporção de músculo/osso, além do conteúdo de escamas (Lodhi et al., 1976).

Albino (1991), comparando a composição química e os níveis energéticos de diversos alimentos, observou variação nos valores inerentes aos subprodutos de origem animal e, segundo o autor, as variações ocorrem devido aos diferentes métodos de processamento e pela falta de padronização dos produtos nacionais.

Bayley et al. (1971) afirmam que diferentes processos utilizados para extração do óleo podem causar variações nos valores de digestibilidade deste alimento. A variação que pode ocorrer no valor biológico das diferentes fontes de gordura pode ser explicada em razão de diferenças na estrutura química, na proporção de ácidos graxos saturados e insaturados, e no tamanho de suas cadeias.

2.2. Valores Energéticos dos Alimentos

A energia é um dos fatores nutricionais mais importantes na formulação de ração, pois interfere diretamente no desempenho dos suínos, sendo considerada também um

dos elementos mais caros das rações de suínos. Assim, para maior precisão na formulação de rações, torna-se necessário estimar o correto valor de energia metabolizável dos alimentos.

A descrição da energia útil de um alimento para os suínos é muito complexa, pois todos os componentes orgânicos do alimento, sujeitos à digestão e absorção pelos suínos, contribuem com energia, mesmo tendo diferentes destinos no organismo animal. Além disso, a energia não é nutriente, e sim o resultado da oxidação dos nutrientes durante o metabolismo.

Há uma demanda crescente por informações sobre o valor de energia tanto dos ingredientes, quanto das dietas compostas, de modo que os suínos possam ser adequadamente alimentados e a performance possa ser predita com maior acurácia. O componente energético da ração representa o principal custo da alimentação. Desta forma é importante estimar de forma precisa os valores de energia dos alimentos, tanto para minimizar os custos, quanto para adaptar a disponibilidade de alimentos ao requerimento energético dos animais (Noblet et al., 1993).

O valor energético dos alimentos pode ser expresso em termos de Energia Bruta (EB), Energia Digestível (ED), Energia Metabolizável (EM) e Energia Produtiva (EP). O valor de EB indica a quantidade total de energia presente em um ingrediente. Porém, este dado não tem valor prático, já que não apresenta nenhuma relação com o que realmente é aproveitado pelo animal. Parte da energia que o animal ingere é perdida nas fezes, na urina, como gases da digestão (metano), pode ser emitida como calor ou ser retida no corpo do animal. A ED representa a energia do alimento ingerido, descontando-se as perdas fecais e a EM é a ED menos as perdas gasosas e urinárias. A EP é a diferença entre a EM e o incremento calórico, que é a quantidade de calor

desprendido devido a processos digestivos e metabólicos National Research Council (NRC, 1998).

Vários trabalhos indicam que a utilização da EM apresenta vantagem sobre a ED, já que leva em consideração as perdas gasosas e urinárias. Verstegen (1971), citado por Farrell (1979), relata que as perdas gasosas em suínos representam 0,5 a 1% da EB. Segundo Fuller e Boyne (1976), tais perdas são desprezíveis em virtude do seu baixo valor, porém Morgan e Whittemore (1982) relatam que as perdas gasosas podem ser expressivas quando se estuda alimentos não convencionais que sofrem intensa fermentação no intestino grosso.

Na determinação do conteúdo de EM de um alimento é essencial que se corrija a energia urinária para o nitrogênio retido ou perdido durante o período experimental (Diggs et al., 1965). Esta correção segundo Farrel (1979) é feita porque a retenção de nitrogênio dietético pode influenciar a energia perdida pela urina. De acordo com NCR (1998), a correção é necessária porque a energia que é depositada como proteína retida não pode ser totalmente recuperada pelo animal se os aminoácidos forem degradados.

2.3. Influência da Idade ou Peso dos Animais sobre a Digestibilidade dos Nutrientes

Dentre os fatores que afetam a digestibilidade, o efeito da idade dos suínos tem sido dos mais estudados, apresentando resultados controversos.

Segundo Morgan e Whittemore (1982), a digestibilidade pode ser diferente para animais jovens que não tem o sistema enzimático completamente desenvolvido em relação aos animais adultos.

Saben et al. (1971), trabalhando com suínos de 16, 33, e 65 kg de peso vivo, não encontraram diferença significativa nos valores de energia digestível (ED) e energia

metabolizável (EM) dos alimentos estudados, exceto para o farelo de soja, cujos valores de digestibilidade foram maiores para os animais de 16 kg em relação aos de 65 kg.

Colnagno et al. (1979), trabalhando com animais de 23,9; 41,6 e 71,8 kg, verificaram que a matéria seca digestível MSD, o coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB), a EM e a energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn) dos alimentos aumentaram em função do peso dos animais, enquanto os valores de ED não foram influenciados. Porém, quando se considerou apenas os valores da segunda e terceira fase, nenhuma diferença nos valores de digestibilidade da energia bruta (EB), da proteína bruta (PB) e da matéria seca (MS) foi verificada. Segundo o autor isto ocorreu porque os animais, nestas duas últimas fases, já estavam mais próximos de atingir a idade adulta, ocorrendo menor variação na capacidade digestiva.

Rezende et al. (1980), estudando o balanço energético e protéico de cinco alimentos para suínos, em três fases (23,5, 40,6 e 64,0 kg), não encontraram diferença nos valores de ED, EM, EMn, MSD e CDPB dos alimentos; porém, quando os animais passaram de 40,6 para 64,0 kg, tais valores foram menores para os animais da primeira fase.

Fialho et al. (1979), utilizando animais de 34 e 76 kg de peso vivo, estudaram o balanço de energia e de proteína de diferentes variedades de sorgo, e observaram aumento nos valores de MSD, CDPB, ED e EM, com o aumento do peso. Contudo, a EMc não foi afetada pelo peso. Em estudos posteriores Fialho et al. (1982 e 1984), trabalhando com suínos de diferentes pesos (25 e 62 kg), verificaram que os valores de ED, de MSD e de CDPD de alguns alimentos foram influenciados pelo peso dos animais.

Battisti (1983), utilizando animais de 31,5 e 68,6 kg, observou que os valores de MSD, CDPD, ED e EM tenderam a aumentar com o aumento de peso dos animais, mas não foram significativamente diferentes ($P > 0,05$). Porém, a EM e EMn foram significativamente ($P < 0,05$) maiores para os animais de maior peso vivo.

Thiré (1986), estudando os valores de energia e de digestibilidade de cinco alimentos para suínos, em três idades ou pesos diferentes (25,9; 46,2 e 73,1 kg), não encontraram diferença nos valores de ED, EM, EMn, MSD e CDPB com o aumento do peso vivo dos animais.

Referências Bibliográficas

- ALBINO, L. F. T. Sistemas de avaliação nutricional de alimentos e suas aplicações na formulação de rações para frangos de corte. 1991. 141 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.
- BAIER, A. C., DÁVALOS, E. D., LIMA, G. J. M. M., NONES, K., KLEIN, C. H. Produtividade e concentração de nutrientes em triticales. In: VII Reunião Brasileira de Pesquisa detriticale, 7, 2000, Guarapuava, 2000, p. 16 a 32.
- BARBOSA, H. P.; TRINDADE NETO, M. A.; PETELINCAR, I. M.; SCHAMMASS, E. A. Coeficientes de digestibilidade e valores energéticos de alguns alimentos para suínos. Boletim da Indústria Animal, Nova Odessa, SP, v. 56, n. 1, p. 47-52, 1999.
- BATTISTI, J. A. Composição Química e Valores de Energéticos de Alguns Alimentos para Suínos com Diferentes Idades. Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 42p., 1983.
- BAYLE, H. S., SLINGER, S. J., SUMMERS, J. D., ASHTON, C. G. factors Influencing the Metabolizable Energy Value of Rapeseed meal level in Diet, Effects of Stean-pelleting , Age of Chick Length of Time on Diet Variety of Rapeseed and Oil Extraction Procedure. Can. J. Ani. Sci., 54: 465-480, 1971.
- COLNAGNO, C. L., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M. 1979. Valores energéticos e efeito da idade dos suínos sobre a digestibilidade de alguns alimentos. Rev. Soc. Bras. Zoot., vol. 8, n. 4, p. 665-678
- DIGGS, B.G.; BECKER, D.E.; JENSEN, A.H., NORTON, H.W. Energy value of various feeds of young pig. J. Anim. Sci. v. 24, n.2, p. 555-558,1965.
- DOLZ, S., BLAS, C. Metabolize Energy of Meat and Bone Meal from Spanish Rendering Plants and Influenced by Level of Substitution and Method of Determination, Poultry Science, v.71, p.316-322, 1992.
- FARREL, D. J., Energy Systems for Pigs and Poultry: a review. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 45 (1): 21-34, 1979.
- FIALHO, E. T., LIMA, J. A. F., OLIVEIRA. A. I. G., 1993.Utilization of cofee hulls in diets of growing and finishing pigs . J. Anim. Sci.. Champaing, v.71 , Supl. 1, p. 164.
- FIALHO, E. T., BELLAVER, C. , GOMES, P. C., ALBINO, L. F. T. Composição Química e Valores de Digestibilidade de Alimentos, para Suínos de Pesos Diferentes. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 262-280, 1982.
- FULLER, M. F. e BOYNE, A. W. The Effects of Eviromental Temperature on the Growth and Metabolism of Pigs Given Different Amounts of Food. Brit. J. Nutr., 28(3): 373-390, 1976.
- GONÇALVES, P. A. 1952. O valor do farelo de arroz na alimentação dos animais. A Lavoura Arrozeira, Porto Alegre, n. 66, p.11-23.
- LIMA , G. J. M. M., MARTINS, R. R., ZANOTTO, D. L., BRUM, P. A. R. Composição Química e Valores de Energia de Subprodutos do Beneficiamento de Arroz. EMBRAPA, Comunicado Técnico, p 1-2, 2000.

- LODHI, G. N., SINGH, D., ICHHPONANI, J. S. Variation in Nutrient Content of Feeding Stuff rich in Protein and reassessment of the Chemical Method for Metabolize Energy Estimation for Poultry. J. Agric. Sci., 86 (2): 293-303, 1976.
- MORGAN, C.A., WHITEMORE, C.T. Energy evaluation of feeds and compounded for pigs - A review. Anim. Feed Sci. Tec. 7(4): 387-400, 1982.
- MORRISON, F. B. Alimentos e Alimentação de Animais. 2ª edição, São Paulo, Ed. Melhoramento, 829p., 1966.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of swine. 10 ed. Washington, DC. NAS, 1998. 189p.
- NOBLET, J.; PERES, J. M. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pigs diets from chemical analysis. Journal Animal Science, Champaign, v. 71, n. 12, p. 3389-3398, 1993.
- REZENDE,, C., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M. A., Silva, D. J., MELLO, H. U. 1980. Balanço energético e protéico de cinco alimentos com suínos de diferentes idades. Rev. Soc. Bras. Zoot., v.9, n.4, p.621-629.
- SABEN, H. S., BOWLAND, J. P., HARDIN, R. T. Digestible and Metabolizable Energy Values for Rapeseed Meals and for Soybean Meals Fed for Growing Pigs. Can. J. Anim. Sci., 51(2): p 419-425. 1971.
- SATORELLI, S.A.A. Uso de farinha de carne e ossos em rações de frangos de corte. 1998, Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.
- THÍRE, M. C. Valores Energéticos e Digestibilidade Ileal e Total de Aminoácidos em Alimentos Brasileiros, Para Suínos, Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 1986.
- VILELA, H., SILVA, J. F. C. VILELA, D., SILVESTRE, J. R. A. Alterações do Valor Nutritivo do Grão de Milho (*Zea mays*) durante o armazenamento. R. Soc. Bas. Zootec., 17 (5) : 428-433, 1988.

Capítulo 1

Composição e Valores de Energia de Alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

Resumo – O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a composição bromatológica, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), amido (A), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn), de 15 alimentos de origem vegetal: açúcar, farelo de algodão 28%, farelo de algodão 38%, farelo de arroz integral, amido de milho, quirera de arroz, raspa integral de mandioca, milho, farelo de glúten de milho 22%, farelo de glúten de milho 60%, farelo de soja 45%, soja integral extrusada, soja micronizada, farelo de trigo e sorgo, para suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 90 suínos machos castrados, sendo 45 animais em cada fase. Foram utilizados respectivamente nas fases de crescimento e terminação, suínos com peso médio inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg e $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 15 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. Observou-se variação na composição química entre os alimentos estudados. Houve efeito ($P < 0,05$) da idade dos animais sobre os valores ED e EM, as médias das fases de crescimento e terminação e os respectivos coeficientes (em parênteses) de digestibilidade e metabolizabilidade foram respectivamente, 3502 ± 198 ($82,00 \pm 5,6$) e 3614 ± 193 ($84,80 \pm 4,6$); 3350 ± 196 ($78,50 \pm 5,9$) e 3490 ± 181 ($81,90 \pm 4,3$).

Chapter 1

Composition and Energy Values of Some Vegetable Origin Feedstuff for Swine in Growing and Finishing Phases

Abstract – the experiment was realized with the objective of determine the bromatological composition, dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), starch (ST), crude fiber (CF), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and mineral matter (MM) and the values of gross energy (GE), digestible energy (DE), metabolize energy (ME) and metabolize energy corrected by nitrogen balance (ME_n), of 15 vegetable origin feedstuff: sugar, cotton seed meal 28%, cotton seed meal 38%, fat rice bran, corn starch, broken rice, integral cassava scrapes, corn grain, corn gluten feed, corn gluten meal, soybean meal 45%, extruded integral soybean, micronized soybean, wheat bran and sorghum. for swine in growing and finishing phases. 90 castrated male swine were used, 45 animals in each phase. In the growing phase the initial average weight was $34,51 \pm 5,6$ kg and in the finishing phase the average initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineament, in a factorial arrangement 2 x 15 (phases x treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. Variation was observed in the bromatological composition among the studied feedstuffs. This variation is normal, mainly when took into account the diversity of origin of these feedstuffs. There was significant effect ($P < 0,05$) of the weight of the animals on the values of DE and ME, the means values of growing and finishing phases and its respective coefficients (in parentheses) of digestibility and metabolizability were: 3502 ± 198 ($82,00 \pm 5,6$) and 3614 ± 193 ($84,80 \pm 4,6$); 3350 ± 196 ($78,50 \pm 5,9$) and 3490 ± 181 ($81,90 \pm 4,3$).

Capítulo 1

Composição e Valores Energéticos de Diferentes Alimentos de Origem Vegetal para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

1. Introdução

O conhecimento da composição química e da energia metabolizável dos ingredientes é fundamental para permitir o correto balanceamento de nutrientes das rações, de maneira a atender às exigências nutricionais dos animais. Além disso, uma dieta desbalanceada implica aumento do custo de produção e comprometimento do desempenho dos animais. A composição química e os valores energéticos dos alimentos podem ser influenciados por vários fatores como a fertilidade do solo, clima, cultivar da planta, armazenamento, amostragem, tipos de processamentos e princípios antinutricionais, os quais determinam grande variabilidade na composição nutricional e na qualidade dos alimentos utilizados nas rações.

O uso de alimentos alternativos na formulação de rações pode torná-las mais econômicas, entretanto, é indispensável saber seus valores nutricionais, para que as rações possam atender adequadamente as exigências nutricionais dos animais. As análises para determinação da composição química dos alimentos utilizados na formulação das rações são onerosas, trabalhosas e muitas vezes, impraticáveis, por

serem demorada, levando ao constante uso de tabelas e matrizes de composição (NRC, 1998; Rostagno et al., 2005).

Pela sua extensão territorial, o Brasil produz diferentes tipos de alimentos e subprodutos regionais que podem ser utilizados na alimentação de suínos. No entanto, a potencialidade de sua utilização racional depende basicamente dos conhecimentos oferecidos pela análise proximal, estudos de digestibilidade e desempenho, disponibilidade dos nutrientes e outros. Fatores como palatabilidade, facilidade de aquisição, disponibilidade no mercado e preço, são importantes quando da escolha dos alimentos para formulação de rações práticas, eficientes e que atendam às exigências nutricionais dos suínos (Barbosa et al., 1987).

O aproveitamento da energia bruta contida no alimento depende de fatores ligados ao alimento, como, por exemplo, o teor de fibra presente e método de processamento; o nível de ingestão do alimento pelo animal e de seu peso e idade.

A despeito da existência de várias tabelas de composição de alimentos para suínos, deve-se levar em conta que a composição, bem como a digestibilidade e metabolizabilidade dos alimentos é variável. Isto justifica a avaliação contínua dos alimentos que já constam nas tabelas e de outros de disponibilidade regional, que ainda não foram estudados (Bertol et al., 2003).

O presente trabalho tem como objetivo, determinar a composição química, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), amido (A), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn) de alguns alimentos de origem vegetal para suínos em crescimento e terminação.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro de 2003 a novembro de 2003.

Foram utilizados 90 suínos, machos castrados, provenientes de uma granja comercial, divididos em duas fases, sendo utilizados 45 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 15 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram alojados, em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968), localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, ripado nas laterais e coberto com telhas de barro.

Foi adotado o método de substituição para o ensaio metabólico. Foram formuladas quatro dietas referência (Tabelas 1 e 2), duas para fase de crescimento (14 e 18% de PB) e duas para fase de terminação (12 e 16% de PB) respectivamente para alimentos protéicos e energéticos, as quais foram parcialmente substituídas pelos alimentos teste, na proporção entre 20 e 30%.

Os alimentos avaliados substituíram as dietas referência em proporções variadas, as respectivas percentagens de inclusão foram; açúcar (25%), farelo de algodão 28% (20%), farelo de algodão 38% (20%), farelo de arroz integral (25%), amido de milho (25%), quirera de arroz (30%), raspa integral de mandioca (30%), milho grão (30%), farelo de glúten de milho 22% (25%), farelo de glúten de milho 60% (25%), farelo de soja 45% (30%), soja integral extrusada (20%), soja micronizada (20%), farelo de trigo (25%) e sorgo (30%).

Tabela 1 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 14% de PB | 18% de PB |
| Milho | 65,752 | 68,863 |
| Farelo de soja (45%) | 14,312 | 26,567 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 1,151 | 1,151 |
| L-lisina HCl | 0,389 | - |
| L-triptofano | 0,025 | - |
| DL-metionina | 0,102 | - |
| DL-treonina | 0,101 | - |
| Calcário | 1,174 | 1,318 |
| Fosfato bicálcico | 1,442 | 1,565 |
| Sal | 0,347 | 0,331 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 14,00 | 18,00 |
| Gordura (%) | 4,035 | 3,889 |
| Fibra Bruta (%) | 2,464 | 2,916 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,811 | 0,911 |
| Metionina Digestível (%) | 0,330 | 0,268 |
| Metionina + Cistina (%) | 0,576 | 0,592 |
| Treonina Digestível (%) | 0,621 | 0,581 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,171 | 0,187 |
| Sódio (%) | 0,170 | 0,170 |
| Potássio (%) | 0,509 | 0,695 |
| Cálcio (%) | 0,880 | 0,880 |
| Fósforo Total (%) | 0,550 | 0,612 |
| Fósforo disponível (%) | 0,360 | 0,369 |

¹ Roligomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Tabela 2 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 12% de PB | 16% de PB |
| Milho | 72,243 | 75,693 |
| Farelo de soja (45%) | 9,277 | 20,580 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 0,670 | 0,670 |
| L-lisina HCl | 0,228 | 0,107 |
| L-triptofano | 0,014 | - |
| DL-metionina | 0,021 | 0,049 |
| DL-treonina | 0,030 | 0,013 |
| Calcário | 0,737 | 1,181 |
| Fosfato bicálcico | 1,249 | 1,191 |
| Sal | 0,326 | 0,311 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 12,00 | 16,00 |
| Gordura (%) | 3,714 | 3,566 |
| Fibra Bruta (%) | 2,292 | 2,694 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,576 | 0,740 |
| Metionina Digestível (%) | 0,211 | 0,290 |
| Metionina + Cistina (%) | 0,455 | 0,590 |
| Treonina Digestível (%) | 0,399 | 0,520 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,114 | 0,160 |
| Sódio (%) | 0,160 | 0,160 |
| Potássio (%) | 0,435 | 0,606 |
| Cálcio (%) | 0,650 | 0,837 |
| Fósforo Total (%) | 0,500 | 0,523 |
| Fósforo disponível (%) | 0,320 | 0,320 |

¹ Rologomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Adotou-se o critério de coleta total, sem uso de marcador, em que as fezes excretadas em um período de 24 horas foram pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 20% do total excretado por cada animal foi retirada, acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer a -10°C. Após o período de coleta, as amostras de fezes de cada animal foram descongeladas em temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas, novamente homogeneizadas, retirando-se, em seguida, uma nova amostra foi colocada em prato de alumínio, pesada em balança analítica e, em seguida, colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C, por um período de 72 horas. Depois de retiradas da estufa, e atingido o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para a posterior realização das análises laboratoriais.

A urina excretada pelos animais foi filtrada em uma tela de nylon de malha fina, fixada na saída do coletor, localizado sob o piso ripado da gaiola, e recolhida em baldes plásticos contendo 20 mL de HCl 1:1, para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. Após nova filtragem, o volume excretado em um período de 24 horas foi medido, homogeneizado e a urina foi completada com água destilada a um volume constante, de onde foi retirada uma amostra de 5%, colocada em recipiente de vidro com tampa e armazenada em geladeira a 3°C. No final do período de coleta, a urina armazenada foi novamente homogeneizada, sendo retirada outra amostra, que foi mantida sob refrigeração para posterior análise de nitrogênio e energia.

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB), segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). A

determinação do amido foi realizada no Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, através do método de hidrólise ácida, o amido presente no alimento foi hidrolisado até glicose, sendo determinado posteriormente através de leitura em polarímetro. O valor de matéria orgânica (MO) foi determinado de forma indireta, pela diferença entre o conteúdo de matéria seca e matéria mineral.

Os valores de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn), foram determinadas através de equação descrita por Matterson (1965), foi usado o valor de 5,45 kcal por grama de nitrogênio urinário para se determinar a correção do balanço de nitrogênio (Diggs et al., 1965).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1999). O modelo estatístico utilizado para a análise dos dados foi:

$$Y_{jk} = u + F_j + T_k + (FT)_{jk} + e_{jk}$$

sendo:

Y_{jk} = observação do alimento j na fase k;

u = média geral;

F_j = efeito da fase j

T_k = efeito do tratamento k

FT_{jk} = interação fase x tratamento

e_{jk} = erro aleatório associado a observação jk

Foram avaliados os efeitos de fase (crescimento x terminação), com o objetivo de se observar se o peso dos animais teve influência sobre a digestibilidade e metabolizabilidade dos nutrientes dos alimentos fornecidos. As diferenças entre as médias dos alimentos, foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, sendo comentado no texto somente algumas particularidades relevantes.

3. Resultados e Discussão

3.1. Composição Bromatológica

A composição bromatológica proximal dos alimentos encontra-se na Tabela 3. Os teores de matéria seca encontrados nos alimentos estudados foram de modo geral similares aos relatados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002). A quirera de arroz, raspa integral de mandioca e milho grão apresentaram valores abaixo do citado na literatura e o glúten de milho 22% apresentou teor superior.

A padronização do teor de umidade presente nos alimentos é de suma importância, a ANFAR (1985) preconiza que os valores de umidade devem ser mantidos entre 10-14%, visando evitar a fermentação e proliferação de fungos.

Os valores de PB do farelo de algodão 40%, farelo de arroz, quirera de arroz, milho grão, farelo de glúten de milho 60%, soja integral extrusada e sorgo foram semelhantes aos valores propostos por Rostagno et al. (2005). Milho grão e sorgo apresentaram teores próximos aos obtidos pelo NRC (1998) e os valores do farelo de algodão 40%, farelo de arroz, milho grão e farelo de trigo foram semelhantes aos encontrados por Sauvant et al. (2002).

Tabela 3 – Composição bromatológica proximal de alguns alimentos de origem vegetal utilizados na alimentação de suínos

| Alimento\Nutriente ¹ | MS (%) | MO (%) | PB (%) | EE (%) | A (%) | FB (%) | FDN (%) | FDA (%) | MM (%) |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|--------|
| Açúcar | 99,92 | 99,72 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,20 |
| Amido de milho | 88,30 | 88,21 | 0,00 | 0,00 | 73,25 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,09 |
| Raspa integral de mandioca | 86,18 | 80,42 | 1,96 | 0,86 | 69,36 | 14,01 | 22,34 | 0,57 | 5,76 |
| Milho grão | 85,76 | 84,49 | 7,96 | 3,56 | 58,32 | 1,72 | 13,24 | 3,95 | 1,26 |
| Quirera de arroz | 86,55 | 85,33 | 8,96 | 1,88 | 78,21 | 0,39 | 2,50 | 19,18 | 1,22 |
| Farelo de arroz | 88,87 | 79,22 | 13,30 | 15,22 | 26,21 | 6,77 | 19,65 | 13,66 | 9,65 |
| Sorgo | 87,44 | 86,09 | 9,71 | 3,73 | 54,68 | 2,32 | 11,37 | 10,50 | 1,35 |
| Farelo de trigo | 86,65 | 80,95 | 13,67 | 3,18 | 29,85 | 10,00 | 41,26 | 17,73 | 5,70 |
| Farelo de algodão 30% | 88,98 | 84,12 | 24,71 | 0,58 | 4,32 | 21,60 | 43,59 | 37,82 | 4,86 |
| Farelo de algodão 40% | 89,57 | 83,79 | 39,81 | 1,36 | 5,75 | 14,34 | 31,32 | 22,36 | 5,78 |
| Glúten de milho 22% | 89,85 | 84,83 | 18,60 | 4,49 | 19,10 | 7,21 | 35,36 | 13,65 | 5,02 |
| Glúten de milho 60% | 91,31 | 86,03 | 59,56 | 0,94 | 13,05 | 0,57 | 3,11 | 21,22 | 5,28 |
| Farelo de soja 45% | 87,98 | 81,97 | 43,18 | 2,31 | 12,98 | 5,70 | 11,22 | 9,54 | 6,09 |
| Soja integral extrusada | 89,54 | 84,61 | 36,50 | 15,01 | 8,00 | 6,50 | 21,98 | 20,65 | 4,93 |
| Soja micronizada | 93,35 | 88,37 | 39,68 | 22,33 | 6,23 | 2,15 | 49,03 | 6,78 | 4,98 |

¹ MS – Matéria Seca, PB – Proteína Bruta, EE – Extrato Etéreo, A – Amido, FB – Fibra Bruta, FDN – Fibra em Detergente Neutro, FDA – Fibra em Detergente Ácido, MM – Matéria Mineral.

O valor de PB, da raspa integral de mandioca, foi menor do que o proposto por Rostagno et al. (2005), essa diferença era esperada devido à variação que ocorre no tipo de processamento deste material como foi observado por Lima (1982).

Os valores de PB, do farelo de algodão 30%, glúten de milho 22%, e farelo de soja 45% foram menores dos que os apresentados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002) e abaixo do mínimo preconizado pela ANFAR (1985), evidenciando possível falha no processamento da matéria prima. No entanto o valor de PB do farelo de soja 45% está próximo dos valores propostos por NRC (1998) e Zardo & Lima (1999), o que pode indicar alguma mudança no perfil deste alimento ou na sua forma de processamento.

Os valores de EE, do farelo de algodão 40%, farelo de arroz, do milho grão, soja micronizada e farelo de trigo, foram semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005) e os teores de EE, do farelo de algodão 40% e farelo de trigo, também estão próximos aos citados pelo NRC (1998). O farelo de algodão 30%, glúten de milho 60% e soja integral extrusada apresentaram valores de EE inferiores aos de Rostagno et al. (2005). A quireira de arroz, raspa integral de mandioca, glúten de milho 22%, farelo de soja 45% e sorgo apresentaram valores superiores aos referendados Rostagno et al. (2005).

O farelo de soja 45%, soja micronizada, sorgo e farelo de trigo apresentaram valores de amido semelhantes aos encontrados por Rostagno et al. (2005). No entanto, os teores de amido do amido de milho, glúten de milho 22% e glúten de milho 60%, foram inferiores aos propostos por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002). Já os valores do farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, farelo de arroz, quireira de arroz, raspa integral de mandioca, milho grão e soja integral extrusada foram superiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005).

Os teores de FB, do farelo de algodão 40%, quirera de arroz, milho grão, glúten de milho 22%, sorgo e farelo de trigo foram semelhantes aos citados por Rostagno et al. (2005), porém o farelo de soja 45% apresentou valores próximos aos propostos por Sauvant et al. (2002) e assim como a raspa integral de mandioca, soja integral extrusada e soja micronizada, apresentaram valores superiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005). Os teores de fibra bruta, do farelo de algodão 30%, farelo de arroz e glúten de milho 60%, foram inferiores aos valores de Rostagno et al., 2005.

O farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, farelo de arroz, milho grão, glúten de milho 22% e farelo de trigo apresentaram valores de FDN próximos aos citados por Rostagno et al. (2005). Os teores de FDN, da raspa integral de mandioca, soja integral extrusada, soja micronizada e sorgo, foram superiores aos propostos por Rostagno et al. (2005). Os teores de FDN, do farelo de soja 45%, assemelharam-se aos obtidos por Sauvant et al. (2002) e como a quirera de arroz e o farelo de glúten de milho 60%, apresentaram valores inferiores aos referendados por Rostagno et al. (2005).

A exceção da raspa de mandioca integral, que apresentou teores de FDA menores, e ao farelo de arroz e o milho grão apresentaram teores semelhantes, os outros alimentos, apresentaram valores de FDA em média 60% superiores aos citados por Rostagno et al. (2005).

Os valores de MM, do açúcar, milho grão, farelo de soja 45%, soja integral extrusada, soja micronizada e sorgo, assemelharam-se aos citados por Rostagno et al. (2005). O farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, amido de milho e glúten de milho 22%, obtiveram teores de matéria mineral inferiores e os do farelo de arroz, quirera de arroz, raspa integral de mandioca, glúten de milho 60% e farelo de trigo, valores superiores aos observados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002).

3.2. Valores de Energia Bruta, Digestível, Metabolizável e Metabolizável Corrigida

Os valores Energia Bruta (EB), Energia Digestível (ED), Energia Metabolizável (EM) e Energia Metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn), suas respectivas médias e desvios padrões para alimentos de origem vegetal encontram-se na Tabela 4, os coeficiente de digestibilidade (CDE), metabolizabilidade (CME) e metabolizabilidade corrigida (CMEn) da energia e seus respectivos desvios padrão para alimentos de origem vegetal encontram-se na Tabela 5. Houve efeito ($P < 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED e EM, o que esta de acordo com Fialho et al. (1979), que ao utilizar suínos com peso médio inicial de 34 e 76 kg, observaram diferenças significativas nos valores de Energia Digestível e Energia Metabolizável dos vários alimentos nos animais com o aumento do peso.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores de EMn no entanto podê-se notar que os valores obtidos na fase de terminação foram maiores do que na fase de crescimento.

Tabela 4 – Valores de Energia de alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação

| Alimento\Nut. ¹ | EB (Kcal/kg) | Fase ² | ED (Kcal/kg) | EM (Kcal/kg) | EMn (Kcal/kg) |
|----------------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|------------------|
| Açúcar | 3906 | 1 | 3699 | 3558 | 3552 |
| | | 2 | 3885 | 3770 | 3671 |
| | | X | 3792 ± 140c | 3664 ± 164B | 3611 ± 153B |
| Amido de milho | 3845 | 1 | 3478 | 3279 | 3239 |
| | | 2 | 3666 | 3599 | 3480 |
| | | X | 3572 ± 107c | 3439 ± 97BC | 3360 ± 128BC |
| Raspa integral de mandioca | 3788 | 1 | 3130 | 3057 | 2955 |
| | | 2 | 3267 | 3217 | 3090 |
| | | X | 3198 ± 265DE | 3137 ± 240c | 3023 ± 270CD |
| Milho grão | 4051 | 1 | 3682 | 3594 | 3382 |
| | | 2 | 3714 | 3667 | 3509 |
| | | X | 3698 ± 44 c | 3631 ± 49B | 3445 ± 232BC |
| Sorgo | 4123 | 1 | 3804 | 3652 | 3633 |
| | | 2 | 3820 | 3802 | 3669 |
| | | X | 3812 ± 288c | 3727 ± 301B | 3651 ± 280B |
| Quirera de arroz | 3868 | 1 | 3660 | 3545 | 3328 |
| | | 2 | 3721 | 3601 | 3376 |
| | | X | 3690 ± 70c | 3573 ± 152B | 3352 ± 255BC |
| Farelo de arroz | 4415 | 1 | 3644 | 3441 | 3376 |
| | | 2 | 3326 | 3215 | 3049 |
| | | X | 3485 ± 276CD | 3328 ± 303BC | 3212 ± 228BC |
| Farelo de trigo | 3892 | 1 | 2783 | 2648 | 2587 |
| | | 2 | 2976 | 2818 | 2696 |
| | | X | 2879 ± 212E | 2733 ± 199D | 2642 ± 282D |

¹ EB – Energia Bruta, ED – Energia Digestível, EM – Energia Metabolizável, EMn – Energia Metabolizável corrigida pela retenção de nitrogênio

² Fases: 1 – Crescimento, 2 – Terminação.

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 4 – Valores de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)

| Alimento\Nut. ¹ | EB (Kcal/kg) | Fase ² | ED (Kcal/kg) | EM (Kcal/kg) | EMn (Kcal/kg) |
|----------------------------|--------------|-------------------|--------------|--------------|---------------|
| Glúten de milho 22% | 4065 | 1 | 2596 | 2460 | 2416 |
| | | 2 | 3281 | 3044 | 2983 |
| | | X | 2939 ± 139E | 2752 ± 151D | 2700 ± 144D |
| Glúten de milho 60% | 5013 | 1 | 4630 | 4321 | 4207 |
| | | 2 | 4606 | 4295 | 4164 |
| | | X | 4618 ± 180AB | 4308 ± 191A | 4185 ± 168A |
| Farelo de algodão 30% | 4152 | 1 | 2181 | 2064 | 1971 |
| | | 2 | 2397 | 2275 | 2054 |
| | | | 2289 ± 351F | 2169 ± 240E | 2012 ± 162E |
| Farelo de algodão 40% | 4185 | 1 | 2458 | 2385 | 2213 |
| | | 2 | 2569 | 2447 | 2202 |
| | | | 2513 ± 158F | 2416 ± 162DE | 2208 ± 535E |
| Farelo de soja 45% | 4113 | 1 | 3702 | 3540 | 3177 |
| | | 2 | 3675 | 3567 | 3159 |
| | | X | 3689 ± 237C | 3553 ± 232B | 3168 ± 129BC |
| Soja integral extrusada | 5230 | 1 | 4404 | 4296 | 4224 |
| | | 2 | 4307 | 4254 | 3777 |
| | | X | 4356 ± 206B | 4275 ± 230A | 4000 ± 396A |
| Soja micronizada | 5252 | 1 | 4687 | 4404 | 4188 |
| | | 2 | 5002 | 4774 | 4184 |
| | | X | 4845 ± 255A | 4589 ± 119A | 4186 ± 342A |
| Média Geral | | 1 | 3502 ± 198b | 3350 ± 196b | 3230 ± 269 |
| | | 2 | 3614 ± 193a | 3490 ± 181a | 3271 ± 225 |
| ANOVA | | | | | |
| Fase | | | P < 0,05 | P < 0,05 | ns |
| Tratamento | | | P < 0,01 | P < 0,01 | ns |
| Fase x Trat | | | ns | ns | ns |

¹ EB – Energia Bruta, ED – Energia Digestível, EM – Energia Metabolizável, EMn – Energia Metabolizável corrigida pela retenção de nitrogênio

² Fases: 1 – Crescimento, 2 – Terminação.

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 5 – Energia Bruta e Coeficientes de Digestibilidade, Metabolizabilidade e Metabolizabilidade corrigida de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal

| Alimento\Coef. ¹ | EB (Kcal/kg) | Fase ² | CDE (%) | CME (%) | CMEn (%) |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Açúcar | 3906 | 1 | 94,70 | 91,10 | 90,93 |
| | | 2 | 99,45 | 96,53 | 93,99 |
| | | X | 97,10 ± 3,6A | 93,80 ± 4,2A | 92,50 ± 3,9A |
| Amido de Milho | 3845 | 1 | 90,45 | 85,28 | 84,25 |
| | | 2 | 95,33 | 93,60 | 90,50 |
| | | X | 92,90 ± 2,8AB | 89,40 ± 2,5AB | 87,40 ± 3,3AB |
| Mandioca, Raspa Int. | 3788 | 1 | 82,62 | 80,70 | 78,02 |
| | | 2 | 86,25 | 84,93 | 81,58 |
| | | X | 84,40 ± 7,0BC | 82,8 ± 6,3ABC | 79,80 ± 7,1BC |
| Milho | 4051 | 1 | 90,88 | 88,73 | 83,48 |
| | | 2 | 91,68 | 90,53 | 86,61 |
| | | X | 91,30 ± 1,1AB | 89,60 ± 1,2AB | 85,00 ± 5,7AB |
| Sorgo | 4123 | 1 | 92,25 | 88,58 | 88,11 |
| | | 2 | 92,66 | 92,22 | 88,998 |
| | | X | 92,50 ± 7,0AB | 90,40 ± 7,3AB | 88,50 ± 6,8AB |
| Arroz, Quirera | 3868 | 1 | 94,62 | 91,66 | 86,05 |
| | | 2 | 96,20 | 93,09 | 87,27 |
| | | X | 95,40 ± 1,8A | 92,40 ± 3,9AB | 87,70 ± 6,6AB |
| Arroz, Farelo | 4415 | 1 | 82,53 | 77,93 | 76,46 |
| | | 2 | 75,34 | 72,81 | 69,05 |
| | | X | 78,90 ± 6,2CD | 75,40 ± 6,9CD | 72,80 ± 5,2CD |
| Trigo, Farelo | 3892 | 1 | 71,50 | 68,05 | 66,47 |
| | | 2 | 76,45 | 72,39 | 69,28 |
| | | X | 74,00 ± 5,5D | 70,20 ± 5,1D | 67,90 ± 7,2D |

¹ EB – Energia Bruta, CDE – Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta, CME – Coeficiente da Metabolizabilidade da Energia, CMEn – Coeficiente de Metabolizabilidade da Energia corrigida pelo balanço do nitrogênio

² Fase: 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 5 – Energia Bruta e Coeficientes de Digestibilidade, Metabolizabilidade e Metabolizabilidade corrigida de Energia para Alguns Alimentos de Origem Vegetal (Continuação)

| Alimento\Coef. ¹ | EB (Kcal/kg) | Fase ² | CED (%) | CEM (%) | CEMn (%) |
|-----------------------------|-----------------|-------------------|---------------|---------------|---------------|
| Milho, Glúten 22% | 4065 | 1 | 63,86 | 60,51 | 59,43 |
| | | 2 | 80,71 | 74,89 | 73,39 |
| | | X | 72,30 ± 3,4D | 67,70 ± 3,7D | 66,40 ± 3,5D |
| Milho, Glúten 60% | 5013 | 1 | 92,35 | 86,19 | 83,92 |
| | | 2 | 91,89 | 85,68 | 83,06 |
| | | X | 92,10 ± 3,6AB | 85,90 ± 3,8AB | 83,5 ± 3,4ABC |
| Algodão, Farelo 30% | 4152 | 1 | 52,53 | 49,70 | 47,47 |
| | | 2 | 57,73 | 54,80 | 49,46 |
| | | X | 55,10 ± 8,5E | 52,30 ± 5,8C | 48,50 ± 3,9C |
| Algodão, Farelo 40% | 4185 | 1 | 58,72 | 57,00 | 52,89 |
| | | 2 | 61,39 | 58,47 | 52,62 |
| | | X | 60,1 ± 11,2E | 57,7 ± 11,6E | 52,8 ± 12,8E |
| Soja, Farelo 45% | 4113 | 1 | 90,02 | 86,06 | 77,23 |
| | | 2 | 89,34 | 86,72 | 76,80 |
| | | X | 89,70 ± 5,8AB | 86,40 ± 5,6AB | 77,0 ± 3,1BCD |
| Soja, Int. Extrusada | 5230 | 1 | 84,21 | 82,13 | 80,76 |
| | | 2 | 82,36 | 81,34 | 72,22 |
| | | X | 83,30 ± 3,9BC | 81,70 ± 4,4BC | 76,5 ± 7,6BCD |
| Soja, Micronizada | 5252 | 1 | 89,25 | 83,86 | 79,75 |
| | | 2 | 95,25 | 90,90 | 79,66 |
| | | X | 92,20 ± 4,9AB | 87,40 ± 4,3AB | 79,70 ± 6,5BC |
| Média Geral | | 1 | 82,00 ± 5,6b | 78,50 ± 5,9b | 75,70 ± 6,3 |
| | | 2 | 84,80 ± 4,6a | 81,90 ± 4,3a | 77,00 ± 5,3 |
| ANOVA | | | | | |
| Fase | | | P < 0,05 | P < 0,01 | ns |
| Tratamento | | | P < 0,01 | P < 0,01 | ns |
| Fase x Trat | | | ns | ns | ns |

¹ EB – Energia Bruta, CED – Coeficiente de Digestibilidade da Energia Bruta, CEM – Coeficiente da Metabolizabilidade da Energia, CEMn – Coeficiente de Metabolizabilidade da Energia corrigida pelo balanço do nitrogênio

² Fase: 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Os valores de EB do açúcar, farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, amido de milho, farelo de arroz, quirera de arroz, milho, farelo de glúten de milho 22%, glúten de milho 60%, farelo de soja 45%, soja micronizada e farelo de Trigo foram semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002). Enquanto os valores de EB da raspa integral de mandioca, soja integral extrusada e sorgo foram superiores aos citados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002).

Farelo de algodão 30%, amido de milho, farelo de algodão 40%, quirera de arroz, e sorgo apresentaram valores de ED semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005). Os valores de ED, do glúten de milho 22% foram próximos aos referendados no NRC (1998) e os do glúten de milho 60% assemelharam-se aos obtidos por Sauvant et al. (2002) sendo ambos superiores aos encontrados por Rostagno et al. (2005). Os valores de ED do farelo de arroz, raspa integral de mandioca, milho grão, farelo de soja 45%, soja integral extrusada, soja micronizada e farelo de trigo, também foram superiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005).

Os valores de EMn, do açúcar, farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, farelo de arroz, quirera de arroz, raspa integral de mandioca, milho grão, glúten de milho 22%, glúten de milho 60% e farelo de soja 45%, foram semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005). O sorgo e o farelo de trigo apresentaram valores de EMn superiores aos citados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002). Os valores de EMn, do amido de milho, soja integral extrusada e soja micronizada foram inferiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002).

Observando-se os coeficientes de digestibilidade (CDE) e metabolizabilidade (CME e CMEn) da energia pode-se ter idéia do aproveitamento energético dos nutrientes que compõem os diversos alimentos pelos animais. Alimentos fibrosos como farelo de algodão 30%, farelo de algodão 40%, raspa integral de mandioca e farelo de

trigo apresentaram valores de aproveitamento de energia, CDE, CME e CMEn, menores ($P < 0,05$) do que os alimentos com menores teores de fibra, demonstrando que a fibra de modo geral é um nutriente pouco aproveitado por animais monogástricos como os suínos.

A energia disponível nos ingredientes pode ser influenciada pela quantidade de fibra presente nos mesmos. Estudos conduzidos por Henry (1968), Drenman e Maguire (1970), McCracken e Jordan (1970), Henry (1976) e Just et al. (1978), demonstraram os efeitos adversos do aumento da fibra sobre os valores energéticos de rações e/ou ingredientes fornecidos a suínos. Pals e Ewan (1978) relataram que possivelmente a pior utilização da energia em ingredientes com teores elevados em fibra esta correlacionada com o dispêndio energético gasto pelo organismo animal para metabolizar os nutrientes destes alimentos.

3.3 Conclusões

Observou-se variação na composição química entre os alimentos estudados. Esta variação é normal, principalmente quando levamos em conta a diversidade de origem destes alimentos.

Verificou-se variação entre os valores da composição química dos alimentos, quando comparados com os citados em literaturas nacionais (ANFAR, 1985; Zardo & Lima, 1999 e Rostagno et al., 2005) e estrangeiras (Sauvant et al., 2002; NRC, 1998). As literaturas consultadas também apresentam divergências entre os valores dos nutrientes quando comparadas entre si. Esta variação pode ser explicada pelo diferentes tipos de cultivares, época de colheita, condições de armazenamento e processamento ao qual foram submetidos os diferentes alimentos utilizados.

Houve efeito ($P < 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED e EM, o que esta de acordo com Fialho et al. (1979), que ao utilizar suínos com peso médio inicial de 34 e 76 kg, observaram diferenças significativas nos valores de Energia Digestível e Energia Metabolizável dos vários alimentos nos animais com o aumento do peso.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores de EMn no entanto podê-se notar que os valores obtidos na fase de terminação foram maiores do que na fase de crescimento.

Referências Bibliográficas

- ANFAR, Associação dos Fabricantes de Ração. Matérias-primas para Alimentação Animal, Padrão ANFAR, 4ª edição, 66p., 1985
- BARBOSA, H. P., FIALHO, E. T., COELHO, L. S. S. C., FREITAS, A. R. 1987. Análise proximal, proteína digestível, energia digestível e metabolizável de alguns alimentos para suínos. EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves, Informe Técnico
- BERTOL, T. M., LIMA, G. J. M. M., ZANOTTO, D. C. Valores de Composição Química e de Digestibilidade de Alguns Alimentos para Suínos. Retirado da Internet 2003.
- DIGGS, B.G.; BECKER, D.E.; JENSEN, A.H., NORTON, H.W. Energy value of various feeds of young pig. J. Anim. Sci. v. 24, n.2, p. 555-558,1965.
- DRENNAM, P. & MAGUIRE, M. F. Prediction of the Digestible and Metabolizable Energy Content of Pigs Diets from their Fibre Content. Ish. J. Agric. Res., 9 (1): 197-212, 1970.
- EMBRAPA, Embrapa Suínos e Aves. Sistemas de Produção, 2. Versão Eletrônica. 2003
- HENRY, Y. Comparative Utilization of Cereals as the Only Feed by Pigs in Finishing Period. Ann. Zootech., 17(2): 183-203, 1968.
- JUST, A., JORGENEN, H., FERNADEZ, J. Influence of Diet Composition on Digestibility, Efficiency of Utilization of metabolizable Energy and Absortion from Caecum-colin in Growing Pigs. In: Post graduate Course in Feed Conservation and Feed Evaluation. Norway, 12p., 1978.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTUZ. N.W., SINGSEN, J.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Res. Reports, Univ. Conn., v. 7, p.3-11, 1965.
- MCCRACKEN, K. J. & JORDAN, J. W. The Effect of Level of Intake on the Relationship Between Digestible Energy and Crude Fiber Content of Barley, Maize and Pollards Feed Singly to Bacon Pigs. Rec. Agr. Res., 18(1): 155, 1970.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requeriments of swine. 10 ed. Washington, DC. NAS, 1998. 189p.
- PALS, D. A., & EWAN, R. C. Utilization of the Energy of Dried Whey and Wheat Middlings by Young Swine. J. Anim. Sci., 46(2): 402-08, 1978.
- PEKAS , J. C. Versatile swine labotatory apparatus for physiologic and metabolic studies. J. Anim. Sci., v. 2, n.5, p. 1303-6, 1968.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F.M., LOPES, D.C. Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Editora UFV, Viçosa, 2005. 186p.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.

SAUVANT, D., PEREZ, J., TRAN, G. Tablas de Composición y Valor Nutritivo de las Materias Primas Destinadas a los Animales de Interés Ganadero. INRA, Ediciones Mundi-Prensa, 2002.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) Viçosa-MG, 1999. (versão 8.0).

ZARDO, A. O. & LIMA, G. J. M. Alimentos para Suínos. EMBRAPA, Boletim Informativo, 61p., 1999.

Capítulo 2

Composição Química e Valores Energéticos de Alguns Alimentos de Origem

Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

Resumo – O experimento foi realizado com o objetivo de determinar a composição bromatológica, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMc) de alguns alimentos de origem animal, óleo e sebo: farinha de carne e ossos 38% e 41% (20%), farinha de peixe, farinha de penas, farinha de vísceras de aves, óleo de soja e sebo bovino para suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 42 suínos machos castrados, sendo utilizados 21 animais em cada fase. Foram utilizados respectivamente nas fases de crescimento e terminação, suínos com peso médio inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg e $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 7 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. A variação na composição química dos alimentos de origem animal foi superior à observada quando foram estudados os alimentos de origem vegetal. Não houve efeito ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores de ED, EM e EMn, no entanto observou-se que ocorreu tendência a aumento dos valores de ED, EM e EMn para os animais em terminação.

Chapter 2

Chemical Composition and Energy Values of Some Animal Origin Feedstuff, Soybean oil and Tallow for Swine in Growing and Finishing Phases

Abstract – The experiment was realized to determine the bromatological composition, dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), crude fiber (FB) and mineral matter (MM) and the values of gross energy (GE), digestible energy (DE), metabolize energy (ME) and metabolize energy corrected by nitrogen balance (MEn), as well the digestibility coefficients of dry matter (DCDM), organic matter (DCOM) and ether extract (DCEE) of animal origin feedstuff, soybean oil and beef tallow: meat and bone meal 38% and 41%, fish meal, hidrolized feathers meal, poultry by product, soybean meal and beef tallow. 42 castrated male swine were used, 21 animals in each phase. In the growing phase swine avarage initial weight was $34,51 \pm 5,6$ kg, and in the finishing phase avarage initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineament, in a factorial arrangement 2 x 15 (phases x treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. The variation in the chemical composition of animal origin feedstuff was superior to observed when vegetal origin feedstuff were studied. There was not significant effect ($P > 0,05$) of the weight of the animals on the values DE, ME and MEn, however it was observed there was tendency to a increase of DE, ME and MEn for finishing phase swine. It was observed significant differentiates ($P < 0,05$) for CDMO, being the mean value of the finishing phase ($79,3 \pm 9,2$) superior to the of the growing phase ($71,2 \pm 3,8$).

Capítulo 2

Composição Bromatológica e Valores Energéticos de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

1. Introdução

A atividade suinícola tem adquirido cada vez mais importância econômica no cenário nacional, porém o aumento da produção leva a maior competitividade entre os produtores e diferentes mercados. A inclusão de alimentos alternativos nas dietas para estes animais tem sido uma constante, não somente visando a diminuição de custos, mas também o aproveitamento de matérias primas tidas como resíduos.

Neste contexto os produtos de origem animal, como farinha de carne e ossos, farinhas de penas e outros resíduos de abatedouros adquirem caráter relevante, devido a grande quantidade em que são produzidos. Sua utilização como fonte protéica e de minerais pode ser de grande valia se respeitado as normas de fabricação e utilização na alimentação de animais monogástricos, especialmente para suínos.

As farinhas de origem animal são ingredientes importantes quanto aos aspectos econômico, sanitário e nutricional. Seu uso na formulação de dietas é facilitado por conterem aminoácidos, energia, cálcio e fósforo em quantidades apreciáveis. Entretanto, a utilização nutricional é dependente principalmente do conhecimento da sua composição química e energética (Bellaver, 2001). Os subprodutos de origem animal

são bastante variáveis em relação à composição. A grande variação na composição química pode ser em parte explicada pela forma de processamento empregada e o tipo e proporção dos materiais utilizados (Penz Júnior, 1999)

Os lipídios por conferirem em média 2,25 vezes mais energia que os carboidratos, tem se constituído no principal nutriente utilizado para aumentar a densidade energética das rações. Os suínos podem utilizar eficientemente grandes quantidades de gorduras suplementadas em suas dietas (Pettigrew e Mose, 1991). A contribuição primária das gorduras para os suínos é servirem como fonte concentrada de energia, a adição de sebo bovino e óleo soja, na ração de suínos, pode aumentar a eficiência de desempenho desses animais (Fraley et al., 1988), melhorando a digestibilidade de nutrientes (Li et al., 1994).

Os lipídeos têm alto potencial de produção de energia. Entretanto, tem-se verificado considerável variação nos valores da energia dietética entre diferentes gorduras e óleos utilizados em dietas para suínos em crescimento e terminação, em razão de diferenças na estrutura química, na taxa de inclusão ou na idade do animal (Wiseman, 1987).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar a composição bromatológica, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB) e matéria mineral (MM) e os valores de energia bruta (EB), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn) de alguns alimentos de origem animal, óleo de soja e sebo bovino para suínos em crescimento e terminação.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro de 2003 a novembro de 2003.

Foram utilizados 42 suínos, machos castrados, divididos em duas fases, sendo utilizados 21 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2×7 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram alojados, em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968), localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, ripado nas laterais e coberto com telhas de barro.

Foi adotado o método de substituição para o ensaio metabólico. Foram formuladas quatro dietas referência (Tabelas 1 e 2), duas para fase de crescimento (14 e 18% de PB) e duas para fase de terminação (12 e 16% de PB) respectivamente para alimentos de origem animal e gorduras, as quais foram parcialmente substituída pelos alimentos teste, na proporção de 20% e 8% respectivamente.

Os alimentos avaliados substituíram as dietas referência em proporções variadas e as respectivas percentagens de inclusão foram; farinha de carne e ossos 38% (20%), farinha de carne e ossos 41% (20%), farinha de peixe (20%), farinha de penas (20%), farinha de vísceras de aves (20%), óleo de soja (8%) e sebo bovino (8%).

Tabela 1 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 14% de PB | 18% de PB |
| Milho | 65,752 | 68,863 |
| Farelo de soja (45%) | 14,312 | 26,567 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 1,151 | 1,151 |
| L-lisina HCl | 0,389 | - |
| L-triptofano | 0,025 | - |
| DL-metionina | 0,102 | - |
| DL-treonina | 0,101 | - |
| Calcário | 1,174 | 1,318 |
| Fosfato bicálcico | 1,442 | 1,565 |
| Sal | 0,347 | 0,331 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 14,00 | 18,00 |
| Gordura (%) | 4,035 | 3,889 |
| Fibra Bruta (%) | 2,464 | 2,916 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,811 | 0,911 |
| Metionina Digestível (%) | 0,330 | 0,268 |
| Met + Cis Total (%) | 0,576 | 0,592 |
| Treonina Digestível (%) | 0,621 | 0,581 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,171 | 0,187 |
| Sódio (%) | 0,170 | 0,170 |
| Potássio (%) | 0,509 | 0,695 |
| Cálcio (%) | 0,880 | 0,880 |
| Fósforo Total (%) | 0,550 | 0,612 |
| Fósforo disponível (%) | 0,360 | 0,369 |

¹ Rologomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Tabela 2 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 12% de PB | 16% de PB |
| Milho | 72,243 | 75,693 |
| Farelo de soja (45%) | 9,277 | 20,580 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 0,670 | 0,670 |
| L-lisina HCl | 0,228 | 0,107 |
| L-triptofano | 0,014 | - |
| DL-metionina | 0,021 | 0,049 |
| DL-treonina | 0,030 | 0,013 |
| Calcário | 0,737 | 1,181 |
| Fosfato bicálcico | 1,249 | 1,191 |
| Sal | 0,326 | 0,311 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 12,00 | 16,00 |
| Gordura (%) | 3,714 | 3,566 |
| Fibra Bruta (%) | 2,292 | 2,694 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,576 | 0,740 |
| Metionina Digestível (%) | 0,211 | 0,290 |
| Met + Cis Total (%) | 0,455 | 0,590 |
| Treonina Digestível (%) | 0,399 | 0,520 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,114 | 0,160 |
| Sódio (%) | 0,160 | 0,160 |
| Potássio (%) | 0,435 | 0,606 |
| Cálcio (%) | 0,650 | 0,837 |
| Fósforo Total (%) | 0,500 | 0,523 |
| Fósforo disponível (%) | 0,320 | 0,320 |

¹ Rologomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Adotou-se o critério de coleta total, sem uso de marcador, em que as fezes excretadas em um período de 24 horas foram pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 20% do total excretado por cada animal foi retirada, acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer a -10°C . Após o período de coleta, as amostras de fezes de cada animal foram descongeladas em temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas, novamente homogeneizadas, retirando-se, em seguida, uma nova amostra foi colocada em prato de alumínio, pesada em balança analítica e, em seguida, colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C , por um período de 72 horas. Depois de retiradas da estufa, e atingido o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para a posterior realização das análises laboratoriais.

A urina excretada pelos animais foi filtrada em uma tela de nylon de malha fina, fixada na saída do coletor, localizado sob o piso ripado da gaiola, e recolhida em baldes plásticos contendo 20 mL de HCl 1:1, para evitar perdas de nitrogênio e proliferação de bactérias. Após nova filtragem, o volume excretado em um período de 24 horas foi medido, homogeneizado e a urina foi completada com água destilada a um volume constante, de onde foi retirada uma amostra de 5%, colocada em recipiente de vidro com tampa e armazenada em geladeira a 3°C . No final do período de coleta, a urina armazenada foi novamente homogeneizada, sendo retirada outra amostra, que foi mantida sob refrigeração para posterior análise de nitrogênio e energia.

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE) e fibra bruta (FB), segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). O valor de matéria orgânica (MO) foi

determinado de forma indireta, pela diferença entre o conteúdo de matéria seca e matéria mineral.

Os valores de energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn) foram determinadas através de equação descrita por Matterson (1965), foi usado o valor de 5,45 kcal por grama de nitrogênio urinário para se determinar a correção do balanço de nitrogênio (Diggs et al., 1965).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1999). O modelo estatístico utilizado para a análise dos dados foi:

$$Y_{jk} = u + F_j + T_k + (FT)_{jk} + e_{jk}$$

sendo:

Y_{jk} = observação do alimento j na fase k;

u = média geral;

F_j = efeito da fase j

T_k = efeito do tratamento k

FT_{jk} = interação fase x tratamento

e_{jk} = erro aleatório associado a observação jk

Foram avaliados os efeitos de fase (crescimento x terminação), com o objetivo de se observar se o peso dos animais teve influência sobre a digestibilidade e metabolizabilidade dos nutrientes dos alimentos fornecidos. As diferenças entre as médias dos alimentos, foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, sendo comentado no texto somente algumas particularidades relevantes.

3. Resultados e Discussão

3.1. Composição Bromatológica

A composição bromatológica dos alimentos estudados estão na Tabela 3. Farinha de carne e ossos 38%, farinha de carne e ossos 41%, farinha de peixe, farinha de penas, óleo de soja e sebo bovino apresentam valores de MS semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005). Os teores de MS da farinha de vísceras de aves foram inferiores aos obtidos por Rostagno et al. (2005) e NRC (1998). A farinha de penas e farinha de vísceras de aves estão com valores de umidade acima do máximo determinado pela ANFAR (1985).

Os teores de PB da farinha de carne e ossos 38%, farinha de carne e ossos 41%, farinha de peixe e farinha de penas, apresentaram valores semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005). A farinha de vísceras de aves apresentou valor de PB inferior ao referendado por Rostagno et al. (2005), Sauvant et al. (2002) e NRC (1998). Farinha de peixe e farinha de penas estão com valores abaixo do mínimo preconizado pela ANFAR (1985), Segundo Pozza (2001) o conteúdo de PB destes alimentos é afetado principalmente devido a proporção de seus constituintes, vísceras/carcaça, carne/espinhas, carne/ossos e também ao tipo de processamento ao qual foram submetidos.

Tabela 3 – Composição Bromatológica de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino

| Alimento\Nutriente ¹ | MS (%) | MO (%) | PB (%) | EE (%) | FB (%) | MM (%) |
|---------------------------------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|
| Farinha de carne e ossos 38% | 94,30 | 52,65 | 37,59 | 10,69 | 1,52 | 41,65 |
| Farinha de carne e ossos 41% | 92,30 | 52,16 | 41,63 | 10,35 | 2,20 | 40,14 |
| Farinha de peixe | 93,58 | 55,97 | 54,20 | 6,98 | 1,68 | 37,61 |
| Farinha de penas | 90,32 | 85,46 | 73,67 | 8,73 | 0,81 | 4,86 |
| Farinha de vísceras de aves | 90,93 | 70,43 | 53,31 | 16,12 | nd ² | 20,50 |
| Óleo de soja | 99,49 | 99,49 | 0,00 | 99,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sebo bovino | 99,32 | 99,32 | 0,00 | 99,10 | 0,00 | 0,00 |

¹ MS – Matéria Seca, PB – Proteína Bruta, EE – Extrato Etéreo, A – Amido, FB – Fibra Bruta, MM – Matéria Mineral.

² nd não detectado

Farinha de carne e ossos 38% e farinha de carne e ossos 41% apresentaram valores altos de EE, em torno de 10%, estando acima do estipulado pela ANFAR (1985), não podendo deste modo serem classificadas como desengorduradas, no entanto assim como farinha de peixe, óleo de soja e sebo bovino, apresentaram valores de EE próximos aos propostos por Rostagno et al. (2005). Farinha de penas e farinha de vísceras de aves apresentaram valores superiores aos citados por Rostagno et al. (2005), Sauvant et al. (2002) e NRC (1998).

Farinha de peixe, farinha de carne e ossos 38% e farinha de carne e ossos 41%, apresentaram teores de FB acima do máximo determinado pela ANFAR (1985).

Farinha de carne e ossos 38% e farinha de carne e ossos 41%, apresentaram valores de MM semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005). Porém, os teores de MM, de farinha de peixe, farinha de penas e farinha de vísceras de aves, foram

superiores aos citados por Rostagno et al. (2005) e NRC (1998). A farinha de peixe está com o valor de MM acima do máximo preconizado pela ANFAR (1985), isto pode ter ocorrido possivelmente devido a maior proporção de espinhas e escamas utilizada no processamento deste alimento.

3.2. Valores de Energia Bruta, Digestível, Metabolizável e Metabolizável Corrigida

Os valores Energia Bruta (EB), Energia Digestível (ED), Energia Metabolizável (EM) e Energia Metabolizável corrigida pelo balanço de nitrogênio (EMn), suas respectivas médias e desvios padrões, encontram-se na Tabela 4, os coeficiente de digestibilidade (CDE), metabolizabilidade (CME) e metabolizabilidade corrigida (CME_n) da energia e seus respectivos desvios padrão, estão na Tabela 5.

Tabela 4 – Valores de Energia para Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para Suínos em Crescimento e Terminação

| Alimento\Nut. ¹ | EB (kcal/kg) | Fase ² | ED (kcal/kg) | EM (kcal/kg) | EMn (kcal/kg) |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| Farinha de carne e ossos 38% | 3298 | 1 | 1791 | 1772 | 1109 |
| | | 2 | 1990 | 1969 | 1164 |
| | | X | 1890 ± 180 _D | 1871 ± 157 _E | 1137 ± 179 _D |
| Farinha de carne e ossos 41% | 3513 | 1 | 1980 | 1817 | 1559 |
| | | 2 | 2177 | 1885 | 1624 |
| | | X | 2078 ± 88 _D | 1851 ± 140 _E | 1591 ± 271 _D |
| Farinha de peixe | 4323 | 1 | 3112 | 2922 | 2693 |
| | | 2 | 3393 | 3366 | 3169 |
| | | X | 3253 ± 251 _C | 3144 ± 433 _D | 2931 ± 608 |
| Farinha de penas | 5137 | 1 | 4475 | 4315 | 4025 |
| | | 2 | 4448 | 4431 | 3702 |
| | | X | 4462 ± 449 _B | 4373 ± 71 _C | 3864 ± 95 _C |
| Farinha de vísceras de aves | 4519 | 1 | 3648 | 3486 | 3267 |
| | | 2 | 3820 | 3655 | 3324 |
| | | X | 3734 ± 151 _{BC} | 3570 ± 189 _{CD} | 3295 ± 93 _C |
| Óleo de soja | 9506 | 1 | 8989 | 8834 | 8627 |
| | | 2 | 9059 | 8900 | 8799 |
| | | X | 9024 ± 356 _A | 8867 ± 192 _A | 8713 ± 422 _A |
| Sebo bovino | 9423 | 1 | 8306 | 7616 | 7416 |
| | | 2 | 8387 | 8232 | 8052 |
| | | X | 8346 ± 112 _A | 7924 ± 490 _B | 7734 ± 603 _B |
| Média Geral | | 1 | 5824 ± 194 | 5544 ± 380 | 5276 ± 360 |
| | | 2 | 5944 ± 263 | 5814 ± 158 | 5511 ± 402 |
| ANOVA | | | | | |
| Fase | | | ns | ns | ns |
| Tratamento | | | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01 |
| Fase x Trat | | | ns | ns | ns |

¹ EB – Energia Bruta, ED – Energia Digestível, EM – Energia Metabolizável, EMn – Energia Metabolizável corrigida pela retenção de nitrogênio

² Fases: 1 – Crescimento, 2 – Terminação.

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 5 – Coeficientes de Digestibilidade e Metabolizabilidade da Energia para Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para Suínos em Crescimento e Terminação

| Alimento\Nutriente ¹ | EB (kcal/kg) | Fase ² | CDE (%) | CME (%) | CMEn (%) |
|---------------------------------|-----------------|-------------------|---------------|----------------|---------------|
| Farinha de carne e ossos 38% | 3298 | 1 | 54,29 | 53,72 | 33,63 |
| | | 2 | 60,34 | 59,72 | 35,31 |
| | | X | 57,30 ± 5,5c | 56,70 ± 4,8c | 34,50 ± 5,4c |
| Farinha de carne e ossos 41% | 3513 | 1 | 56,35 | 51,72 | 44,37 |
| | | 2 | 61,96 | 53,67 | 46,21 |
| | | X | 59,20 ± 2,5c | 52,70 ± 4,0c | 45,30 ± 7,7c |
| Farinha de peixe | 4323 | 1 | 72,0 | 67,6 | 62,29 |
| | | 2 | 78,50 | 77,87 | 73,30 |
| | | X | 75,2 ± 10,6B | 72,70 ± 10,0AB | 67,8 ± 19,4B |
| Farinha de penas | 5137 | 1 | 87,11 | 83,98 | 78,35 |
| | | 2 | 86,59 | 86,25 | 72,05 |
| | | X | 86,8 ± 8,7AB | 85,10 ± 1,4AB | 75,2 ± 11,2AB |
| Farinha de vísceras de aves | 4519 | 1 | 80,73 | 77,13 | 72,28 |
| | | 2 | 84,52 | 80,88 | 73,55 |
| | | X | 82,6 ± 3,3AB | 79,00 ± 4,2B | 72,90 ± 2,1AB |
| Óleo de soja | 9506 | 1 | 94,56 | 92,93 | 90,75 |
| | | 2 | 95,3 | 93,63 | 92,56 |
| | | X | 94,90 ± 9,6A | 93,30 ± 2,0A | 91,70 ± 4,4A |
| Sebo bovino | 9423 | 1 | 88,14 | 80,82 | 78,70 |
| | | 2 | 89,01 | 87,36 | 85,45 |
| | | X | 88,6 ± 18,0AB | 84,1 ± 18,0AB | 82,1 ± 18,0AB |
| Média Geral | | 1 | 80,70 ± 9,0 | 76,90 ± 8,8 | 71,50 ± 8,3 |
| | | 2 | 83,30 ± 10,9 | 81,10 ± 6,1 | 74,50 ± 12,1 |

ANOVA

| | | | |
|-------------|----------|----------|----------|
| Fase | ns | ns | ns |
| Tratamento | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01 |
| Fase x Trat | ns | ns | ns |

¹ EB – Energia Bruta, CDE – Energia Digestível, CME – Energia Metabolizável, CMEn – Energia Metabolizável corrigida pela retenção de nitrogênio

² Fases: 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Não houve efeito ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED, EM e EMc, o que está de acordo com Saben et al. (1971), que ao utilizar suínos com 16, 33 e 65 kg de peso vivo, não encontraram diferenças significativas nos valores de Energia Digestível e Energia Metabolizável dos vários alimentos nos animais de diferentes pesos. No entanto observou-se que ocorreu tendência a aumento dos valores de ED, EM e EMn para os animais em terminação.

Os teores de EB, da farinha de carne e ossos 41%, farinha de peixe, farinha de penas, farinha de vísceras de aves, óleo de soja e sebo bovino, foram semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005) porém a farinha carne e ossos 38% apresentou valor superior ao proposto por Rostagno et al. (2005).

Farinha de carne e ossos 38%, farinha de peixe, farinha de vísceras de aves e sebo bovino apresentaram valores de ED semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005), enquanto a farinha de carne e ossos 41% apresentou valor inferior ao observado por Rostagno et al. (2005), farinha de penas e óleo de soja apresentaram valores superiores aos propostos por Rostagno et al. (2005).

Os valores de EM para a farinha de peixe, farinha de vísceras de aves e sebo bovino foram semelhantes aos propostos por Rostagno et al. (2005), a farinha de carne e ossos 38% e a farinha de carne e ossos 41% apresentaram valores inferiores aos propostos por Rostagno et al. (2005) e a farinha de penas e o óleo de soja, apresentaram valores superiores aos propostos por Rostagno et al. (2005) e NRC (1998).

Como pode ser observado apesar do conteúdo de Energia Bruta dos alimentos ser similar ao proposto por Rostagno et al. (2005), houve variação nos coeficientes de digestibilidade e metabolizabilidade da energia por parte do animais testados quando comparados a outras literaturas (NRC, 1998; Zardo & Lima, 1999; Sauvant et al., 2002 e Rostagno et al., 2005), isso ocorreu devido a composição nutricional de cada alimento,

que variou no conteúdo de cinzas, quantidade e qualidade da proteína, composição química e estrutura dos ácidos graxos.

Os alimentos de origem animal tiveram um CDE, CME e CMEn da energia, inferior quando comparado às gorduras, provavelmente devido ao alto teor de matéria mineral, os minerais podem se combinar com as gorduras nos alimentos e formar sabões, prejudicando desta forma a sua digestibilidade.

Entre as gorduras pôde-se observar que os animais apresentaram melhor digestibilidade e metabolizabilidade do conteúdo energético do óleo de soja do que do sebo bovino. Os óleos vegetais, como o óleo de soja são altamente digestíveis e apresentam coeficientes de digestibilidade melhores em relação a outras fontes de gordura cujos ácidos graxos apresentam maior grau de saturação (Fernandez et al. 2003).

3.3. Conclusões

Verificou-se uma grande variação entre os valores da composição química dos alimentos de origem animal, quando estes foram comparados com os citados em literaturas nacionais (ANFAR, 1985; Rostagno et al., 2005) e estrangeiras (Sauvant et al., 2002; NRC, 1998). As literaturas consultadas também apresentam algumas divergências entre os valores dos nutrientes quando comparadas entre si. Isso ocorre principalmente devido a falta de padronização no processamento destes alimentos, que ainda não possuem normas bem definidas, o que acarreta em alimentos com as mais variadas composições químicas e valores biológicos.

A variação na composição química dos alimentos de origem animal foi superior à observada quando foram estudados os alimentos de origem vegetal, o que esta de acordo com Pozza (2001), que observou a mesma variação ao estudar diversos alimentos de origem animal. As gorduras apresentaram resultados bem similares aos

observados na literatura, pois são alimentos que possuem basicamente apenas um componente, os ácidos graxos, propiciando uma composição química mais estável, quando comparado a outros alimentos.

Não houve efeito ($P > 0,05$) do peso dos animais sobre os valores ED, EM e EMn, o que está de acordo com Saben et al. (1971). No entanto observou-se que ocorreu tendência a aumento dos valores de ED, EM e EMn os animais em terminação.

Referências Bibliográficas

- ANFAR, Associação dos Fabricantes de Ração. Matérias-primas para Alimentação Animal, Padrão ANFAR, 4ª edição, 66p., 1985
- BELLAVER, C. Ingredientes de origem animal destinados à fabricação de rações. In: SIMPÓSIO SOBRE INGREDIENTES NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL. 2001, Campinas. Anais... Campinas-SP. 2001, p. 167-190.
- DIGGS, B.G.; BECKER, D.E.; JENSEN, A.H., NORTON, H.W. Energy value of various feeds of young pig. J. Anim. Sci. v. 24, n.2, p. 555-558,1965.
- FERNADEZ, C., COBOS, A., FRAGA, M. J. the effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. J. Anim. Sci., 72:1508-1515, 1994.
- FRALEY, J. R. et al., 1988. Na evaluation of dry-fat production as a source of supplemental energy in pig diets. J. Anim. Sci., 66(7):1697-1702, 1988.
- LI, S; SAUER, C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. J. Anim. Sci., 72:1737-1743, 1994.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTUZ. N.W., SINGSEN, J.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Res. Reports, Univ. Conn., v. 7, p.3-11, 1965.
- PEKAS , J. C. Versatile swine labotatory apparatus for physiologic and metabolic studies. J. Anim. Sci., v. 2, n.5, p. 1303-6, 1968.
- PENZ JÚNIOR, A.M. et al. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1999, p.1-24.
- PETTIGREW, J. E. & MOSER, R. L. 1991. Fat in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. Swine nutrition. Butterworth-Heinemann, 1991. p.133-145.
- POZZA, P. C. Valor Energético e Digestibilidade Ileal de Aminoácidos de Farinha de Carne e Ossos e de Farinha de Vísceras para Suínos. Viçosa-MG: UFV, 79p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F.M., LOPES, D.C. Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Editora UFV, Viçosa, 2005. 186p.
- SABEN, H. S., BOWLAND, J. P., HARDIN, R. T. Digestible and Metabolizable Energy Values for Rapeseed Meals and for Soybean Meals Fed for Growing Pigs. Can. J. Anim. Sci., 51(2): p 419-425. 1971.
- SAUVANT, D., PEREZ, J., TRAN, G. Tablas de Composición y Valor Nutritivo de las Materias Primas Destinadas a los Animales de Interés Ganadero. INRA, Ediciones Mundi-Prensa, 2002.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) Viçosa-MG, 1999. (versão 8.0).

- WISEMAN, J., COLE, D.J.A. The digestible and metabolizable energy of two fat blends for growing pigs as influenced by level of inclusion. *Anim. Prod.*, v.45, p.117-122, 1987.
- ZARDO, A. O. & LIMA, G. J. M. Alimentos para Suínos. EMBRAPA, Boletim Informativo, 61p., 1999.

Capítulo 3

Coefficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem

Vegetal para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

Resumo – O experimento foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), fibra bruta (CDFB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA) de 15 alimentos de origem vegetal: açúcar, farelo de algodão 28%, farelo de algodão, farelo de arroz integral, amido de milho, quirera de arroz, raspa integral de mandioca, milho grão, glúten de milho 22%, glúten de milho 60%, farelo de soja 45%, soja integral extrusada, soja micronizada, farelo de trigo e sorgo (30%). para suínos em crescimento e terminação. Foram utilizados 90 suínos machos castrados, sendo 45 animais em cada fase. Foram utilizados respectivamente nas fases de crescimento e terminação, suínos com peso médio inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg e $72,44 \pm 8,33$ kg., distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 15 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. Foram observadas diferenças entre as fases ($P < 0,05$) para CDMS e CDFB, sendo os valores médios observados na fase de terminação superiores aos da fase de crescimento, as médias das fases de crescimento e terminação foram respectivamente, $79,0\% \pm 4,4$ e $81,9\% \pm 4,1$; $40,1\% \pm 4,6$ e $44,7\% \pm 4,7$; também foi observada interação alimento x fase, CDFDN da soja integral extrusada, $78,5\%$ e $88,0\%$ e CDFDA do glúten de milho 22%, $51,6\%$ e $61,0\%$ e milho grão, $72,6\%$ e $88,2\%$.

Chapter 3

Digestible Coefficients of Some Nutrients for Vegetable Origin Feedstuff to Swine in Growing and Finishing Phases

Abstract – The experiment was realized to determine digestibility coefficients of dry matter (DMDC), organic matter (OMDC), ether extract (EEDC), crude fiber (CFDC), neutral detergent fiber (NDFDC) and acid detergent fiber (ADFDC) of 15 vegetable origin feedstuff: sugar, cotton seed meal 28%, cotton seed meal 38%, fat rice bran, corn starch, broken rice, integral cassava scrapes, corn grain, corn gluten feed, corn gluten meal, soybean meal 45%, extruded integral soybean, micronized soybean, wheat bran and sorghum. for swine in growing and finishing phases. 90 castrated male swine were used, 45 animals in each phase. In the growing phase the initial average weight was $34,51 \pm 5,6$ kg and in the finishing phase the average initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineation, in a factorial arrangement 2 x 15 (phases x treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. Differences were observed among the phases ($P < 0,05$), for DMDC and CFDC, being the mean values observed in finishing phase superiors to the growing phase, the mean values of the growing and finishing phases were respectively, $79,0 \pm 4,4$ and $81,9 \pm 4,1$; $40,1 \pm 4,6$ and $44,7 \pm 4,7$; also interaction feedstuff x phase was observed for the mean values of each phase, follows the nutrients and feedstuffs where there were interaction and the respective mean values in the growing and finishing phases, NDFDC of integral extruded soybean, 78,5 and 88,0, corn gluten feed, 51,6 and 61,0 and corn grain, 72,6 and 88,2.

Capítulo 3

Coefficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação

1. Introdução

A constante preocupação em melhorar a produtividade e reduzir os custos com alimentação, tem levado nutricionistas a pesquisas, visando aprimorar o conhecimento sobre as características dos alimentos e suas limitações físicas ou químicas, objetivando melhor aproveitamento e sua utilização de forma racional, para que possam ser utilizados adequadamente nas formulações de rações para suínos.

À medida que os custos de produção aumentam, os nutricionistas têm a necessidade de buscar novas alternativas que atendam às exigências dos animais nas suas diferentes fases de produção. A utilização de alimentos alternativos e subprodutos da indústria é interessante sob o ponto de vista econômico na produção animal. A formulação de rações adequadamente balanceadas que maximizem o desempenho e proporcionem boa qualidade de carcaça aos suínos, depende basicamente de três fatores: do conhecimento das exigências nutricionais em cada fase da vida dos suínos, do conhecimento da composição em nutrientes dos ingredientes utilizados e da disponibilidade destes nutrientes para os suínos.

A digestibilidade consiste na soma de atividades no gastrointestinal, inclusive ação de enzima, absorção, trânsito, atividade de microflora. Estas medidas são essenciais para definir biodisponibilidade de nutrientes nas matérias-primas e necessárias para a formulação de dietas balanceadas sem excessos ou deficiências (Larbier e Leclercq, 1994).

A diversidade de alimentos e seus subprodutos utilizados na formulação de rações são indicativos da necessidade de se conhecer, cada vez mais, os seus valores nutritivos e energéticos, sendo que a precisão dos valores de composição química, energética e digestibilidade de nutrientes, além de necessária, são primordiais na busca da redução dos custos e de uma melhor produtividade (Azevedo, 1996).

A determinação dos valores de digestibilidade dos alimentos para suínos tem sido importante para o auxílio à formulação de rações para esta espécie. Os ensaios de metabolismo têm sido conduzido com suínos de diversas idades e pesos corporais, na tentativa de se chegar a valores que melhor expressem o valor biológico dos alimentos (Pereira, 2001).

O objetivo deste trabalho foi determinar, os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro de 2003 a novembro de 2003.

Foram utilizados 90 suínos, machos castrados, provenientes de uma granja comercial com bom status sanitário, divididos em duas fases, sendo utilizados 45 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 15 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968), localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, ripado nas laterais e coberto com telhas francesas.

Foi adotado o método de substituição para o ensaio metabólico. Foram formuladas quatro dietas referência (Tabelas 1 e 2), duas para fase de crescimento (14 e 18% de PB) e duas para fase de terminação (12 e 16% de PB) respectivamente para alimentos protéicos e energéticos, as quais foram parcialmente substituídas pelos alimentos teste, na proporção entre 20 a 30%.

Os alimentos avaliados substituíram as dietas referência em proporções variadas e as respectivas percentagens de inclusão foram: açúcar (25%), farelo de algodão 28% (20%), farelo de algodão 38% (20%), farelo de arroz integral (25%), amido de milho (25%), quirera de arroz (30%), raspa integral de mandioca (30%), milho grão (30%), glúten de milho 22% (25%), glúten de milho 60% (25%), farelo de soja 45% (30%), soja integral extrusada (20%), soja micronizada (20%), farelo de trigo (25%) e sorgo (30%).

Adotou-se o critério de coleta total, sem uso de marcador, em que as fezes excretadas em um período de 24 horas foram pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 20% do total excretado por cada animal foi retirada, acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer a -10°C. Após o período de coleta, as amostras de fezes de cada animal foram descongeladas em temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas, novamente homogeneizadas, retirando-se, em seguida, uma nova amostra foi colocada em prato de alumínio, pesada em balança analítica e, em seguida, colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C, por um período de 72 horas. Depois de retiradas da estufa, e atingido o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para a posterior realização das análises laboratoriais.

Tabela 1 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 14% de PB | 18% de PB |
| Milho | 65,752 | 68,863 |
| Farelo de soja (45%) | 14,312 | 26,567 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 1,151 | 1,151 |
| L-lisina HCl | 0,389 | - |
| L-triptofano | 0,025 | - |
| DL-metionina | 0,102 | - |
| DL-treonina | 0,101 | - |
| Calcário | 1,174 | 1,318 |
| Fosfato bicálcico | 1,442 | 1,565 |
| Sal | 0,347 | 0,331 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 14,00 | 18,00 |
| Gordura (%) | 4,035 | 3,889 |
| Fibra Bruta (%) | 2,464 | 2,916 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,811 | 0,911 |
| Metionina Digestível (%) | 0,330 | 0,268 |
| Met + Cis Total (%) | 0,576 | 0,592 |
| Treonina Digestível (%) | 0,621 | 0,581 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,171 | 0,187 |
| Sódio (%) | 0,170 | 0,170 |
| Potássio (%) | 0,509 | 0,695 |
| Cálcio (%) | 0,880 | 0,880 |
| Fósforo Total (%) | 0,550 | 0,612 |
| Fósforo disponível (%) | 0,360 | 0,369 |

¹ Roligomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Tabela 2 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 12% de PB | 16% de PB |
| Milho | 72,243 | 75,693 |
| Farelo de soja (45%) | 9,277 | 20,580 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 0,670 | 0,670 |
| L-lisina HCl | 0,228 | 0,107 |
| L-triptofano | 0,014 | - |
| DL-metionina | 0,021 | 0,049 |
| DL-treonina | 0,030 | 0,013 |
| Calcário | 0,737 | 1,181 |
| Fosfato bicálcico | 1,249 | 1,191 |
| Sal | 0,326 | 0,311 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 12,00 | 16,00 |
| Gordura (%) | 3,714 | 3,566 |
| Fibra Bruta (%) | 2,292 | 2,694 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,576 | 0,740 |
| Metionina Digestível (%) | 0,211 | 0,290 |
| Met + Cis Total (%) | 0,455 | 0,590 |
| Treonina Digestível (%) | 0,399 | 0,520 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,114 | 0,160 |
| Sódio (%) | 0,160 | 0,160 |
| Potássio (%) | 0,435 | 0,606 |
| Cálcio (%) | 0,650 | 0,837 |
| Fósforo Total (%) | 0,500 | 0,523 |
| Fósforo disponível (%) | 0,320 | 0,320 |

¹ Rologomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), nitrogênio (N), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), matéria mineral (MM) e energia bruta (EB), segundo as técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). A determinação do amido foi realizada no Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa, através do método de hidrólise ácida, o amido presente no alimento foi hidrolisado até glicose, o amido presente no alimento foi hidrolisado até glicose, sendo determinado posteriormente através de leitura em polarímetro. O valor de matéria orgânica (MO) foi determinado de forma indireta, pela diferença entre o conteúdo de matéria seca e matéria mineral.

Os coeficientes de digestibilidade de matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra bruta (CDFB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA), foram determinados através de equação descrita por Matterson (1965).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1999). O modelo estatístico utilizado para a análise dos dados foi:

$$Y_{jk} = u + F_j + T_k + (FT)_{jk} + e_{jk}; \text{ sendo:}$$

Y_{jk} = observação do alimento j na fase k;

u = média geral;

F_j = efeito da fase j

T_k = efeito do tratamento k

FT_{jk} = interação fase x tratamento

e_{jk} = erro aleatório associado a observação jk

Foram avaliados os efeitos de fase (crescimento x terminação), com o objetivo de se observar se o peso dos animais teve influência sobre a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos fornecidos. As diferenças entre as médias dos alimentos, foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, sendo comentado no texto somente algumas particularidades relevantes.

3. Resultados e Discussão

Os coeficientes de digestibilidade e seus respectivos desvios padrão, da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), e extrato etéreo (CDEE), para os alimentos de origem vegetal estão na Tabela 3, e os coeficientes de digestibilidade e seus respectivos desvios padrão, da fibra bruta (CDFB), fibra em detergente neutro (CDFDN) e fibra em detergente ácido (CDFDA), para os alimentos de origem vegetal estão Tabela 4.

Foram observadas diferenças entre as fases ($P < 0,05$) para CDMS e CDFB, sendo os valores médios observados na fase de terminação superiores aos da fase de crescimento, fenômeno também relatado por Colnago et al. (1979), que observou que o CDMS dos alimentos aumentou em função do peso quando comparados animais de 23,9 e 71,8 kg de peso vivo. Foi observada interação alimento x fase para CDFDN e CDFDA para alguns alimentos.

Não foram observadas diferenças entre as fases ($P > 0,05$), para o CDPB e CDEE. Demonstrando que os animais, embora de pesos diferentes (34,5 e 74,4 kg), apresentaram capacidade digestiva semelhante. No entanto houve na maioria dos casos tendência de aumento da digestibilidade dos nutrientes pelos animais na fase de terminação.

Tabela 3 – Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação

| Alimento\Nut. ¹ | Fase ² | CDMS (%) | CDMO (%) | CDPB (%) | CDEE (%) |
|----------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Açúcar | 1 | 93,3 | 97,9 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 96,5 | 99,5 | 0,0 | 0,0 |
| | X | 94,9 ± 3,7A | 98,7 ± 0,4A | - | - |
| Amido de milho | 1 | 91,0 | 93,1 | 0,0 | 0,0 |
| | 2 | 97,5 | 96,2 | 0,0 | 0,0 |
| | X | 94,3 ± 3,0A | 94,6 ± 1,1AB | - | - |
| Raspa integral de mandioca | 1 | 82,0 | 85,2 | 51,3 | 50,0 |
| | 2 | 84,9 | 84,0 | 64,6 | 51,1 |
| | X | 83,4 ± 6,7B | 84,6 ± 5,9C | 58,0 ± 10,9B | 50,6 ± 2,6F |
| Milho grão | 1 | 87,0 | 93,5 | 74,9 | 81,9 |
| | 2 | 94,6 | 95,3 | 77,9 | 85,8 |
| | X | 90,8 ± 6,5AB | 94,4 ± 3,0AB | 76,4 ± 9,8AB | 83,8 ± 6,1BCD |
| Sorgo | 1 | 87,0 | 89,7 | 75,9 | 71,8 |
| | 2 | 88,8 | 91,4 | 75,6 | 78,1 |
| | X | 87,9 ± 6,3AB | 90,6 ± 6,3BC | 75,7 ± 5,2AB | 75,0 ± 12,2D |
| Quirera de arroz | 1 | 94,5 | 93,5 | 90,2 | 88,7 |
| | 2 | 95,7 | 95,3 | 92,1 | 94,8 |
| | X | 95,1 ± 2,6A | 94,4 ± 5,1AB | 91,2 ± 3,6A | 91,8 ± 7,4BCD |
| Farelo de arroz | 1 | 70,0 | 76,7 | 75,7 | 87,3 |
| | 2 | 67,1 | 69,2 | 76,2 | 79,2 |
| | X | 68,5 ± 2,9C | 73,0 ± 2,6D | 76,0 ± 4,4AB | 83,3 ± 2,5BCD |
| Farelo de trigo | 1 | 66,3 | 70,8 | 81,6 | 88,4 |
| | 2 | 68,9 | 71,0 | 84,7 | 93,2 |
| | X | 67,6 ± 6,5C | 70,9 ± 4,4D | 83,2 ± 7,8A | 90,8 ± 7,9AB |

¹ CDMS – Matéria Seca, CDMO – Matéria Orgânica, CDPB – Proteína Bruta, CDEE – Extrato Etéreo

² 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 3 – Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)

| Alimento\Nutr. ¹ | Fase ² | CDMS (%) | CDMO (%) | CDPB (%) | CDEE (%) |
|-----------------------------|-------------------|--------------|--------------|--------------|---------------|
| Glúten de milho 22% | 1 | 62,7 | 64,9 | 72,2 | 92,2 |
| | 2 | 77,2 | 79,1 | 86,0 | 93,4 |
| | X | 70,0 ± 3,2C | 72,0 ± 4,9D | 79,1 ± 7,0AB | 92,8 ± 1,4AB |
| Glúten de milho 60% | 1 | 88,5 | 90,5 | 94,3 | 56,1 |
| | 2 | 88,7 | 86,9 | 95,2 | 59,8 |
| | X | 88,6 ± 1,2AB | 88,7 ± 1,7BC | 94,7 ± 1,8A | 57,9 ± 2,1E |
| Farelo de algodão 30% | 1 | 53,4 | 50,2 | 73,8 | 75,1 |
| | 2 | 58,6 | 51,6 | 71,4 | 76,0 |
| | X | 56,0 ± 3,4D | 50,9 ± 9,0E | 72,6 ± 2,7AB | 75,6 ± 3,80D |
| Farelo de algodão 40% | 1 | 47,1 | 48,0 | 83,1 | 83,7 |
| | 2 | 48,7 | 46,4 | 86,6 | 92,2 |
| | X | 47,9 ± 2,0E | 47,2 ± 1,3E | 84,8 ± 5,4A | 88,0 ± 7,8ABC |
| Farelo de soja 45% | 1 | 88,5 | 84,8 | 92,2 | 61,1 |
| | 2 | 89,6 | 87,0 | 92,8 | 63,1 |
| | X | 89,0 ± 6,5AB | 85,9 ± 4,5BC | 92,5 ± 3,2A | 62,1 ± 9,10E |
| Soja integral extrusada | 1 | 85,5 | 82,8 | 92,8 | 78,2 |
| | 2 | 81,3 | 82,0 | 87,5 | 78,3 |
| | X | 83,4 ± 5,2B | 82,4 ± 3,2C | 90,2 ± 2,3A | 78,3 ± 3,7CD |
| Soja micronizada | 1 | 88,1 | 86,8 | 95,2 | 95,2 |
| | 2 | 91,0 | 89,9 | 95,5 | 95,3 |
| | X | 89,6 ± 4,1AB | 88,3 ± 2,3BC | 95,4 ± 3,1A | 95,3 ± 2,4A |
| Média Geral | 1 | 79,0 ± 4,4b | 80,6 ± 3,5 | 72,8 ± 4,7 | 67,3 ± 4,2 |
| | 2 | 81,9 ± 4,1a | 81,7 ± 4,0 | 74,2 ± 4,2 | 69,4 ± 5,0 |
| ANOVA | | | | | |
| Fase | | P < 0,05 | ns | ns | ns |
| Tratamento | | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01s | P < 0,01 |
| Fase x Trat | | ns | ns | ns | ns |

¹ CDMS – Matéria Seca, CDMO – Matéria Orgânica, CDPB – Proteína Bruta, CDEE – Extrato Etéreo

² 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 4 – Valores de Coeficiente de Digestibilidade de Fibras de Alguns Alimentos de Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação

| Alimento\Nutriente ¹ | Fases ² | CDFB (%) | CDFDN (%) | CDFDA (%) |
|---------------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------|
| Mandioca, Raspa Int. | 1 | 62,0 | 57,8 | nd |
| | 2 | 67,3 | 54,8 | nd |
| | X | 64,6 ± 6,7 ^{AB} | 56,3 ± 2,1 ^D | - |
| Milho | 1 | 48,8 | 70,6 | 72,6 ^b |
| | 2 | 51,3 | 74,2 | 88,2 ^a |
| | X | 50,1 ± 07,2 ^C | 72,4 ± 19,1 ^C | 80,4 ± 9,7 ^B |
| Sorgo | 1 | 61,8 | 66,6 ^b | 78,7 |
| | 2 | 64,4 | 79,8 ^a | 87,8 |
| | X | 63,1 ± 9,4 ^{AB} | 73,2 ± 7,9 ^C | 83,2 ± 3,9 ^B |
| Arroz, Quirera | 1 | nd ³ | 14,5 | 95,2 |
| | 2 | nd | 14,5 | 97,6 |
| | X | - | 14,5 ± 3,3 ^F | 96,4 ± 4,9 ^A |
| Arroz, Farelo | 1 | 42,6 | 41,7 | 56,4 |
| | 2 | 53,0 | 36,2 | 53,3 |
| | X | 47,8 ± 6,9 ^C | 38,9 ± 2,9 ^E | 54,9 ± 2,8 ^C |
| Trigo, Farelo | 1 | 48,7 | 57,9 ^a | 50,4 |
| | 2 | 50,0 | 46,1 ^b | 50,3 |
| | X | 49,3 ± 3,2 ^C | 52,0 ± 4,8 ^D | 50,3 ± 7,9 ^C |

¹ CDFB – Fibra Bruta, CDFDN – Fibra em Detergente Neutro, CDFDA – Fibra em Detergente Ácido

² 1- Crescimento, 2 – Terminação

³ não detectado

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

Tabela 4 – Valores de Coeficiente de Digestibilidade de Fibras de Alguns Alimentos Origem Vegetal para Suínos em Crescimento e Terminação (Continuação)

| Alimento\Nutriente ¹ | Fases ² | CDFB (%) | CDFDN (%) | CDFDA (%) |
|---------------------------------|--------------------|---------------|---------------|---------------|
| Glúten de milho 22% | 1 | 57,1 | 57,5 | 51,6b |
| | 2 | 57,49 | 60,3 | 61,0a |
| | X | 57,3 ± 8,8B | 58,9 ± 5,4D | 56,3 ± 8,6C |
| Glúten de milho 60% | 1 | 47,1 | 80,4a | 95,2 |
| | 2 | 52,0 | 54,2b | 95,1 |
| | X | 49,5 ± 3,5C | 67,3 ± 2,7C | 95,1 ± 2,0A |
| Farelo de algodão 30% | 1 | 30,4 | 40,1 | 45,3 |
| | 2 | 32,7 | 47,5 | 50,0 |
| | X | 31,6 ± 3,2D | 43,8 ± 0,4E | 47,7 ± 6,1C |
| Farelo de algodão 40% | 1 | 20,7 | 27,7a | 15,4 |
| | 2 | 20,8 | 8,1b | 19,1 |
| | X | 20,70 ± 2,8E | 17,90 ± 2,6F | 17,30 ± 4,6D |
| Farelo de soja 45% | 1 | 69,2 | 89,8a | 87,9a |
| | 2 | 70,5 | 80,0b | 67,5b |
| | X | 69,80 ± 9,8A | 84,90 ± 4,1B | 77,70 ± 2,3B |
| Soja integral extrusada | 1 | 54,8 | 78,5b | 83,1 |
| | 2 | 68,2 | 88,0a | 86,2 |
| | X | 61,50 ± 3,8AB | 83,20 ± 2,80B | 84,60 ± 1,2B |
| Soja micronizada | 1 | 58,8 | 95,8 | 80,7 |
| | 2 | 83,3 | 98,7 | 81,6 |
| | X | 71,00 ± 3,9A | 97,20 ± 1,9A | 81,10 ± 15,2B |
| Média Geral | 1 | 40,1 ± 4,6b | 51,9 ± 3,8 | 58,0 ± 4,2 |
| | 2 | 44,7 ± 4,7a | 49,5 ± 4,2 | 59,8 ± 6,0 |
| ANOVA | | | | |
| Fase | | P < 0,01 | ns | ns |
| Tratamento | | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01 |
| Fase x Trat | | ns | P < 0,01 | P < 0,05 |

¹ CDFB – Fibra Bruta, CDFDN – Fibra em Detergente Neutro, CDFDA – Fibra em Detergente Ácido

² 1- Crescimento, 2 – Terminação

³ não detectado

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

O CDMS do milho grão e farelo de soja 45% assemelharam-se à Bertol et al. (1996). A soja integral extrusada apresentou CDMS menor que o obtido por Barbosa et al. (1996). O CDMS dos farelos de algodão 30% e 40% foram respectivamente menores do que os de Pereira et al. (2001) e Moreira et al. (2003). A raspa integral de mandioca e o milho grão apresentaram CDMS maior do que o referendado pela EMBRAPA (1987). O CDMS do farelo trigo foi maior que o encontrado por Pereira et al. (2001).

O CDMO do farelo de algodão 30%, farelo de arroz e quirera de arroz foram próximos ao obtido por Rostagno et al. (2005) e inferiores ao constatado por Sauvant et al. (2002) e a soja integral extrusada apresentou valor próximo ao de Rostagno et al. (2005) e superior a Sauvant et al. (2002). O CDMO do milho grão, glúten de milho 22%, sorgo e farelo trigo, foram acima dos citados por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002), o CDMO da fase de terminação do glúten de milho 22% foi superior ($P < 0,05$) aos obtidos na fase de crescimento. Açúcar e soja micronizada, apresentaram valores de CDMO, maiores do que os tabulados por Rostagno et al. (2005). O farelo de soja 45% apresentou valor de CDMO acima de Rostagno et al. (2005) e semelhante a Sauvant et al. (2002). O CDMO do farelo de algodão 40% e amido de milho foram abaixo do determinado por Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002). Raspa integral de mandioca e glúten de milho 60%, obtiveram valor de CDMO menor do que o referendado por Rostagno et al. (2005).

Os valores de CDMS e CDMO foram menores para os alimentos fibrosos, isso ocorreu possivelmente devido ao baixo aproveitamento da porção fibrosa que compõe estes alimentos, a digestibilidade de fibras no presente estudo ficou em torno de 60%, comprovando que as fibras não são boas fontes de nutrientes para suínos. As fibras exercem efeito depressivo sobre a digestibilidade da matéria seca e da matéria orgânica em função do aumento da taxa de passagem da digesta pelo trato digestivo.

O CDPB do farelo de algodão 40% foi semelhante ao tabulado por Rostagno et al. (2005) e menor do que o citado por Sauvant et al. (2002). Farelo de arroz, glúten de milho 60% e soja integral extrusada apresentaram valores de CDPB próximos aos obtidos por Rostagno et al. (2005), porém superiores a Sauvant et al. (2002). Quirera de arroz, raspa integral de mandioca, glúten de milho 22%, soja farelo 45% e farelo trigo, apresentaram valores de CDPB superiores aos de Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002), o farelo de trigo apresentou valor semelhante à Pereira et al. (2001). O CDPB do farelo de algodão 30% e milho grão foram menores do que os citados por Rostagno et al. (2005), Sauvant et al. (2002). O sorgo apresentou valor de CDPB inferior a Rostagno et al. (2005) e a soja micronizada menor, porém semelhante à Sauvant et al. (2002).

O CDEE do farelo de algodão 30%, farelo de arroz, sorgo e farelo trigo, foram semelhantes aos informados por Rostagno et al. (2005) e maiores que Sauvant et al. (2002). Farelo de algodão 40%, quirera de arroz, glúten de milho 22% e farelo soja 45% obtiveram valor de CDEE superiores a Rostagno et al. (2005) e Sauvant et al. (2002), já glúten de milho 60% e soja integral extrusada apresentaram valores menores. Raspa integral de mandioca e soja micronizada apresentaram valores de CDEE maiores do que os referendados por Rostagno et al. (2005) e o CDEE do milho grão foi menor do que o citado em Rostagno et al. (2005) e superior ao apresentado por Sauvant et al. (2002).

Houve efeito da fase sobre a capacidade digestiva das fibras ($P < 0,05$), CDFB médio da fase de terminação foi maior do que o da fase de crescimento, também foi observado que o CDFDN da soja integral extrusada e o CDFDA do glúten de milho 22% e milho grão da fase de terminação foram significativamente maiores do que na fase de crescimento, estando de acordo com por Baird et al. (1971), Colnago et al. (1979), Rezende et al. (1980) e Thiré (1986), que observaram o aumento da capacidade

digestiva de animais mais velhos e pesados. O aumento da capacidade digestiva na fase de terminação pode ser explicado, devido a menor taxa de passagem da digesta em animais mais velhos, isso permitiria que o alimento permanecesse por mais tempo no trato gastrointestinal, permitindo que as enzimas atuassem por mais tempo. No entanto, o CDFDN do farelo de algodão 40%, glúten de milho 60% e farelo de soja 45%, assim como o CDFDA do farelo de soja 45%, foram superiores na fase de crescimento.

A média dos coeficientes de digestibilidade de fibras foram, CDFB, 53%; CDFDN, 57% e CDFDA, 69%. De modo geral os coeficientes de digestibilidade de fibras foram semelhantes aos tabulados por Rostagno et al. (2005). Com algumas exceções.

O CDFDN do farelo de arroz e do sorgo foram menores, o CDFDN do glúten de milho 22%, CDFDA do glúten de milho 60%, CDFB do farelo de trigo e os coeficientes de digestibilidade de fibras do milho grão foram acima dos citados por Rostagno et al. (2005).

Conclusões

Verificou-se uma grande variação entre os valores dos coeficientes de digestibilidade, quando estes foram comparados com os citados em literaturas nacionais (ANFAR, 1985; Rostagno et al., 2005) e estrangeiras (Sauvant et al., 2002; NRC, 1998).

A porção fibrosa (FB, FDA e FDN) apresentou baixos valores de digestibilidade. De modo geral os alimentos com menores teores de fibra apresentaram melhores coeficientes de digestibilidade.

Referências Bibliográficas

- ANFAR, Associação dos Fabricantes de Ração. Matérias-primas para Alimentação Animal, Padrão ANFAR, 4ª edição, 66p., 1985
- AZEVEDO, D. M. S. Fatores que afetam os valores de energia metabolizável da farinha de carne e ossos para aves 1996. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.
- BAIRD, D. M., ALLISON, J. R., HEATON, E. K. 1974. The energy value and influence of citrus pulp in finishing. diets for swine. J. Anim. Sci.. Champaign, v.38, n.3. p.24-31.
- COLNAGNO, C. L., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M.. Valores energéticos e efeito da idade dos suínos sobre a digestibilidade de alguns alimentos. Rev. Soc. Bras. Zoot., vol. 8, n. 4, p. 665-678, 1979.
- LARBIER, M., LECLERCO, B. Nutrition and Feeding of Poultry. Nottingham University Press. 305 p 1994.
- MATTERSON, L.D., POTTER, L.M., STUTUZ, N.W., SINGSEN, J.P. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. Res. Reports, Univ. Conn., v. 7, p.3-11, 1965.
- PEKAS , J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. J. Anim. Sci., v. 2, n.5, p. 1303-6, 1968.
- PENZ JÚNIOR, A.M. et al. Novos conceitos de energia para aves. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE NUTRIÇÃO DE AVES, 1999, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1999, p.1-24.
- PEREIRA, L. E. J. Digestibilidade de Nutrientes de Alimentos para Suínos com Diferentes Dietas Referência Viçosa-MG: UFV, 68p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- PEREIRA, L. E. J., FERREIRA, A. S., SILVA, F. C. O., DONZELE, J. L., FONTES, D. O., LIMA, K. R. S. Digestibilidade de Nutrientes de Alimentos Energéticos e Fibrosos para Suínos Utilizando Diferentes Dietas-referência. In: XXXVIII Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Lavras – MG, Anais..., CD-ROM, 2001
- REZENDE,, C., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M. A., Silva, D. J., MELLO, H. U. 1980. Balanço energético e protéico de cinco alimentos com suínos de diferentes idades. Rev. Soc. Bras. Zoot., v.9, n.4, p.621-629.
- SAUVANT, D., PEREZ, J., TRAN, G. Tablas de Composición y Valor Nutritivo de las Materias Primas Destinadas a los Animales de Interés Ganadero. INRA, Ediciones Mundi-Prensa, 2002.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- THÍRE, M. C. Valores Energéticos e Digestibilidade Ileal e Total de Aminoácidos em Alimentos Brasileiros, Para Suínos, Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 1986.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) Viçosa-MG, 1999. (versão 8.0).

Capítulo 4

Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem

Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

Resumo – O experimento foi realizado com o objetivo de determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB) e extrato etéreo (CDEE) de alguns alimentos de origem animal e gorduras: farinha de carne e ossos 38% e 41% (20%), farinha de peixe, farinha de penas, farinha de vísceras de aves, óleo de soja e sebo bovino. Foram utilizados 42 suínos machos castrados, sendo utilizados 21 animais em cada fase. Foram utilizados respectivamente nas fases de crescimento e terminação, suínos com peso médio inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg e $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 7 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental. Foi adotado o método de substituição com coleta total de fezes e urina para o ensaio metabólico. Observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) para o CDMO, sendo a média da fase de terminação $79,3 \pm 9,2$ superior ao da fase de crescimento $71,2 \pm 3,8$. Não foram observadas diferenças entre as fases ($P > 0,05$), para o CDMS, CDPB e CDEE. Demonstrando que os animais, embora de pesos diferentes (34,5 e 74,4 kg), apresentaram capacidade digestiva semelhante. No entanto houve na maioria dos casos tendência para um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais da fase de terminação comparados aos animais da fase de crescimento.

Chapter 4

Digestible Coefficients of Some Nutrients for Animal Origin Feedstuff, Oil and Tallow to Swine in Growing and Finishing Phases

Abstract – The experiment was realized with the objective of determining the digestibility coefficients of dry matter (DMDC), organic matter (OMDC) and ether extract (EEDC) of animal origin feedstuff, soybean oil and beef tallow: meat and bone meal 38% and 41%, fish meal, hidrolized feathers meal, poultry by product, soybean meal and beef tallow. 42 castrated male swine were used, 21 animals in each phase. In the growing phase swine avarage initial weight was $34,51 \pm 5,6$ kg, and in the finishing phase avarage initial weight was $72,44 \pm 8,33$ kg, distributed in an entirely random experiment delineament, in a factorial arrangement 2 x 15 (phases x treatments), with three repetitions per treatment and one animal as experimental unit. The substitution method was adopted with total collection of feces and urine for the metabolic assay. It was observed significant differentiates ($P < 0,05$) for MODC, being the mean value of the finishing phase ($79,3 \pm 9,2$) superior to the of the growing phase ($71,2 \pm 3,8$). differences were not observed among the phases ($P > 0,05$), for DMDC, CPDC and EEDC. Demonstrating that the animals, although of different weights (34,5 and 74,4 kg), presents similar digestive capacity. However there was in most of the cases tendency for a better use of the nutrients for the animals of the finishing phase compared to the animals of the growing phase.

Capítulo 4

Coeficientes de Digestibilidade de Alguns Nutrientes de Alimentos de Origem Animal, Óleo e Sebo para Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação

1. Introdução

Na alimentação dos animais são utilizados diversos ingredientes, os quais combinados constituem as rações que irão satisfazer suas necessidades nutricionais para crescimento, manutenção, e produção. Ao nutricionista é de grande importância o conhecimento da digestibilidade dos nutrientes dos alimentos, como um indicador do seu valor nutricional para o animal, uma vez que nem todos os nutrientes determinados pelas análises químicas são biologicamente disponíveis para os suínos (Thíre, 1986).

Várias pesquisas têm sido conduzidas com o objetivo de testar alimentos que possam substituir o milho e a soja na alimentação animal. As fontes protéicas, embora utilizadas em menor quantidade que as fontes energéticas, representam uma expressiva proporção dos custos das rações. Os subprodutos de abatedouros aparecem como uma alternativa na formulação de rações para suínos.

Os subprodutos de origem animal, principalmente os resíduos de graxarias e de abatedouros, pela dificuldade de padronização, apresentam uma grande variação, sendo necessário estabelecer a composição química de cada lote ou a composição média dos lotes (Albino & Silva, 1996). Segundo Fialho et al. (1982) e Batisti et al. (1983), essa

variação estaria associada a diferentes tipos de processamento, à origem da matéria-prima e à falta de controle no processamento. Porém, a composição química dos alimentos, obtida por meio de análises laboratoriais, apesar de fornecer subsídios preciosos para a nutrição, descreve apenas o valor potencial dos alimentos, sendo necessário, ainda, o conhecimento da digestibilidade, que expressa a porção dos nutrientes que são absorvidos pelo animal (Neves, 1993).

Os suínos podem utilizar eficientemente grandes quantidades de gorduras suplementadas em suas dietas (Pettigrew e Moser, 1991). A contribuição primária das gorduras para os suínos é servirem como fonte concentrada de energia, sendo a resposta do animal a sua adição bastante dependente do nível consumido, da digestibilidade da fonte de gordura utilizada e da eficiência de utilização da gordura para manutenção corporal e crescimento dos tecidos.

Tem sido mostrado que quando se aumenta a concentração energética das rações, o consumo diminui sem causar efeitos negativos no ganho de peso resultando assim em melhora na eficiência alimentar. Portanto a adição de fontes lipídicas sebo de bovino, toucinho, óleos de milho, soja, canola dentre outros, na ração de suínos pode aumentar a eficiência de desempenho desses animais (Fraley et al., 1988), melhorando a digestibilidade de nutrientes (Li et al., 1994).

Óleos vegetais, como o óleo de soja são altamente digestíveis e apresentam coeficientes de digestibilidade melhores em relação a outras fontes de gordura cujos ácidos graxos apresentam maior grau de saturação (Fernandez et al, 1994). As gorduras animais contem um alto nível de ácidos graxos saturados e menores níveis de ácidos graxos insaturados que são digeridos mais facilmente, ou seja as gorduras animais são menos digestíveis que os óleos vegetais.

Dessa forma, a utilização racional dos alimentos, e seus subprodutos, na alimentação de suínos dependem basicamente dos conhecimentos obtidos pela análise proximal, dos valores de digestibilidade, da disponibilidade dos nutrientes e do desempenho dos animais (Ferreira et al., 1997). Dentro deste contexto, os ensaios de metabolismo têm propiciado resultados de digestibilidade dos nutrientes e valores energéticos dos alimentos.

O presente trabalho tem como objetivo, determinar os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), de alguns alimentos de origem animal e de gorduras para suínos em crescimento e terminação.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de setembro de 2003 a novembro de 2003.

Foram utilizados 42 suínos, machos castrados, provenientes de uma granja comercial com bom status sanitário, divididos em duas fases, sendo utilizados 21 animais em cada fase. Na fase de crescimento foram utilizados suínos com peso inicial de $34,51 \pm 5,6$ kg, e na fase de terminação com peso inicial de $72,44 \pm 8,33$ kg, distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 7 (fases x tratamentos), com três repetições por tratamento e um animal por unidade experimental.

Os animais foram alojados, individualmente, em gaiolas de metabolismo, semelhantes às descritas por Pekas (1968), localizadas em prédio de alvenaria com piso de concreto, ripado nas laterais e coberto com telhas francesas.

Foi adotado o método de substituição para o ensaio metabólico. Foram formuladas quatro dietas referência (Tabelas 1 e 2), duas para fase de crescimento (14 e 18% de PB) e duas para fase de terminação (12 e 16% de PB) respectivamente para alimentos de origem animal e gorduras, as quais foram parcialmente substituída pelos alimentos teste, na proporção de 8 a 20%.

Tabela 1 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Crescimento

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 14% de PB | 18% de PB |
| Milho | 65,752 | 68,863 |
| Farelo de soja (45%) | 14,312 | 26,567 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 1,151 | 1,151 |
| L-lisina HCl | 0,389 | - |
| L-triptofano | 0,025 | - |
| DL-metionina | 0,102 | - |
| DL-treonina | 0,101 | - |
| Calcário | 1,174 | 1,318 |
| Fosfato bicálcico | 1,442 | 1,565 |
| Sal | 0,347 | 0,331 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 14,00 | 18,00 |
| Gordura (%) | 4,035 | 3,889 |
| Fibra Bruta (%) | 2,464 | 2,916 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,811 | 0,911 |
| Metionina Digestível (%) | 0,330 | 0,268 |
| Met + Cis Total (%) | 0,576 | 0,592 |
| Treonina Digestível (%) | 0,621 | 0,581 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,171 | 0,187 |
| Sódio (%) | 0,170 | 0,170 |
| Potássio (%) | 0,509 | 0,695 |
| Cálcio (%) | 0,880 | 0,880 |
| Fósforo Total (%) | 0,550 | 0,612 |
| Fósforo disponível (%) | 0,360 | 0,369 |

¹ Roligomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

Tabela 2 – Composição Centesimal das Dietas Referência Utilizadas na Fase de Terminação

| Ingrediente | Ração Referência | |
|---------------------------------|------------------|----------------|
| | 12% de PB | 16% de PB |
| Milho | 72,243 | 75,693 |
| Farelo de soja (45%) | 9,277 | 20,580 |
| Sorgo | 15,00 | - |
| Óleo de soja | 0,670 | 0,670 |
| L-lisina HCl | 0,228 | 0,107 |
| L-triptofano | 0,014 | - |
| DL-metionina | 0,021 | 0,049 |
| DL-treonina | 0,030 | 0,013 |
| Calcário | 0,737 | 1,181 |
| Fosfato bicálcico | 1,249 | 1,191 |
| Sal | 0,326 | 0,311 |
| Mistura mineral ¹ | 0,065 | 0,065 |
| Mistura vitamínica ² | 0,130 | 0,130 |
| BHT | 0,010 | 0,010 |
| Total | 100,000 | 100,000 |
| Composição Calculada | | |
| Proteína Bruta (%) | 12,00 | 16,00 |
| Gordura (%) | 3,714 | 3,566 |
| Fibra Bruta (%) | 2,292 | 2,694 |
| ED (Mcal/kg) | 3,400 | 3,400 |
| Lisina Digestível (%) | 0,576 | 0,740 |
| Metionina Digestível (%) | 0,211 | 0,290 |
| Met + Cis Total (%) | 0,455 | 0,590 |
| Treonina Digestível (%) | 0,399 | 0,520 |
| Triptofano Digestível (%) | 0,114 | 0,160 |
| Sódio (%) | 0,160 | 0,160 |
| Potássio (%) | 0,435 | 0,606 |
| Cálcio (%) | 0,650 | 0,837 |
| Fósforo Total (%) | 0,500 | 0,523 |
| Fósforo disponível (%) | 0,320 | 0,320 |

¹ Rologomix (ROCHE) – Suínos: Ferro, 90 g; Cobre, 10 g; Cobalto, 2 g; Manganês, 40 g; Zinco, 70 g; Iodo, 2 g;

² Rovimix (ROCHE) – Suínos: Vitamina A, 9.000 UI; Vitamina D3, 900.000 UI; Vitamina E, 10.000 UI; Vitamina B1, 2 g; Vitamina B2, 5 g; Vitamina B6, 5 g; Ácido Pantotênico, 25 g; Vitamina K3, 4 g; Vitamina B12, 40 mg; Ácido Nicotínico, 40 g; Antioxidante, 30 g; Selenito de Sódio, 50 mg.

O Os alimentos avaliados substituíram as dietas referência em proporções variadas e as respectivas percentagens de inclusão foram: farinha de carne e ossos 38% (20%), farinha de carne e ossos 41% (20%), farinha de peixe (20%), farinha de penas (20%), farinha de vísceras de aves (20%), óleo de soja (8%), sebo bovino (8%).

Adotou-se o critério de coleta total, sem uso de marcador, em que as fezes excretadas em um período de 24 horas foram pesadas e homogeneizadas. Uma amostra de 20% do total excretado por cada animal foi retirada, acondicionada em saco plástico, identificada e armazenada em freezer a -10°C. Após o período de coleta, as amostras de fezes de cada animal foram descongeladas em temperatura ambiente durante aproximadamente 12 horas, novamente homogeneizadas, retirando-se, em seguida, uma nova amostra foi colocada em prato de alumínio, pesada em balança analítica e, em seguida, colocada em estufa de ventilação forçada a 60°C, por um período de 72 horas. Depois de retiradas da estufa, e atingido o equilíbrio com a temperatura ambiente, as amostras foram pesadas, moídas e acondicionadas em frascos de vidro com tampa, para a posterior realização das análises laboratoriais.

As análises bromatológicas dos alimentos foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, sendo determinados os valores de matéria seca (MS), nitrogênio (N) e extrato etéreo (EE), segundo as técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). O valor de matéria orgânica (MO) foi determinado de forma indireta, pela diferença entre o conteúdo de matéria seca e matéria mineral.

Os coeficientes de digestibilidade de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), foram determinados através de equação descrita por Matterson (1965).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, por intermédio do Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (Universidade Federal de Viçosa, 1999). O modelo estatístico utilizado para a análise dos dados foi:

$$Y_{jk} = u + F_j + T_k + (FT)_{jk} + e_{jk}$$

sendo:

Y_{jk} = observação do alimento j na fase k;

u = média geral;

F_j = efeito da fase j

T_k = efeito do tratamento k

$(FT)_{jk}$ = interação fase x tratamento

e_{jk} = erro aleatório associado a observação jk

Foram avaliados os efeitos de fase (crescimento x terminação), com o objetivo de se observar se o peso dos animais teve influência sobre a digestibilidade dos nutrientes dos alimentos fornecidos. As diferenças entre as médias dos alimentos, foram comparadas pelo teste de Student-Newman-Keuls, sendo comentado no texto somente algumas particularidades relevantes.

3. Resultados e Discussão

Os coeficientes de digestibilidade e seus respectivos desvios padrão, da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), e extrato etéreo (CDEE), estão na Tabela 3.

Foram observadas diferenças entre as fases ($P < 0,05$) para CDMO, sendo os valores médios observados na fase de terminação superiores aos da fase de crescimento.

Não foram observadas diferenças entre as fases ($P > 0,05$), para o CDMS, CDPB e CDEE. Demonstrando que os animais, embora de pesos diferentes (34,5 e 74,4 kg), apresentaram capacidade digestiva semelhante. No entanto houve na maioria dos casos tendência para um melhor aproveitamento dos nutrientes pelos animais da fase de terminação comparados aos animais da fase de crescimento.

Estes resultados diferem em parte, dos obtidos por Fialho et al. (1979) e de Battisti (1983), mas assemelham-se aos encontrados por Saben et al. (1971), Baird et al. (1971), Colnago et al. (1979), Rezende et al. (1980) e Thiré (1986).

Tabela 3 – Coeficientes de Digestibilidade de MS, PB, G e MO de Alguns Alimentos de Origem Animal, Óleo de Soja e Sebo Bovino para suínos em crescimento e Terminação

| Alimento\Nutr. ¹ | Fase ² | CDMS (%) | CDMO (%) | CDPB (%) | CDEE (%) |
|---------------------------------|-------------------|------------------|--------------|--------------|--------------|
| Farinha de carne e ossos 38% | 1 | 35,7 | 38,2 | 75,1 | 96,7 |
| | 2 | 37,5 | 43,9 | 78,2 | 96,8 |
| | X | 36,6 ± 1,3C | 41,0 ± 5,4C | 76,6 ± 4,6D | 96,7 ± 3,8A |
| Farinha de carne e ossos 41% | 1 | 45,7 | 41,7 | 80,1 | 99,3 |
| | 2 | 49,5 | 58,5 | 81,3 | 97,4 |
| | X | 47,6 ± 7,9C | 50,1 ± 5,2BC | 80,7 ± 2,6CD | 98,4 ± 1,6A |
| Farinha de peixe | 1 | 50,8 | 42,7 | 80,3 | 74,4 |
| | 2 | 61,0 | 73,8 | 84,5 | 97,8 |
| | X | 55,9 ± 4,6BC | 58,3 ± 3,0B | 82,4 ± 4,4BC | 86,1 ± 1,5AB |
| Farinha de penas | 1 | 87,0 | 81,2 | 86,7 | 72,2 |
| | 2 | 92,9 | 87,2 | 87,6 | 74,6 |
| | X | 90,0 ± 6,5A | 84,2 ± 4,1A | 87,1 ± 6,0AB | 73,4 ± 10,5B |
| Farinha de vísceras de aves | 1 | 70,2 | 79,9 | 88,9 | 98,1 |
| | 2 | 75,0 | 79,0 | 90,2 | 98,4 |
| | X | 72,6 ± 5,4AB | 79,5 ± 6,2A | 89,6 ± 0,4A | 98,2 ± 2,4A |
| Óleo de soja | 1 | 79,6 | 94,6 | 0,0 | 88,3 |
| | 2 | 82,5 | 91,4 | 0,0 | 93,0 |
| | X | 81,0 ± 1,7A | 93,0 ± 7,60A | - | 90,7 ± 3,1AB |
| Sebo bovino | 1 | 65,7 | 76,7 | 0,0 | 89,4 |
| | 2 | 81,2 | 89,0 | 0,0 | 89,8 |
| | X | 73,4 ± 14,8AB | 82,9 ± 8,7A | - | 89,6 ± 5,2AB |
| Média Geral | 1 | 65,3 ± 6,3 | 71,2 ± 3,8b | 82,2 ± 3,3 | 88,5 ± 3,5 |
| | 2 | 72,5 ± 7,1 | 79,3 ± 9,2a | 84,4 ± 3,9 | 92,2 ± 4,6 |
| ANOVA | | | | | |
| Fase | | ns | P < 0,05 | ns | ns |
| Tratamento | | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01 | P < 0,01 |
| Fase x Trat | | ns | ns | ns | ns |

¹ CDMS – Matéria Seca, CDMO – Matéria Orgânica, CDPB – Proteína Bruta, CDEE – Extrato Etéreo

² 1 – Crescimento, 2 – Terminação, X – médias

Valores na mesma coluna seguidos de letras diferentes diferem (P < 0,05) estatisticamente pelo teste de Student Newman-Keuls

O CDMS de farinha de penas, farinha de vísceras de aves, óleo de soja e sebo bovino foi superior aos das farinhas de carne e ossos e farinha de peixe. O CDMS do óleo de soja foi maior do que o observado para o sebo bovino, o que está de acordo com Fernandez et al. (1994), que relatou que os óleos vegetais apresentavam maior digestibilidade do que as gorduras animais.

Farinha de penas, óleo de soja e sebo bovino apresentaram CDMO acima do observado por Rostagno et al. (2005), as farinhas de carne e ossos, peixe e vísceras de aves, apresentaram valores inferiores. O CDMO médio da fase de terminação foi ($P < 0,05$) superior ao obtido na fase de crescimento, resultado similar ao obtido por Fialho (1979) e Colnago (1979).

Pode-se observar que o CDMS e CDMO, foram inferiores para as farinhas de carne e ossos, peixe e vísceras de aves quando comparados aos demais alimentos, possivelmente devido ao alto teor de matéria mineral presente nestes alimentos.

O CDPB da farinha carne e ossos 38% foi próximo ao observado por Rostagno et al. (2005). Farinha de penas e farinha de vísceras de aves apresentaram valores de CDPB superiores a Rostagno et al. (2005). Farinha carne e ossos 41% e peixe apresentaram valores inferiores a Rostagno et al., porém a farinha de peixe apresentou valor semelhante à Sauvant et al. (2002).

Farinha carne e ossos 38%, carne e ossos 41%, farinha de penas, farinha de vísceras de aves e sebo bovino obtiveram valores de CDEE maiores do que os observados por Rostagno et al. (2005), o CDEE das farinhas de carne e ossos foram em média 2,7 vezes maiores do que os encontrados na literatura. A farinha de peixe apresentou valor superior a Rostagno et al. (2005) e semelhante ao citado por Sauvant et al. (2002). O CDEE do óleo de soja foi próximo ao obtido por Rostagno et al. (2005). Essa variação pode ser explicada devido aos diferentes tipos de processamento a que

estes alimentos foram submetidos, os quais podem influenciar na composição de ácidos graxos destes alimentos, e como foi observado por Fernandez et al. (1994), a proporção de ácidos graxos saturados e insaturados e o tamanho das cadeias, influenciam a capacidade dos animais em digerirem as diferentes fontes de gordura presentes em sua dieta.

Conclusões

Verificou-se uma grande variação entre os valores dos coeficientes de digestibilidade, quando estes foram comparados com os citados em literaturas nacionais (ANFAR, 1985; Rostagno et al., 2005) e estrangeiras (Sauvant et al., 2002; NRC, 1998).

A variação nos resultados obtidos foram maiores para os alimentos de origem animal, do que para as gorduras, isso ocorreu possivelmente devido a falta de padronização no processamento neste tipo de alimento, fato também observado por Pozza (2001) que ao testar diversos alimentos de origem animal constatou uma grande variação em seu valor biológico.

Referências Bibliográficas

- ANFAR, Associação dos Fabricantes de Ração. Matérias-primas para Alimentação Animal, Padrão ANFAR, 4ª edição, 66p., 1985
- ALBINO, L. F. T., SILVA, M. A.. Valores nutritivos de alimentos para aves e suínos determinados no Brasil. In: Simpósio internacional sobre exigências nutricionais de aves e suínos. Viçosa, 1996. Anais... Viçosa: UFV, 1996, p. 303-318.
- BAIRD, D. M., ALLISON, J. R., HEATON, E. K. 1974. The energy value and influence of citrus pulp in finishing. diets for swine. J. Anim. Sci.. Champaign, v.38, n.3. p.24-31.
- BATTISTI, J. A. Composição Química e Valores de Energéticos de Alguns Alimentos para Suínos com Diferentes Idades. Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 42p., 1983.
- BATTISTI, J. A. Composição Química e Valores de Energéticos de Alguns Alimentos para Suínos com Diferentes Idades. Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 42p., 1983.
- COLNAGNO, C. L., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M. Valores energéticos e efeito da idade dos suínos sobre a digestibilidade de alguns alimentos. Rev. Soc. Bras. Zoot., vol. 8, n. 4, p. 665-678, 1979
- FERNADEZ, C., COBOS, A., FRAGA, M. J. the effect of fat inclusion on diet digestibility in growing rabbits. J. Anim. Sci., 72:1508-1515, 1994.
- FERREIRA, E. R. A., FIALHO, E. T., TEIXEIRA, A. S. et al. 1997. Avaliação da composição química e determinação de valores energéticos e equação de predição de alguns alimentos para suíno R. Soc. Bras. Zoot., v.26, n.3, p. 514-523.
- FIALHO, E. T., BELLAVER, C., GOMES, P. C., ALBINO, L. F. T. Composição Química e Valores de Digestibilidade de Alimentos, para Suínos de Pesos Diferentes. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 262-280, 1982.
- FIALHO, E. T.; ROSTAGNO, H. S.; FONSECA, J. B. Efeito do peso vivo sobre o balanço energético e protéico de rações a base de milho e sorgo com diferentes conteúdos de tanino para suínos. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 8, n. 3, p. 396-397, 1979.
- FRALEY, J. R. et al., 1988. Na evaluation of dry-fat production as a source of supplemental energy in pig diets. J. Anim. Sci., 66(7):1697-1702, 1988.
- LI, S; SAUER, C. The effect of dietary fat content on amino acid digestibility in young pigs. J. Anim. Sci., 72:1737-1743, 1994.
- MATTERSON, L.D.; POTTER, L.M.; STUTZ, M.W. e SINGSEN, E.P. Research Report, Storrs, Connecticut, the University of Connecticut. Agricultural Experiment Station, 1965. 11p.
- NEVES, A. C. E. 1993. Estudo da Composição Química, da Digestibilidade, da Atividade e dos Valores Energéticos de Alguns Alimentos para Suínos em Duas Fases. Viçosa, UFV. Dissertação de Mestrado, 63p.
- PEKAS, J. C. Versatile swine laboratory apparatus for physiologic and metabolic studies. J. Anim. Sci., v. 2, n.5, p. 1303-6, 1968.

- PETTIGREW, J. E. & MOSER, R. L. 1991. Fat in swine nutrition. In: MILLER, E.R., ULLREY, D.E., LEWIS, A.J. Swine nutrition. Butterworth-Heinemann, 1991. p.133-145.
- POZZA, P. C. Valor Energético e Digestibilidade Ileal de Aminoácidos de Farinha de Carne e Ossos e de Farinha de Vísceras para Suínos. Viçosa-MG: UFV, 79p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- REZENDE,, C., ROSTAGNO, H. S., COSTA, P. M. A., Silva, D. J., MELLO, H. U. 1980. Balanço energético e protéico de cinco alimentos com suínos de diferentes idades. Rev. Soc. Bras. Zoot., v.9, n.4, p.621-629.
- ROSTAGNO, H.S., ALBINO, L.F.T, DONZELE, J.L., GOMES, P.C., FERREIRA, A.S., OLIVEIRA, R.F.M., LOPES, D.C. Tabelas brasileiras para aves e suínos; composição de alimentos e exigências nutricionais. 2. ed. Editora UFV, Viçosa, 2005. 186p.
- SABEN, H. S., BOWLAND, J. P., HARDIN, R. T. Digestible and Metabolizable Energy Values for Rapeseed Meals and for Soybean Meals Fed for Growing Pigs. Can. J. Anim. Sci., 51(2): p 419-425. 1971.
- SAUVANT, D., PEREZ, J., TRAN, G. Tablas de Composición y Valor Nutritivo de las Materias Primas Destinadas a los Animales de Interés Ganadero. INRA, Ediciones Mundi-Prensa, 2002.
- SILVA, D.J. QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos). Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002. 235p.
- THÍRE, M. C. Valores Energéticos e Digestibilidade Ileal e Total de Aminoácidos em Alimentos Brasileiros, Para Suínos, Viçosa, UFV, Tese de Mestrado, 1986.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas) Viçosa-MG, 1997. (versão 7.0).

Apêndice A

Equações para calcular os valores de energia metabolizável

Equações propostas por MATTERSON et al. (1965) para cálculo dos valores de energia metabolizável (EM), energia metabolizável corrigida (EM_n).

As equações utilizadas no cálculo da EMA e EMA_n das rações-teste e dos alimentos foram:

$$EM_{RT} = \frac{EBing. - EBexc.}{MSing.}$$

$$EM_{ALIM} = EM_{RR} + \frac{EM_{RT} - EM_{RR}}{g/g \text{ substituição}}$$

$$EM_{cRT} = \frac{EBing. - EBexc. - 5,45 * BN}{MSing.}$$

$$EM_{cALIM} = EM_{cRR} + \frac{EM_{cRT} - EM_{cRR}}{g/g \text{ substituição}}$$

em que:

EM_{RT} = energia metabolizável aparente da ração-teste;

EM_{ALIM} = energia metabolizável aparente do alimento;

EM_{RR} = energia metabolizável aparente da ração-referência;

EM_c = energia metabolizável aparente corrigida;

EBing. = energia bruta ingerida;

EBexc. = energia bruta excretada;

MSing = matéria seca ingerida; e

BN = balanço de nitrogênio.

Apêndice B

Determinação do Amido por Hidrolise Ácida

Material

Tubo de centrífuga de fundo arredondado e com bordas, centrífuga, 2 cilindros de 25 ml, cilindro de 100 ml, pipeta de 2 ml, frasco Erlenmeyer de 250 ml, cilindro de 10 ml, balão volumétrico de 100 ml, papel de filtro Whatman n° 42 ou 44, polarímetro.

Reagentes:

Éter

Álcool a 65% (D = 0,88)

Solução de cloreto de cálcio: Cloreto de cálcio $\text{CaCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ a 33% (ajuste a densidade a 1,30, a 20°C. Adicione, às gotas, solução de hidróxido de sódio 0,1 N até coloração rósea) + Ácido acético a 0,8%

Procedimento - Pese 2 g da amostra em um tubo de centrífuga. Lave com 2 porções de 10 ml de éter para remover a gordura. Adicione 10 ml de álcool a 65%. Agite cuidadosamente com uma vareta de vidro. Reserve a vareta para uso posterior. Centrifugue. Decante. Repita a operação por mais 5 vezes, com porções de 10 ml de álcool a 65%, agitando em cada ocasião com a mesma vareta. Adicione ao resíduo 10 ml de água. Agite. Transfira para um frasco Erlenmeyer de 250 ml, com o auxílio de 60 ml da solução de cloreto de cálcio, à qual foram adicionados 2 ml de ácido acético a 0,8%. Aqueça, rapidamente, a ebulição, agitando frequentemente com a vareta de vidro. Mantenha em ebulição por 15 minutos. Evite carbonização ou formação de espuma. Desloque, com auxílio da vareta, as partículas aderentes às paredes do frasco. Esfrie, rapidamente, em água corrente. Transfira a solução para um balão volumétrico de 100 ml, lavando, cuidadosamente, o frasco Erlenmeyer com solução de cloreto de cálcio.

Adicione, se necessário, uma gota de álcool para desfazer a espuma. Complete o volume com solução de cloreto de cálcio. Filtre 10 ml da solução em papel de filtro Whatman nº 42 ou 44, umedecendo-o completamente. Escoe o filtro e despreze o filtrado. Continue a filtração e receba 50 ml de filtrado em frasco seco. Neste filtrado determine o amido por polarimetria, usando um tubo de 1 dm, e faça 5 leituras de desvio polarimétrico.

Cálculo

$$\frac{A \times 10.000}{200 \times L \times P} = \text{amido por cento p/p}$$

A = valor médio de 5 leituras do desvio polarimétrico

200 = rotação específica para o amido

L = comprimento em dm do tubo do polarímetro

P = nº de g da amostra usado na determinação

Apêndice C

Capítulo 1

Quadro 1 – Análise de Variância da ED para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 0,4876695E+08 | | 24,19 | 0,0000 |
| Total de Redução | 29 | 0,4492384E+08 | 1549098 | 48,64 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 0,4361915E+08 | 3115653 | 4,38 | 0,0405 |
| Fase | 1 | 280817 | 280817 | 1,14 | 0,3428 |
| Alimento x Fase | 14 | 1023880 | 73134 | | |
| Resíduo | 60 | 3843104 | 64052 | | |

Coeficiente de Variação = 7,1126

Quadro 2 – Análise de Variância da EM para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 0,4543599E+08 | | | |
| Total de Redução | 29 | 0,4144863E+08 | 1429263 | 21,51 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 0,4022790E+08 | 2873422 | 43,24 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 441702 | 441702,0 | 6,65 | 0,0124 |
| Alimento x Fase | 14 | 779023 | 55645 | 0,84 | ***** |
| Resíduo | 60 | 3987367 | 66456 | | |

Coeficiente de Variação = 7,5385

Quadro 3 – Análise de Variância da EMc para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 0,4220249E+08 | | | |
| Total de Redução | 29 | 0,3724513E+08 | 1284315 | 15,54 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 0,3610643E+08 | 2579030 | 31,21 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 37758 | 37758 | 0,46 | ***** |
| Alimento x Fase | 14 | 1100948 | 78639 | 0,95 | ***** |
| Resíduo | 60 | 4957360 | 82623 | | |

Coeficiente de Variação = 8,8435

Quadro 4 – Análise de Variância da CED para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 16904 | | | |
| Total de Redução | 29 | 14767 | 509 | 14,29 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 14021 | 1002 | 28,11 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 173 | 173 | 4,84 | 0,0317 |
| Alimento x Fase | 14 | 573 | 41 | 1,15 | 0,3366 |
| Resíduo | 60 | 2137 | 36 | | |

Coeficiente de Variação = 7,1550

Quadro 5 – Análise de Variância da CEM para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 14553 | | | |
| Total de Redução | 29 | 13854 | 502 | 13,80 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 265 | 990 | 27,20 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 435 | 265 | 7,27 | 0,0091 |
| Alimento x Fase | 14 | 2183 | 31 | 0,85 | ***** |
| Resíduo | 60 | | 36 | | |

Coeficiente de Variação = 7,5189

Quadro 6 – Análise de Variância da CEMc para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 17102 | | | |
| Total de Redução | 29 | 14440 | 498 | 11,22 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 13827 | 988 | 22,26 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 37 | 37 | 0,84 | ***** |
| Alimento x Fase | 14 | 576 | 41 | 0,93 | ***** |
| Resíduo | 60 | 2662 | 44 | | |

Coeficiente de Variação = 8,7272

Capítulo 2

Quadro 7 – Análise de Variância da ED para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 0,3186478E+09 | | | |
| Total de Redução | 13 | 0,2993687E+09 | 0,2302836E+08 | 33,45 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 0,2990695E+09 | 0,4984492E+08 | 72,39 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 203114 | 203114 | 0,29 | ***** |
| Alimento x Fase | 6 | 96060 | 16010 | 0,02 | ***** |
| Resíduo | 28 | 0,1927910E+08 | 688539 | | |

Coeficiente de Variação = 17,716

Quadro 8 – Análise de Variância da EM para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 0,2988818E+09 | | | |
| Total de Redução | 13 | 0,2856567E+09 | 0,2197360E+08 | 46,52 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 0,2846557E+09 | 0,4744261E+08 | 100,45 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 604102 | 604102 | 1,28 | 0,2677 |
| Alimento x Fase | 6 | 396976 | 66162 | 0,14 | ***** |
| Resíduo | 28 | 0,1322503E+08 | 472322 | | |

Coeficiente de Variação = 15,224

Quadro 9 – Análise de Variância da EMc para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 0,3287884E+09 | | | |
| Total de Redução | 13 | 0,3106616E+09 | 0,2389704E+08 | 36,91 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 0,3094964E+09 | 0,5158274E+08 | 79,68 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 277966 | 277966 | 0,43 | ***** |
| Alimento x Fase | 6 | 887183 | 147864 | 0,23 | ***** |
| Resíduo | 28 | 0,1812683E+08 | 647387 | | |

Coeficiente de Variação =

Quadro 10 – Análise de Variância da CED para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 11002 | | | |
| Total de Redução | 13 | 7920 | 609 | 5,53 | 0,0001 |
| Alimento | 6 | 7730 | 1288 | 11,70 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 114 | 114 | 1,03 | 0,3182 |
| Alimento x Fase | 6 | 76 | 13 | 0,11 | ***** |
| Resíduo | 28 | 3082 | 110 | | |

Coeficiente de Variação = 13,484

Quadro 11 – Análise de Variância da CEM para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 10721 | | | |
| Total de Redução | 13 | 8542 | 657 | 8,45 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 8230 | 1372 | 17,63 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 212 | 212 | 2,73 | 0,1097 |
| Alimento x Fase | 6 | 99 | 17 | 0,21 | ***** |
| Resíduo | 28 | 2178 | 78 | | |

Coeficiente de Variação = 11,791

Quadro 12 – Análise de Variância da CEMc para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 19407 | | | |
| Total de Redução | 13 | 15132 | 1164 | 7,62 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 14805 | 2468 | 16,16 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 70 | 70 | 0,46 | ***** |
| Alimento x Fase | 6 | 257 | 43 | 0,28 | ***** |
| Resíduo | 28 | 4275 | 153 | | |

Coeficiente de Variação = 18,426

Capítulo 3

Quadro 13 – Análise de Variância do CDMS para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 20904 | | | |
| Total de Redução | 29 | 19155 | 661 | 22,66 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 18551 | 1325 | 45,45 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 195 | 195 | 6,67 | 0,0122 |
| Alimento x Fase | 14 | 410 | 29 | 1,00 | 0,4610 |
| Resíduo | 60 | 1749 | 29 | | |

Coeficiente de Variação = 6,7104

Quadro 14 – Análise de Variância do CDMO para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 22375 | | | |
| Total de Redução | 29 | 20884 | 720 | 29,00 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 20411 | 1458 | 58,71 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 27 | 27 | 1,08 | 0,3029 |
| Alimento x Fase | 14 | 446 | 32 | 1,28 | 0,2456 |
| Resíduo | 60 | 1490 | 25 | | |

Coeficiente de Variação = 6,1446

Quadro 15 – Análise de Variância do CDPB para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 89353 | | | |
| Total de Redução | 29 | 79420 | 2739 | 16,54 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 78764 | 5626 | 33,98 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 108 | 108 | 0,65 | ***** |
| Alimento x Fase | 14 | 548 | 39 | 0,24 | ***** |
| Resíduo | 60 | 9933 | 166 | | |

Coeficiente de Variação = 18,043

Quadro 16 – Análise de Variância do CDEE para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 80410 | | | |
| Total de Redução | 29 | 78135 | 2694 | 71,05 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 77692 | 5549 | 146,34 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 28 | 28 | 0,75 | ***** |
| Alimento x Fase | 14 | 414 | 30 | 0,78 | ***** |
| Resíduo | 60 | 2275 | 38 | | |

Coeficiente de Variação = 9,0707

Quadro 17 – Análise de Variância do CDFB para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 59133 | | | |
| Total de Redução | 29 | 56894 | 1962 | 52,55 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 55450 | 3961 | 106,10 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 475 | 475 | 12,73 | 0,0007 |
| Alimento x Fase | 14 | 968 | 69 | 1,85 | 0,0511 |
| Resíduo | 60 | 2240 | 37 | | |

Coeficiente de Variação = 14,404

Quadro 18 – Análise de Variância do CDFDN para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 85678 | | | |
| Total de Redução | 29 | 83335 | 2874 | 73,59 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 80787 | 5771 | 147,77 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 133 | 133 | 3,41 | 0,0698 |
| Alimento x Fase | 14 | 2415 | 173 | 4,42 | 0,0000 |
| Resíduo | 60 | 2343 | 39 | | |

Coeficiente de Variação = 12,324

Quadro 19 – Análise de Variância do CDFDA para Alimentos de Origem Vegetal

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|--------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 89 | 108310 | | | |
| Total de Redução | 29 | 105860 | 3650 | 89,38 | 0,0000 |
| Alimento | 14 | 104521 | 7466 | 182,80 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 63 | 63 | 1,54 | 0,2198 |
| Alimento x Fase | 14 | 1275 | 91 | 2,23 | 0,0165 |
| Resíduo | 60 | 2451 | 41 | | |

Coeficiente de Variação = 11,619

Capítulo 4

Quadro 20 – Análise de Variância da CDMS para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|-------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 19541 | | | |
| Total de Redução | 13 | 13849 | 1065 | 5,24 | 0,0001 |
| Alimento | 6 | 13209 | 2202 | 10,83 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 429 | 429 | 2,11 | 0,1573 |
| Alimento x Fase | 6 | 210 | 35 | 0,17 | ***** |
| Resíduo | 28 | 5692 | 203 | | |

Coeficiente de Variação = 21,836

Quadro 21 – Análise de Variância da CDMO para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|---|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 20743 | | | |
| Total de Redução | 13 | 17719 | 1363 | | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 15744 | 2624 | | 0,0000 |
| Fase | 1 | 777 | 777 | | 0,0122 |
| Alimento x Fase | 6 | 1199 | 200 | | 0,1253 |
| Resíduo | 28 | 3024 | 108 | | |

Coeficiente de Variação = 14,650

Quadro 22 – Análise de Variância da CDPB para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|---|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 60591 | | | |
| Total de Redução | 13 | 60138 | 4626 | | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 60091 | 10015 | | 0,0000 |
| Fase | 1 | 25 | 25 | | 0,2282 |
| Alimento x Fase | 6 | 22 | 4 | | ***** |
| Resíduo | 28 | 453 | 16 | | |

Coeficiente de Variação = 6,7604

Quadro 23 – Análise de Variância da CDEE para Alimentos de Origem Animal e Gorduras

| Tabela de Análise de Variância | | | | | |
|--------------------------------|-------|------------------|----------------|------|---------|
| Fontes de Variação | G. L. | Soma de Quadrado | Quadrado Médio | F | Signif. |
| Total | 41 | 7147 | | | |
| Total de Redução | 13 | 3771 | 290 | 2,41 | 0,0000 |
| Alimento | 6 | 2897 | 483 | 4,01 | 0,0000 |
| Fase | 1 | 203 | 203 | 1,69 | 0,2046 |
| Alimento x Fase | 6 | 671 | 112 | 0,93 | ***** |
| Resíduo | 28 | 3375 | 121 | | |

Coeficiente de Variação = 12,128