



UFSM

Dissertação de Mestrado

**DIGESTÃO E METABOLISMO DE SUÍNOS DE DIFERENTES
GENÓTIPOS COM OU SEM RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

Cláudio André Sartor

PPGZ

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**DIGESTÃO E METABOLISMO DE SUÍNOS DE DIFERENTES
GENÓTIPOS COM OU SEM RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

por
Cláudio André Sartor

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Não-Ruminantes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Zootecnia.

PPGZ

Santa Maria, RS, Brasil

2005

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**DIGESTÃO E METABOLISMO DE SUÍNOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS
COM OU SEM RESTRIÇÃO ALIMENTAR**

elaborada por

Cláudio André Sartor

como requisito parcial para obtenção do grau de

Mestre em Zootecnia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Paulo Alberto Lovatto

(Presidente/Orientador)

Alexandre de Mello Kessler

Paulo Dilkin

Santa Maria, 24 de Junho de 2005.

Ofereço

As minhas filhas, Regina e Eliza, que foram minha maior fonte de energia em todos os momentos, mesmo não tendo ainda a compreensão do tamanho de suas influências.

Homenagem Especial

Desde o primeiro instante que pensei em retornar aos estudos, em fazer um mestrado, isto à mais de 15 anos após a graduação, ela sempre foi a pessoa que mais me incentivou a esta retomada. Companheira de todas as horas, excelente profissional, mãe de duas filhas maravilhosas sempre esteve presente nesta trajetória. Sempre foi e espero que continue sendo “meu porto seguro”. Minha homenagem especial, a Raquel Maria Poloni, minha esposa.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – UFSM, pela oportunidade de realização deste curso.

Ao Prof. Paulo Alberto Lovatto pela orientação, e valiosos ensinamentos nesses anos de convívio e principalmente pela compreensão e amizade.

Aos Professores do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela dedicação durante as aulas.

Ao Prof. Gerson Guarez Garcia pela amizade e parceria.

Aos colegas, Luciano Hauschild, Amanda d'Ávila Carvalho, Leandro Alebrante, pelo auxílio e contribuição na execução deste trabalho.

Aos alunos, bolsistas do Setor de Suinocultura da UFSM, pelo convívio.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a execução deste trabalho.

SUMARIO

INTRODUÇÃO	14
CAPÍTULO 1 - GENÓTIPOS: ESTUDO BIBLIOGRÁFICO	16
1.1 Cenário da suinocultura	16
1.2 Evolução dos genótipos no Brasil.....	16
1.3 Aspectos nutricionais e alimentares relacionados a genótipos .	18
1.3.1 Digestão e metabolismo	19
1.3.2 Restrição.....	20
CAPÍTULO 2 - MATERIAS E MÉTODOS	22
2.1 Local.....	22
2.2 Instalações	22
2.3 Animais e tratamentos.....	22
2.4 Dieta	23
2.5 Manejo alimentar	24
2.5.1 Período de adaptação	24
2.5.2 Período experimental	25
2.6 Uso de indicador	25

2.7 Coleta de dados	25
2.7.1 Fezes.....	25
2.7.2 Urina.....	25
2.8 Análise químicas	26
2.9 Parâmetros Avaliados	26
2.10 Metodologia para estimação dos parâmetros.....	26
2.10.1 Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca	26
2.10.2 Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta ...	26
2.10.3 Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo ...	27
2.10.4 Coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo.....	27
2.10.5 Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta	27
2.10.6 Coeficiente de metabolização da energia bruta	27
2.10.7 Balanço do nitrogênio	28
2.11 Delineamento experimental	28
2.12 Modelo estatístico	28
2.13 Análises estatísticas.....	29
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
3.1 Digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo..	30

3.2 Digestibilidade do fósforo.....	31
3.3 Consumo, digestibilidade e metabolizibilidade da energia	32
3.4 Balanço do nitrogênio....	34
CAPÍTULO 4 - CONCLUSÕES GERAIS E PERSPECTIVAS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
ANEXOS.....	47

ÍNDICE DE TABELAS

1 - Composições calculada e analisada da ração experimental	24
2 - Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_aMS), proteína bruta (CD_aPB) e extrato etéreo ($CDaEE$) de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar	31
3 - Fósforo ingerido (P_i), excretado nas fezes (P_f) e na urina (P_u), absorvido (P_a), e coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo ($CDaP$) de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar	32
4 - Consumo de energia e coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CD_aEB) e da metabolização (CME) da energia de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar	34
5 - Nitrogênio ingerido (N_i), excretado nas fezes (N_f) e na urina (N_u), absorvido (N_a), retido (N_r) e retido em função do absorvido (N_r/a) de suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar	36

ÍNDICE DE ANEXO

A - Fotos ilustrativas das instalações e procedimentos relativos ao ensaio de metabolismo	48
B - Produção bibliográfica durante o curso	52

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

DIGESTÃO E METABOLISMO DE SUÍNOS DE DIFERENTES GENÓTIPOS COM OU SEM RESTRIÇÃO ALIMENTAR

Autor: Cláudio André Sartor
Orientador: Paulo Alberto Lovatto
Data e Local da Defesa: Santa Maria, 24 de junho de 2005

Um experimento foi realizado com o objetivo de estudar a digestão e metabolismo de suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar. O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura da Universidade Federal de Santa Maria entre em janeiro e fevereiro de 2004. Foram utilizados 24 suínos machos castrados, de três híbridos comerciais (Agroceres, Dalland e Embrapa), com peso vivo médio inicial de 47,95kg e final de 52,11kg, alojados em gaiolas metabólicas mantidas em ambiente semi-climatizado. Foi utilizado um fatorial 3 x 2 (3 híbridos comerciais com ou sem restrição alimentar), com quatro repetições cada, sendo o animal a unidade experimental. Os genótipos e a restrição alimentar não influenciaram ($P>0,05$) a digestibilidade da matéria seca, da proteína bruta, do extrato etéreo e a metabolizabilidade da energia. No entanto, a restrição de 20% em relação à alimentação a vontade reduziu ($P<0,05$) 19% do consumo de energia bruta. A restrição reduziu em 17% a ingestão, 11% a excreção fecal e 21% a absorção do P. Com relação ao balanço do nitrogênio, a restrição reduziu ($P<0,05$) 20% da excreção urinária, 17% da excreção fecal e 19% da retenção. Os genótipos comerciais estudados apresentam digestibilidade, metabolização da energia e balanço do nitrogênio semelhantes. A restrição de 20% no consumo de ração não afeta a digestibilidade dos nutrientes e a metabolização da energia.

ABSTRACT

Dissertation
Master of Science in Animal Science
Federal University of Santa Maria, RS, Brasil

DIGESTION AND METABOLISM OF THE DIFFERENT GENOTYPES PIGS FED WITH OR WITHOUT RESTRICTION

Author: Cláudio André Sartor
Advisor: Paulo Alberto Lovatto
Santa Maria, June, 24, 2005

An experiment was carried out to evaluate the digestion and metabolism of different genotypes pigs fed with or without restriction. Twenty-four barrows of three commercial genotypes were utilized, with 47.95 kg initial body weight, housed in metabolic cages maintained in semi-acclimatized atmosphere. A 3 x 2 factorial design was utilized (3 commercial genotypes – Agroceres, Dalland, Embrapa, with or without feed restriction), with four replications, being the animal the experimental unit. The genotypes and feed restriction did not influence ($P>0.05$) dry matter digestibility, crude protein, ether extract and metabolizable energy. However, a 20% restriction related to ad libitum decreased 17% of intake, 11% of fecal losses and 21% of phosphorus absorption. In the nitrogen balance, feed restriction decreased ($P<0.05$) 20% of urinary excretion, 17% of fecal losses and 19% of retention. The commercial genotypes studied have similar digestibility, energy metabolizability and nitrogen balance. Feed restriction at 20% level did not affect nutrient digestibility and energy metabolization.

INTRODUÇÃO

A produção e exportação de carne pela suinocultura brasileira cresceram mais que seus principais competidores, com uma produção anual próxima de 3 milhões de toneladas (ABIPECS, 2004). Esse crescimento se deve principalmente ao clima favorável à produção agrícola.

No entanto, para manter a competitividade é necessário identificar as oportunidades no processo produtivo, sobretudo para atender as demandas ambientais e de redução dos custos. A alimentação responde por 70% destes custos, sendo considerada pelos pesquisadores e nutricionistas como principal mecanismo para redução de elementos poluidores ao meio ambiente. É necessário, portanto, buscar alternativas que permitam reduzir o impacto do alimento no custo final e no ambiente, aumentando a lucratividade e a preservação ambiental.

A formulação de dietas para suínos tem sido baseada nas exigências dos animais para grupos homogêneos, sem considerar o potencial de ganho muscular. Por isso as repostas de um determinado genótipo às dietas não são normalmente levadas em conta, desconsiderando as interações digestivas, metabólicas e ambientais. Uma alternativa simples que proporciona bons resultados é formular as dietas para genótipos específicos, ajustando a oferta nutricional e exigências do animal. Os genótipos atualmente utilizados no Brasil vêm de uma seleção genética cuidadosa, com elevado potencial para ganho protéico. Este ganho muitas vezes é limitado pela inadequação entre demanda para manutenção/crescimento e oferta nutricional.

Esta dissertação tem, portanto, o objetivo de responder algumas questões associadas ao comportamento de diferentes genótipos suínos e à restrição alimentar. O documento é composto por um estudo bibliográfico do tema, material e métodos, resultados e discussão e finaliza apresentando as conclusões obtidas.

CAPÍTULO 1

ESTUDO BIBLIOGRÁFICO

1.1. Cenário da suinocultura

As exportações de carne suína aumentaram significativamente nos últimos anos, o que permitiu a ampliação do plantel nacional de matrizes (ABIPECS, 2004). No Rio Grande do Sul a suinocultura envolve cerca de 77 mil famílias, ocupando uma força de trabalho direta de 90 mil pessoas distribuídas em aproximadamente 19 mil granjas (ACSURS, 2003), movimentando aproximadamente R\$ 1,4 bilhões por ano através de 12 empresas de integração e 48 frigoríficos. Embora o sistema verticalizado seja dominante no estado, ainda existem os produtores independentes que comercializam sua produção para diferentes mercados. Estes dois nichos apresentam peculiaridades diante das tecnologias utilizadas, principalmente no que se refere aos genótipos e programas nutricionais utilizados. No Brasil existem atualmente várias empresas de genética suína, destacando-se as inglesas, holandesas, belgas, dinamarquesas, francesas e canadenses (IRGANG, 2001). Do ponto de vista de alimentação, os suinocultores brasileiros utilizam os programas nutricionais recomendados pelas empresas geneticistas e pelas agroindústrias. Geralmente as formulações são baseadas em tabelas nacionais (ROSTAGNO et al., 2000) ou estrangeiras (NRC, 1998).

1.2. Evolução dos genótipos no Brasil

Os suínos têm servido à humanidade como fonte de alimentos protéicos e energéticos há muitos séculos. Em algumas circunstâncias específicas como nas duas últimas guerras mundiais, a carne suína foi

importante fonte alimentar em muitos países (JONES, 1998). Após a II Guerra Mundial, a genética suína evoluiu para animais com maior teor de carne. Uma das razões é que a banha foi gradativamente substituída pelos óleos vegetais, principalmente de soja. Nesse período muitas campanhas contra o consumo de carne suína foram feitas, sugerindo danos à saúde humana, devido ao seu alto teor de gordura. Embora negativo no início, isso serviu para que os objetivos de seleção genética mudassem. Um maior enfoque foi dado na criação de animais com mais carne e menos gordura, visando atender a demanda e preferências dos consumidores (IRGANG, 2001).

No período de 1960 a 1980, criadores brasileiros de suínos importaram reprodutores Landrace e Large White de diversos países europeus, Duroc dos EUA e Canadá e Piétrain da Alemanha e Inglaterra. O objetivo dessa importação foi de substituir os genótipos locais e melhorar geneticamente o plantel já existente. As conseqüências das mudanças nos genótipos foram consideráveis, com uma redução de 34% na espessura de toucinho e um aumento de 13% no rendimento de carne magra na carcaça da década de 80 para a de 90 (IRGANG & PROTAS, 1986, IRGANG et al., 1997).

O melhoramento genético dos suínos durante os últimos 50 anos se baseou na redução da idade de abate, no aumento do rendimento de carne na carcaça e na melhoria da conversão alimentar. O resultado disso tudo foi o desenvolvimento de genótipos eficientes para a produção de carne.

1.3. Aspectos nutricionais e alimentares relacionados a genótipos

A alimentação representa cerca de 70% do custo de produção de suínos. Em vista disso, novas estratégias alimentares e nutricionais têm sido utilizadas com o objetivo de reduzir esse custo, destacando-se a formulação baseada no conceito de proteína ideal, dietas específicas (genótipo, idade, sexo) e restrição alimentar (FIALHO, 2002). No entanto, essas estratégias devem considerar a adequação entre oferta nutricional da ração e exigências dos animais, o que implica em conhecer os potenciais (sobretudo de ganho protéico máximo) de cada genótipo (HALAS et al., 2004).

Um dos grandes problemas da suinocultura moderna é a valorização excessiva dos aspectos nutricionais em detrimento dos genéticos (BLACK et al., 1995). Isso faz com que os programas nutricionais dos suínos sejam definidos para populações e não grupos genéticos específicos. Normalmente as recomendações nutricionais de algumas tabelas nacionais (ROSTAGNO et al., 2000) e internacionais (ARC, 1981) pouco consideram as diferenças nutricionais determinadas pelo genótipo. Isso sugere que as formulações das rações não sejam elaboradas pelo conceito de respostas dos animais às dietas (SAUVANT et al., 1995). Esse conceito pressupõe que seja associado um terceiro elemento aos critérios de oferta nutricional da dieta e exigências nutricionais dos animais. Esse elemento seria a capacidade que os animais de um determinado genótipo têm de responder às dietas levando em conta as interações digestivas, metabólicas e ambientais. Um passo tímido nesse sentido foi dado pelo NRC (NRC, 1998), que apresentou

um modelo flexível que leva em conta potencial de ganho muscular, temperatura ambiental e densidade animal.

Uma alternativa simples que proporciona bons resultados é formular as dietas para genótipos específicos, ajustando a oferta nutricional e exigências do animal. Isso permite reduzir o custo da ração, melhorar a eficiência alimentar e reduzir a excreção de elementos potencialmente poluidores. Essa estratégia de formulação se justifica pelo fato dos suínos geneticamente diferentes responderem de forma diversa às manipulações alimentares e nutricionais (STEELE et al., 1974, POND & YEN, 1984, VAREL et al., 1988). Essas respostas diferenciadas se devem às modulações digestivas e metabólicas que ocorrem em função da manipulação nutricional, refletindo em variações na deposição protéica e lipídica entre os genótipos de suínos (FABIAN et al., 2003). Nesse sentido, a restrição alimentar pode contribuir com esse ajuste sem afetar negativamente o desempenho animal (BIKKER et al., 1995, BIKKER et al., 1996).

1.3.1. Digestão e metabolismo

O crescimento do suíno é um processo biológico complexo controlado por regulações de curto (homeostase) e de longo (homeoresis) prazos (SAUVANT, 1992). As regulações de longo prazo são essencialmente de ordem genética que determinam as características de produção desejáveis (LOVATTO & SAUVANT, 2003).

Os genótipos de suínos diferem quanto à massa do sistema digestório, retenção de nitrogênio e metabolismo do tecido adiposo (STEELE & FROBISH, 1976, POND et al., 1988, CLIPLEF & MCKAY, 1993). Essas diferenças têm reflexo na exigência para

manutenção e principalmente no potencial de ganho protéico (RAO & MCCRAKEN, 1992). As diferenças metabólicas são explicadas pela alta correlação entre massa do sistema digestório e digestibilidade dos nutrientes (FABIAN et al., 2003). Em suínos selecionados para deposição de carne magra essa massa é maior e a eficiência nutricional melhor que em genótipos inferiores (POND et al., 1988). Os requerimentos de manutenção estão associados principalmente ao metabolismo dos órgãos ativos (REEDS et al., 1980, REEDS et al., 2000, REEDS & FURST, 2001). Esses órgãos estão associados à digestão (estômago, intestinos delgado e grosso, fígado, pâncreas) e circulação/respiração (coração, plasma sanguíneo, pulmões).

A maioria dos estudos tem demonstrado que o genótipo é um dos fatores de variação mais importantes na taxa de N fixado pelo suíno em crescimento (DOURMAD et al., 1996, MAHAN & SHIELDS, 1998, PATTERSON et al., 2002). Essa variação foi definida como linear platô em relação à ingestão de alimento (QUINIOU & NOBLET, 1995). Esse conceito se baseia no princípio que cada genótipo responde linearmente à ingestão de alimento até alcançar seu potencial genético (PD_{max}). A partir desse ponto a retenção de N se mantém constante e o ganho de gordura aumenta linearmente.

1.3.2. Restrição alimentar

A restrição alimentar consiste em reduzir o consumo de alimento dos animais em relação ao provável consumo a vontade, podendo melhorar as eficiências digestiva e metabólica dos nutrientes (CHIBA et al., 2002). Na restrição alimentar o sistema digestório ajusta sua massa à disponibilidade de nutrientes. Isso afeta a digestão dos alimentos e a

absorção dos nutrientes, alterando a secreção enzimática e aumentando a área absorptiva do intestino delgado (POND et al., 1988). Isso provoca uma redução da oxidação de aminoácidos, aumentando a eficiência de retenção (SCHEUS et al., 1985). Esse fenômeno é observado pela redução da excreção de nitrogênio em animais com restrição alimentar (CHIBA et al., 1991a). As variações de massa do sistema digestório alteram também a demanda de energia para a manutenção. Isso provoca respostas diferenciadas na utilização da energia para deposição lipídica entre os genótipos distintos (NOBLET et al., 1999).

A variação na utilização digestiva e metabólica dos nutrientes em animais em restrição repercute em melhores ganhos protéico e lipídico no período de realimentação (MERSMANN et al., 1987, DE GREEF et al., 1992). Mas existem interações entre restrição alimentar e genótipos para aproveitamento de nutrientes (BERESKIN et al., 1990, NOSSAMAN et al., 1991, PIMENTA et al., 2000). Essas interações sugerem que a restrição possa induzir respostas diferenciadas para deposição protéica e lipídica entre os genótipos.

CAPÍTULO 2

MATERIAIS E MÉTODOS.

2.1. Local

O experimento foi realizado no Setor de Suinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Santa Maria está situada na região central do RS a uma altitude de 149 m, latitude sul 29° 42' e longitude oeste 53° 42' (ARAÚJO, 1993).

2.2. Instalações

Foram utilizadas 12 gaiolas metabólicas individuais com área total de 0,65 m² ajustáveis lateral e longitudinalmente ao tamanho do animal. As gaiolas são equipadas na parte inferior com dois coletores destinados à urina e às fezes. O ambiente foi semi-climatizado, com a temperatura mantida à cerca de 22 °C.

2.3. Animais e tratamentos

Foram utilizados 24 suínos machos castrados de três diferentes híbridos comerciais (Agroceres, Dalland e Embrapa). O peso médio inicial foi de 47,95 quilogramas. Os animais foram distribuídos em seis tratamentos, consistindo de três híbridos comerciais com ou sem restrição alimentar.

Tratamento 1: PIC-Agroceres sem restrição alimentar;

Tratamento 2: Dalland Genetics sem restrição alimentar;

Tratamento 3: Embrapa sem restrição alimentar;

Tratamento 4: híbridos PIC-Agroceres com restrição alimentar;

Tratamento 5: Dalland Genetics com restrição alimentar;

Tratamento 6: Embrapa com restrição alimentar;

2.4. Dieta

Foi formulada uma dieta experimental (Tabela 1) única para todos os tratamentos, utilizando o modelo e as recomendações nutricionais do NRC (NRC, 1998).

Tabela 1 – Composição calculada e analisada da ração experimental¹

Ingredientes	Quantidade, %
Milho	74,34
Farelo de soja	21,59
Óleo vegetal	1,36
Suplemento vitamínico e mineral ²	2,71
Valores calculados	
Energia metabolizável, kcal/kg	3.265
Proteína bruta, %	16,20
Cálcio, %	0,77
Fósforo disponível, %	0,28
Lisina, %	0,71
Metionina, %	0,25
Treonina, %	0,52
Triptofano, %	0,16
Arginina	0,95
Valores analisados	
Matéria seca, %	87,52
Proteína bruta, %	16,38
Extrato etéreo, %	3,01

¹Matéria natural, composição dos alimentos segundo NRC (1998); ²Suplemento vitamínico e mineral produzido pela MIGPLUS, contendo por kg de produto: Vit. A (170.000 UI), Vit. B1 (17 mg), Vit. B2 (65 mg), Vit. B6 (34 mg), Vit. B12 (340 mg), Vit. D3 (34.000 UI), Vit. E (500 mg), Vit. K3 (35 mg), Ác. Fólico (13 mg), Ác. Nicotínico (430 mg), Ác. Pantotênico (175 mg), Ca (220 g), P (62 g), Na (62 g), promotor de crescimento (1.500 mg), Antioxidante (250 mg)

2.5. Manejo Alimentar

O experimento teve duração de 24 dias com dois períodos de 12 dias (sete de adaptação dos animais às gaiolas e ao alimento; cinco dias de coleta).

2.5.1. Período de adaptação: sete dias antes do início da coleta, os

animais foram colocados nas gaiolas metabólicas e adaptados ao alimento, à contenção e ao meio ambiente.

2.5.2. Período de coleta: teve duração de cinco dias. As rações foram fornecidas de acordo com o peso metabólico ($PV^{0,60}$). A quantidade diária foi ajustada de acordo com a estimativa do ganho médio diário de 0,8 kg, considerando um consumo de 2,6 vezes a manutenção (NOBLET et al., 1993). Os animais restritos tiveram uma redução de 20% sobre o consumo à vontade. O alimento foi distribuído em três refeições diárias, às 8, 13 e 18 horas. Os animais tiveram livre acesso à água.

2.6. Uso de indicador

Foi utilizado óxido férrico (Fe_2O_3) na ração na proporção de 1,5% com a finalidade de indicar o início e fim da passagem do alimento pelo sistema digestório e, conseqüentemente, da coleta das fezes.

2.7. Coleta de dados

2.7.1. Fezes: as fezes totais foram coletadas uma vez ao dia, acondicionadas em sacos plásticos e conservadas em congelador a $-10^{\circ}C$. No final do experimento as fezes foram homogeneizadas e amostradas (0,5 kg), secas em estufa de ventilação forçada ($60^{\circ}C$ 72 h) e moídas para análises posteriores.

2.7.2. Urina: A urina excretada era drenada para baldes plásticos contendo 25 mL de HCl 6 N. A cada 12 h, após homogeneização, o volume e a massa eram medidos e uma alíquota de 5% do

volume era retirada e conservada sob refrigeração (4 °C).

2.8. Análise químicas

As análises químicas das rações, fezes e urina foram realizadas segundo metodologia da AOAC (AOAC, 1990).

2.9. Variáveis avaliadas

Foram avaliados o coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (CDaMS), o coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta (CDaPB), o coeficiente de digestibilidade aparente do Extrato Etéreo (CDaEE), coeficiente de digestibilidade aparente do Fósforo (CDaP), o consumo de energia (CE), o coeficiente de digestibilidade aparente da EB (CDaEB), o coeficiente de metabolização da energia (CME) e balanço do nitrogênio.

2.10. Metodologia para estimação dos parâmetros

A estimação dos parâmetros foi realizada através de equações propostas por (MATTERSON et al., 1965).

2.10.1. Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca

$$CDaMS = \frac{MSi - MSf}{MSi} \times 100, \text{ onde}$$

CDaMS = Coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca, %

MSi = Matéria seca ingerida, g;

MSf = Matéria seca nas fezes, g;

2.10.2. Coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta

$$CDaPB = \frac{PBi - PBf}{PBi} \times 100, \text{ onde}$$

CDPB = Coeficiente de digestibilidade aparente da PB, %

PBi = Proteína bruta ingerida, g

PBf = Proteína bruta excretada nas fezes em MS, g

2.10.3. Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo

$$CDaEE = \frac{EEi - EEf}{EEi} \times 100, \text{ onde}$$

CDaEE = Coeficiente de digestibilidade aparente do extrato etéreo, %

EEi = Extrato etéreo ingerido, g

EEf = Extrato etéreo excretado nas fezes em MS, g

2.10.4. Coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo

$$CDaP = \frac{Pi - Pf}{Pi} \times 100, \text{ onde}$$

CDaP = Coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo, %

Pi = Fósforo ingerido, g

Pf = Fósforo excretado nas fezes em MS, g

2.10.5. Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta

$$CDaEB = \frac{EBi - EBf}{EBi} \times 100, \text{ onde}$$

CDaEB = Coeficiente de digestibilidade aparente da energia bruta, %

EBi = Energia bruta ingerida, g

EBf = Energia bruta nas fezes em MS, g

2.10.6. Coeficiente de metabolização da energia bruta

$$CMEB = \left(EBi - \left(\frac{EBf + EBu}{EBi} \right) \right) \times 100, \text{ onde}$$

CMEB = Coeficiente de metabolização da energia bruta, %

EBi = Energia bruta ingerida, g

EBf = Energia bruta nas fezes, g

EBu = Energia bruta na urina, g

2.10.7. Balanço do nitrogênio

$$BN = Ni - (Nf + Nu), \text{ onde}$$

BN = Balanço do nitrogênio, g/dia;

Ni = Nitrogênio ingerido, g/dia;

Nf = Nitrogênio fecal, g/dia;

Nu = Nitrogênio urinário, g/dia;

2.11. Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com repetição no tempo, sendo um fatorial 3 x 2 (3 híbridos comerciais – Agroceres, Dalland e Embrapa, com ou sem restrição alimentar). Cada tratamento teve quatro repetições, sendo o animal a unidade experimental.

2.12. Modelo estatístico

O modelo estatístico utilizado foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + GG_i + PA_j + (GG*PA)_{ij} + \varepsilon_{ij}, \text{ onde}$$

Y_{ij} = variáveis dependentes;

μ = média comum de todas as observações;

GG_i = efeito do grupo genético de ordem "i";

PA_j = efeito da restrição alimentar;

$(GG*C)_{ij}$ = interação entre o i-ésimo grupo genético e o j-ésima restrição alimentar;

ε_{ij} = erro residual.

2.13. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância através do Minitab (MCKENZIE & GOLDMAN, 1999). As comparações de médias foram feitas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

CAPÍTULO 3

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Digestibilidade da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo

Na tabela 2 são apresentadas estimativas digestivas de suínos de diferentes genótipos comerciais com ou sem restrição alimentar. Não houve efeito ($P>0,05$) do genótipo, da restrição alimentar e da interação desses dois fatores sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e extrato etéreo.

Esses resultados podem ser explicados provavelmente pelo potencial máximo de deposição protéica elevado e homogêneo entre os genótipos estudados. A maior massa do sistema digestório de suínos selecionados para deposição de carne magra (POND et al., 1988) pode influenciar positivamente a digestão e absorção melhorando a digestibilidade da MS e PB (FABIAN et al., 2003). Durante a restrição alimentar a menor massa do sistema digestório pode afetar a utilização digestiva e metabólica dos nutrientes (POND & MERSMANN, 1990). No entanto essa variação de massa nos animais com restrição alimentar quali ou quantitativa depende da intensidade e do tempo de restrição (SENCKENBERG et al., 1984, LOVATTO et al., 2000). O pouco tempo e a baixa intensidade da restrição realizadas no presente experimento podem não ter sido suficientes para alterar as massas dos órgãos do sistema digestório.

Tabela 2 – Coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CD_aMS), proteína bruta (CD_aPB) e extrato etéreo (CD_aEE) de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição

Critério	Variáveis, %		
	CD _a MS	CD _a PB	CD _a EE
Agroceres	86,92	85,76	85,87
Dalland	85,56	84,93	84,85
Embrapa	87,37	87,37	87,45
À vontade	86,93	86,07	86,04
Restrito (-20%)	86,33	85,97	86,11
dpr	2,19	2,96	2,15
Efeito	NS	NS	NS

dpr, desvio padrão residual; NS, não significativo

3.2. Digestibilidade do fósforo

A digestibilidade do fósforo de dietas para diferentes genótipos de suínos com ou sem restrição é apresentada na tabela 3. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os genótipos nem interação genótipo e restrição alimentar para digestibilidade do fósforo. Na restrição alimentar, o coeficiente de digestibilidade do P não diferiu ($P > 0,05$), contudo a ingestão, a excreção fecal e a absorção foram respectivamente 17, 11 e 21% inferiores ($P < 0,05$) nos animais com restrição alimentar.

O fósforo é um elemento essencial dos compostos orgânicos e inorgânicos dos suínos. A regulação homeostásica do P ocorre por

controle da absorção intestinal e excreção renal (POINTILLART et al., 1985). A disponibilidade metabólica de P para diferentes genótipos de suínos depende da digestão, absorção e da disponibilidade do P entre os ingredientes (SCHRODER et al., 1996). As respostas da digestibilidade do P evidenciam, novamente, as homogeneidades genéticas entre os tratamentos.

Tabela 3 – Fósforo ingerido (Pi), excretado nas fezes (Pf) e na urina (Pu), absorvido (Pa) e coeficiente de digestibilidade aparente do fósforo (CD_aP) de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar

Critério	Variáveis avaliadas			
	Pi, g/d	Pf, g/d	Pa, g/d	CD _a P, %
Agroceres	6,15	2,65	3,50	56,91
Dalland	6,36	3,08	3,29	51,57
Embrapa	6,41	2,86	3,55	55,38
À vontade	6,88	3,03	3,85	55,96
Restrito (-20%)	5,74	2,69	3,04	52,96
dpr	0,44	0,34	0,49	0,32
Efeito	PA	PA	PA	NS

dpr, desvio padrão residual; PA, plano alimentar; NS, não significativo

3.3. Consumo, digestibilidade e metabolizibilidade da energia

A ingestão, digestibilidade e metabolizibilidade da energia são apresentadas na tabela 04. A ingestão não diferiu ($P>0,05$) entre os

diferentes genótipos, mas foi 20% menor ($P < 0,05$) nos animais com restrição alimentar. A digestibilidade e a metabolizibilidade da energia não foi influenciada ($P > 0,05$) pelos genótipos e pela restrição alimentar. Estes resultados mostram que os genótipos estudados não apresentam diferenças na digestibilidade e metabolizibilidade da energia e que a restrição de 20% não interfere nas utilizações digestiva e metabólica da energia.

Como foi descrito anteriormente, os suínos de genótipos selecionados para deposição de carne magra possuem atividade digestiva e metabólica dos órgãos mais intensa comparada a genótipos inferiores (FERREL, 1988). Embora essa característica possa melhorar a digestibilidade e metabolizibilidade da energia, existe uma demanda energética maior associada à manutenção que pode alterar o balanço energético dos animais (NOBLET et al., 1999). A metabolização da energia para dois tipos de híbridos comerciais pode ser diferenciada, com resultados favoráveis ao genótipo com PD_{max} mais elevado (PIMENTA et al., 2000). A restrição energética de 20% em dietas para suínos de diferentes genótipos melhora a metabolização da energia e reduz a deposição lipídica nos genótipos inferiores (NOSSAMAN et al., 1991).

Nossos resultados evidenciam que, embora diferentes comercialmente, os genótipos utilizados têm um potencial para eficiência semelhante. Com relação à energia, o estudo revela que existe a possibilidade de reverter a oferta nutricional, pois a redução de 20% não afetou a eficiência da energia.

Tabela 4 – Consumo de energia e coeficientes de digestibilidade aparente da energia bruta (CD_aEB) e da metabolização (CME) da energia de dietas para suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar

Critério	Variáveis avaliadas		
	Energia ingerida, kcal/dia	CD _a EB, %	CME, %
Agroceres	5.178	87,58	85,21
Dalland	5.353	86,40	83,45
Embrapa	5.391	88,28	85,42
À vontade	5.789	87,68	84,87
Restrito (-20%)	4.826	87,11	84,50
dpr	3,71	2,15	2,57
Efeito	PA	NS	NS

dpr, desvio padrão residual; NS, não significativo; PA, plano alimentar

3.4. Balanço do nitrogênio

O balanço do nitrogênio é apresentado na tabela 5. Não houve diferença ($P > 0,05$) entre os genótipos nem interação genótipo e restrição alimentar para os componentes do balanço de nitrogênio. A restrição reduziu ($P < 0,05$) 20% a excreção urinária, 17% a excreção fecal, 17% a absorção e 20% a retenção de nitrogênio. Esses resultados confirmam dados experimentais que demonstram alta correlação entre ingestão e excreção fecal de N (HENNIG et al., 1982). As estimativas de nitrogênio urinário e retido/absorvido por apresentarem correlação com a utilização metabólica dos aminoácidos são utilizadas para explicar a eficiência da

síntese protéica (HENNIG et al., 1982). Os genótipos de suínos selecionados para deposição de carne magra são mais eficientes na retenção de nitrogênio e na utilização de aminoácidos (CHIBA et al., 2002). Em dietas para suínos de dois híbridos comerciais selecionados para PD_{max} elevados, a retenção de nitrogênio diferiu em 8% na fase de crescimento e em 4% na terminação, contudo essa diferença não se traduziu em ganho muscular (GOMES et al., 2000). A diferença na retenção de nitrogênio entre os genótipos foi demonstrada em vários trabalhos, sendo associada ao genótipo dos animais (SUSENBETH et al., 1999, GOMES et al., 2000). Os resultados do balanço do N são coerentes, pois a restrição alimentar repercute numa homeostase onde a eficiência metabólica do N tende a ser igual ou superior aos animais alimentados a vontade.

Tabela 5 – Nitrogênio ingerido (Ni), excretado nas fezes (Nf) e na urina (Nu), absorvido (Na), retido (Nr) e retido em função do absorvido (Nr/a) de suínos de diferentes genótipos com ou sem restrição alimentar

Critério	Variáveis					
	Ni	Nf	Nu	Na	Nr	Nr/a
	g/d	g/d*	g/d*	g/d*	g/d*	%
Agroceres	37,29	6,30	13,76	30,99	17,23	55,78
Dalland	36,07	5,82	10,72	30,25	19,54	64,88
Embrapa	37,56	5,38	13,39	32,17	18,78	58,08
À vontade	40,89	6,39	14,05	33,99	20,48	60,53
Restrito (-20%)	33,05	5,30	11,20	28,28	16,55	58,62
dpr	1,56	1,19	3,54	2,83	4,21	11,16
Efeito	PA	PA	PA	PA	PA	NS

dpr, desvio padrão residual; NS, não significativo, * NI utilizado como covariável; PA, plano alimentar

A eficiência nutricional de genótipos distintos pode estar relacionada ao programa nutricional ou alimentar. A restrição alimentar ou níveis sub-ótimos de nutrientes induzem a modulações no trato gastrointestinal e respectiva melhora no aproveitamento dos alimentos (CHIBA et al., 1999). Em nível metabólico, a restrição induz ao aumento da eficiência da síntese protéica pela redução da oxidação dos aminoácidos (REEDS et al., 1981).

Os animais submetidos à restrição apresentam melhor eficiência de utilização dos aminoácidos (FABIAN et al., 2002). Embora o NR tenha

sido inferior na restrição quantitativa, os dados deste experimento confirmam esses resultados, pois os genótipos apresentaram respostas semelhantes na estimativa de retenção relativa de N diante dos programas alimentares.

Finalmente se observa que, confrontando informações da literatura e resultados obtidos, os genótipos estudados alimentados com restrição não apresentam diferenças de digestão e metabolização da energia. Entretanto sugerem que sejam realizados estudos com restrições variadas, na tentativa de identificar pontos de ajuste mais precisos entre ingestão e retenção de nutrientes para distintos genótipos.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÕES GERAIS E PERSPECTIVAS

As respostas digestivas e metabólicas dos genótipos estudados não diferem quando alimentados à vontade e com restrição;

A restrição alimentar de 20% não afeta a digestão e o metabolismo dos animais;

Há necessidade de continuar os estudos de digestibilidade e metabolismo com genótipos levando em conta restrições alimentares mais severas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIPECS. 2004. Estatísticas. Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. Acessado em 24/04/05, disponível em <http://www.abipecs.com.br>.

ACSURS. 2003. Associação de Criadores de Suínos do Rio Grande do Sul, dados no Rio Grande do Sul, 2000. Estrela Rio Grande do Sul. Acessado em 25/04/05, disponível em <http://www.acsurs.com.br>

AOAC. **Official Methods of Analysis**. Arlington, VA. 15 ed.1990.

ARAÚJO, L. C. **Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro: Diretoria de Meteorologia.1993.

ARC. **The nutrients requirements of pigs: technical review**. London, England: Commonwealth Agricultural Burreaux.1981. 307

BERESKIN, B. et al. Selection line x diet interaction for two lines of pigs fed 12 or 14% protein diets. **Journal of Animal Science**. v.68, 1990.

BIKKER, P. et al. Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 45 kilograms) as affected by energy intake. **Journal of Animal Science**. v.73, p.2355-2363. 1995.

BIKKER, P. et al. Performance and body composition of finishing gilts (45 to 85 kilograms) as affected by energy intake and nutrition in earlier life: II. Protein and lipid accretion in body components. **Journal of Animal Science**. v.74, p.817-826. 1996.

BLACK, J. L. et al. Modeling the effects of genotype, environment and health on nutrient utilization. In: IVth International Workshop on Modeling Nutrient in Farm Animals, 1995. p 85-105.

CHIBA, L. I. et al. Growth performance and carcass traits of pigs subjected to marginal dietary restrictions during the grower phase. **Journal of Animal Science.** v.77, p.1769-1776. 1999.

CHIBA, L. I. et al. Effect of dietary restrictions on growth performance and carcass quality of pigs selected for lean growth efficiency. **Livestock Production Science.** v.74, p.93-102. 2002.

CHIBA, L. I. et al. Amino acid and energy interrelationship in pigs weighing 20 to 50 kilograms. I. Rate and efficiency of weight gain. **Journal of Animal Science.** v.69, p.694-707. 1991.

CLIPLEF, R. L.; MCKAY, R. M. Visceral organ weights of swine select for reduced backfat thickness and increased growth rate. **Canada Journal of Animal Science.** v.73, p.201-206. 1993.

DE GREEF, K. H. et al. Performance and body composition of fattening pigs of two strains during protein deficiency and subsequent realimentation. **Livestock Production Science.** v.30, p.141-153. 1992.

DOURMAD, J. Y. et al. Reconstitution of body reserves in multiparous sows during pregnancy: effect of energy intake during pregnancy and mobilization during the previous lactation. **Journal of Animal Science.** v.74, p.2211-2219. 1996.

FABIAN, J. et al. Degree of amino acid restrictions during the grower phase and compensatory growth in pigs selected for lean growth efficiency. **Journal of Animal Science**. v.80, p.2610-2618. 2002.

FABIAN, J. et al. Growth performance, dry matter and nitrogen digestibilities, serum profile, and carcass and meat quality of pigs with distinct genotypes. **Journal of Animal Science**. v.81, p.1142-1149. 2003.

FERREL, C. L. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. **Journal of Animal Science**. v.66 (Suppl. 3), p.23-34. 1988.

FIALHO, E. T. Redução da poluição por dejetos de suínos: Aspectos nutricionais. In: SIMPÓSIO DE MANEJO E NUTRIÇÃO DE AVES E SUÍNOS E TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO DE RAÇÕES, 2002. Campinas, SP. p 294.

GOMES, F. E. et al. Planos de nutrição baseados em níveis de lisina para suínos de diferentes genótipos abatidos aos 80 e 100kg de peso vivo. **Ciência Agrotecnica**. v.24, p.479-489. 2000.

HALAS, V. et al. Modelling of nutrient partitioning in growing pigs to predict their anatomical body composition. 2. Model evaluation. **British Journal Nutrition**. v.92, p.725-734. 2004.

HENNIG, U. et al. Effect of graded protein supply at high-energy level on the fattening performance and the retention and utilization of feed energy, protein and amino acids by female fattening swine. 3. N retention

and N and lysine metabolism determined by N balance and N analysis of the carcasses. **Archieve Tierernahr** v.32, p.637-649. 1982.

IRGANG, R. Retrospectiva e Perspectiva da Melhoria Genética da Qualidade da Carne Suína. In: Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, 2001. Concórdia. p 293.

IRGANG, R. et al. Rendimento e qualidade da carne de suínos machos castrados e fêmeas de diferentes genótipos paternos. In: Congresso Brasileiro de Veterinários Especialistas em Suínos, 8, 1997. p 401-402.

IRGANG, R.; PROTAS, J. F. S. Peso ótimo de abate de suínos II. Resultados de carcaça. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.2, p.1337-1345. 1986.

JONES, G. F. Genetic aspects of domestication, common breeds and their origin. In: ROTHSCHILD, M. F. A. R., A. (ed.). The genetics of the pig. Wallingford. 1998. No. p. p. 17-50

LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modeling homeorhetic and homeostatic controls of pig growth. **Journal of Animal Science**. v.81, p.683-696. 2003.

LOVATTO, P. A. et al. Etude de la modélisation du phénomène de croissance compensatrice chez le porc. **Journées Recherche Porcine en France**. v.32, p.241-246. 2000.

MAHAN, D. C.; SHIELDS, R. G., JR. Essential and nonessential amino acid composition of pigs from birth to 145 kilograms of body weight,

and comparison to other studies. **Journal of Animal Science.** v.76, p.513-521. 1998.

MATTERSON, L. D. et al. 1965. The metabolizable energy of feed ingredients for chickens. University of Connecticut. Agricultural experiment station, Connecticut.

MCKENZIE, J.; GOLDMAN, R. N. **The Student Edition of Minitab for Windows Manual: Release 12.** Belmont: Addison-Wesley Longman, Incorporated: Softcover ed.1999. 592

MERSMANN, H. J. et al. Compensatory growth in finishing pigs after feed restriction. **Journal of Animal Science.** v.64, p.752-764. 1987.

NOBLET, J. et al. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in growing pigs: effects of sex and genotype. **Journal of Animal Science.** v.77, p.1208-1216. 1999.

NOBLET, J. et al. Metabolic utilization of dietary energy and nutrients for maintenance energy requirements in sows: basis for a net energy system. **British Journal Nutrition.** v.70, p.407-419. 1993.

NOSSAMAN, D. A. et al. Interaction of somatotropin and genotype on the requirement for energy in two lines of finishing pigs. **Journal Nutrition.** v.121 p.223-230. 1991.

NRC. Nutrient requirements of swine. 10 ed. Washington: National Academy,189p. 1998.

PATTERSON, J. L. et al. The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts. **Journal of Animal Science**. v.80, p.1299-1310. 2002.

PIMENTA, M. E. S. G. et al. Balanço protéico e energético de rações com diferentes níveis de proteína em suínos de dois genótipos diferentes. **Ciência Agrotecnica**. v.24, p.287-294. 2000.

POINTILLART, A. et al. [Comparative effects of magnesium deficiency and overload on calcium and phosphorus metabolism in the growing pig]. **Journal Animal Science**. v.4: p.40-50. 1985.

POND, W. G. et al. Effect of dietary fiber on young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: body weight, carcass measurements, organ weights and digesta content. **Journal of Animal Science**. v.66, p.699-706. 1988.

POND, W. G.; MERSMANN, H. J. Differential compensatory growth in swine following control feed intake by a high-alfafa diet fed ad libitum or by limited feed. **Journal of Animal Science**. v.68, p.352. 1990.

POND, W. G.; YEN, J. T. Effect of protein deficiency on growth and plasma zinc concentration in genetically lean and obese swine. **Journal of Animal Science**. v.59, p.710-716. 1984.

QUINIOU, N.; NOBLET, J. Prediction of tissular body composition from protein and lipid deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**. v.73, p.1567-1575. 1995.

RAO, D. S.; MCCRAKEN, K. J. Energy: protein interactions in growing boars of high genetic potential for lean growth. 1. Effects on growth, carcass characteristics and organs weights. **Animal Production**. v.54, p.75-82. 1992.

REEDS, P. J. et al. Intestinal glutamate metabolism. **Journal Nutrition**. v.130, p.978S-982S. 2000.

REEDS, P. J. et al. Effect of changes in the intakes of protein and non - protein energy on whole - body protein turnover in growing pigs. **British Journal Nutrition** v.45, p.539-546. 1981.

REEDS, P. J.; FURST, P. Protein metabolism at the crossroads? **Current Opin Clinical Nutrition Metabolism Care**. v.4, p.35-37. 2001.

REEDS, P. J. et al. Protein and collagen synthesis in rat diaphragm muscle incubated in vitro: the effect of alterations in tension produced by electrical or mechanical means. **Int J Biochem** v.11, p.7-14. 1980.

ROSTAGNO, H. S. et al. Composição de alimentos e exigências nutricionais. In: (eds.) Tabelas brasileiras para aves e suínos. Viçosa, MG. 2000. No. p. 141

SAUVANT, D. Systematic modelling in nutrition. **Reprod Nutrition Development**. v.32, p.217-230. 1992.

SAUVANT, D. et al. Systèmes d'unités d'alimentation et lois de réponse du porc aux régimes alimentaires. **Journées Rech. Porcine France**. v.27, p.237-244. 1995.

SCHEUS, V. V. A. M. et al. Relation of protein synthesis and amino acid oxidation: effects of protein deprivation. **Journal Agriculture Science**. v.33, p.328-331. 1985.

SCHRODER, B. et al. Mechanisms of intestinal phosphorus absorption and availability of dietary phosphorus in pigs. **Dtsch Tierarztl Wochenschr**. v.103, p.209-214. 1996.

SENCKENBERG, E. et al. Effect of protein restriction and refeeding on the nitrogen balance in piglets. **Arch Tierernahr**. 34(7):457-66. v.34, p.457- 466. 1984.

STEELE, N. C.; FROBISH, L. T. Selected lipogenic enzyme activities of swine adipose tissue as influenced by genetic phenotype, age, feeding frequency and dietary energy source. **Journal Animal Science**. v.40, p.369-378. 1976.

STEELE, N. C. et al. Lipogenesis and cellularity of adipose tissue from genetically lean and obese swine. **Journal of Animal Science**. v.39, p.712-719. 1974.

SUSENBETH, A. et al. The effect of energy intake, genotype, and body weight on protein retention in pigs when dietary lysine is the first-limiting factor. **Journal of Animal Science**. v.77, p.2985-2989. 1999.

VAREL, V. H. et al. Effects of dietary fiber of young adult genetically lean, obese and contemporary pigs: rate of passage, digestibility and microbiological data. **Journal of Animal Science**. v.66, p.707-712. 1988.

ANEXO

Anexo A – Fotos ilustrativas das instalações e procedimentos relativos ao ensaio de metabolismo.



Figura 01 - Vista externa da sala de digestibilidade e metabolismo



Figura 02 - Vista interna da sala de digestibilidade e metabolismo



Figura 03 - Vista externa e interna da gaiola metabólica



Figura 04 - Detalhe do sistema de coleta de excretas (fezes e urina) da gaiola metabólica



Figura 05 – Medição do volume diário e determinação do pH da urina



Figura 06 – Recipientes de acondicionamento da urina



Figura 07 – Equipamento para resfriamento da urina



Figura 08 – Equipamento para congelamento das fezes

Anexo B – Produção bibliográfica durante o curso de mestrado

Artigos completos publicados em periódicos (encaminhado)

SARTOR, C.; LOVATTO, P. A.; HAUSCHILD, L.; CARVALHO, A. A.; GARCIA, G.G. Digestibilidade das dietas e balanço do nitrogênio de suínos de diferentes genótipos comerciais com ou sem restrição alimentar. **Ciência Rural**. 2005

Artigos completos publicados em periódicos

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; GARCIA, G. G.; SOUZA, Jr. B. B.; ALEBRANTE, L.; SARTOR, C. Digestibilidade, balanços do nitrogênio e fósforo de dietas para suínos contendo diferentes níveis de trigoilho em substituição ao milho com ou sem adição de enzimas. **Ciência Rural**. v. 34, n.5, p. 1557-1652, 2004

Trabalhos completos publicados em anais de evento

GARCIA, G. G.; SARTOR, C.; HAUSCHILD, L., LOVATTO, P. A.; HAUPTLI, L.; G. C., GARCIA, G. G., ALEBRANTE, L. Balanço do nitrogênio em diferentes genótipos de suínos comerciais em crescimento com ou sem restrição alimentar. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 41, 2004, Campo Grande. **Anais... SBZ/Embrapa**, cd (meio magnético), 2004.