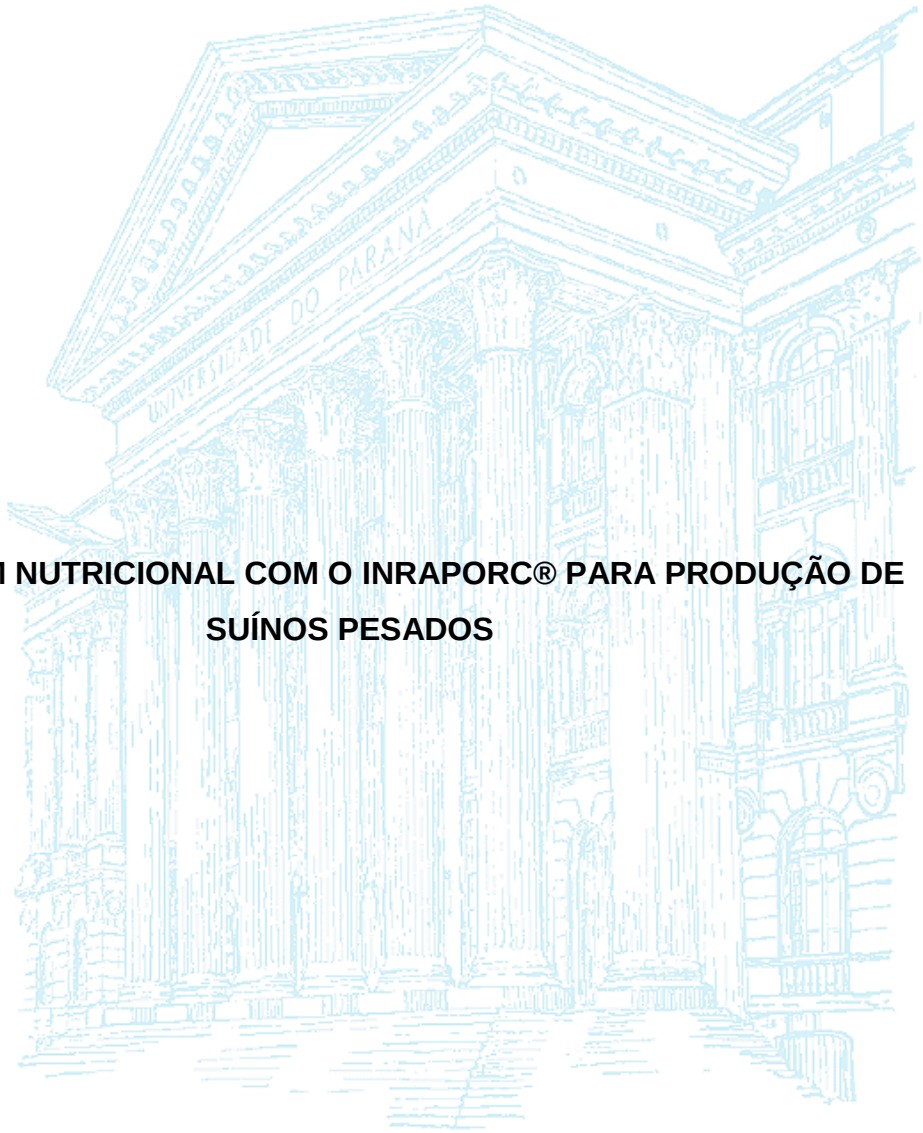
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

SIMONA MILÉO SIQUEIRA



MODELAGEM NUTRICIONAL COM O INRAPORC® PARA PRODUÇÃO DE SUÍNOS PESADOS

CURITIBA

2016

SIMONA MILÉO SIQUEIRA

MODELAGEM NUTRICIONAL COM O INRAPORC® PARA PRODUÇÃO DE SUÍNOS PESADOS

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski.

Co-orientadora: Dra. Marcia de Souza Vieira.

MARÇO

2016

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

UFPR

PARECER

A Comissão Examinadora da Defesa da Dissertação intitulada **"MODELAGEM NUTRICIONAL COM O INRAPORC® PARA PRODUÇÃO DE SUÍNOS PESADOS"** apresentada pela Mestranda **SIMONA MILÉO SIQUEIRA** declara ante os méritos demonstrados pela Candidata, e de acordo com o Art. 79 da Resolução nº 65/09–CEPE/UFPR, que considerou a candidata APROVADA para receber o Título de Mestre em Zootecnia, na Área de Concentração em Nutrição e Produção Animal.

Curitiba, 30 de março de 2016.

Professor Dr.º Marson Bruck Warpechowski
Presidente/Orientador

Professor Dr. Antônio João Scandolera
Membro

Professora Dra Cheila Roberta Lehnen
Membro

Aos meus pais, Genival e Cinara

Pela dedicação incansável, ensinamento e valores que me ajudaram a ser quem sou e a vencer cada etapa difícil para realização dos meus sonhos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por estar sempre comigo, por me guiar, abençoar, ser meu amparo em todos os momentos e me proporcionar a delícia que é viver.

Aos meus pais, não há outro amor e respeito a ser comparado, obrigada por tudo, sou grata por ser esse pedacinho de vocês dois.

Ao Professor e Orientador Dr. Marson, pela oportunidade, confiança, orientações e mates que aqueciam a gelada Curitiba. Obrigada por estes dois anos incríveis de conhecimentos que me proporcionou.

Aos demais professores do PPGZ e departamento de Zootecnia, pelas ótimas aulas e ensinamentos.

À Co-orientadora Dra. Marcia, pessoa especial que levarei para toda vida, amiga que está em minhas orações e coração, por tudo que fez por mim, ensinamentos teóricos e práticos, puxões de orelha, dinheiro emprestado, risadas, paciência. Obrigada por ter entrado na minha vida.

A todo pessoal do Labsiszoot, especial para Dra. Ana Rosália maravilhosa amiga, linda e chique, de alma humilde e coração carinhoso. Rosyara, por ser minha parceira nesse caminho louco que é a pós-graduação. Os amigos Eduardo, Tião e Marcelo, por me fazer rir esquecendo os problemas da vida, pelas conversas e por me proporcionarem uma ótima e divertida lembrança.

As alunas de IC, Anna, Vick e Kerol, por me ajudar no trabalho “bruto”, pelas confidencias, novidades e babados compartilhados.

Às amigas Paty, Camila, Jhess, Tatá, Amanda e Pepe, que longe ou perto me ajudam muito, amo vocês!

Ao meu Diego, pela parceria, ajuda, compreensão, conselhos, brincadeiras. Valeu ainda mais a pena porque havia você.

A minha família, vó Marly, Brisa, Japa, Tuka, Glen, tia Re e tio Sid, tia Dat e tio Pety, estes que não deixam minha “peteca cair” e os quais eu sinto saudades todos os dias.

Obrigada a todos vocês, sozinha seria difícil e ruim chegar até aqui!

RESUMO

As exigências nutricionais variam entre os suínos de uma dada população e também ao longo do crescimento animal. Com o intuito de maximizar respostas, os requisitos nutricionais dos suínos são geralmente associados com a de animais mais exigentes, o que resulta em animais alimentados com excesso de nutrientes na dieta. A modelagem matemática apresenta-se como ferramenta útil para adequar tanto o manejo nutricional como o alimentar dos animais de acordo com as características e objetivos de cada sistema. Diante disso, destaca-se o programa Inraporc®, um modelo de previsão nutricional e análise de crescimento de suínos dos 15 aos 150 kg, desenvolvido com o intuito de caracterizar facilmente os animais, com base em dados observados e avaliar os diferentes cenários encontrados a campo. O objetivo da realização deste trabalho foi avaliar o efeito da utilização de uma estratégia alimentar, formulada com auxílio do programa Inraporc®, sobre o desempenho, utilização dos aminoácidos e energia em relação à curva de deposição de proteína de suínos pesados, suas características de carcaça e o custo de alimentação. Constatou-se que a estratégia nutricional feita com auxílio do modelo Inraporc® para suínos pesados foi eficaz na manutenção do desempenho e das características de carcaça, além de ser eficiente na relação ganho de massa proteica por nutrientes e energia consumidos ou nitrogênio excretado e na redução de custo de alimentação.

Palavras-chave: Deposição de proteínas. Estratégia nutricional. Modelagem. Suínos pesados.

ABSTRACT

The nutritional requirements vary among pigs in a given population and also over animal growth. In order to maximize response, the nutritional requirements of pigs are generally associated with the high animal, which results in animals fed excess nutrients in the diet. Mathematical modeling is presented as a useful tool to fit both the nutritional management as animal feed according to the characteristics and objectives of each system. Thus, the is Inraporc® program, a nutritional forecasting model and pig growth analysis from 15 to 150 kg, developed in order to easily characterize the animals, based on observed data and evaluate different scenarios found the field. The objective of this work was to evaluate the effect of using a nutritional strategy, formulated with by Inraporc® program on performance, utilization of amino acids and energy in relation to protein deposition curve of heavy pigs, their carcass traits and the fed cost. It was found that the nutritional strategy made by Inraporc® model was effective in maintaining the performance and carcass traits, as well as being effective in relation gain protein mass for nutrients, energy consumed or excreted nitrogen and reducing fed cost.

Key-words: Protein deposition. Nutritional strategy. Modelling. Heavy pig.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1 - Curva teórica de referência de deposição de proteína (DP), utilizada para formular as dietas e o programa de arraçoamento do tratamento Modelado, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho..... 36

FIGURA 2 - Comportamento dos aminoácidos nas curvas de deposição de proteína (DP), seguindo o mesmo padrão da utilização da lisina..... 41

FIGURA 3a - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento À vontade – Grupo 1..... 41

FIGURA 3b - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento À vontade – Grupo 2..... 42

FIGURA 4a - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento Fixo - Grupo 1..... 42

FIGURA 4b - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento Fixo – Grupo 2..... 43

FIGURA 5a - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento Modelado – Grupo 1..... 43

FIGURA 5b - Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade ara ganho, observada no tratamento Modelado – Grupo 2..... 44

FIGURA 6a - Consumo energia líquida (Mcal/kg) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 46

FIGURA 6b - Consumo proteína bruta (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 46

FIGURA 6c - Consumo lisina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 47

FIGURA 6d - Consumo metionina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 47

CAPÍTULO 3

FIGURA 1a - Consumo energia líquida (Mcal/kg) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 61

FIGURA 1b - Consumo proteína bruta (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 63

FIGURA 1c - Consumo lisina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo, Modelado – Grupos 1 e 2..... 63

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1- Composição de ingredientes e níveis nutricionais das dietas experimentais..... 37

TABELA 2- Média e desvio padrão das temperaturas média, máxima, mínima e umidade relativa do ar observadas em cada período para os Grupos 1 e 2..... 38

TABELA 3 - Desempenho estimado e observado de suínos pesados em terminação submetidos a três estratégias alimentares (média ± desvio padrão)..... 40

TABELA 4 - Eficiência de utilização de nutrientes, energia e excreção de nitrogênio para ganho de carne magra..... 49

CAPÍTULO 3

TABELA 1 - Composição de ingredientes e níveis nutricionais das dietas experimentais..... 58

TABELA 2 - Características de carcaça de suínos submetidos a três estratégias nutricionais..... 60

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

AA - Aminoácidos
AGord - Área de gordura
AOL - Área de olho de lombo
AV - Manejo alimentar à vontade (*ad libitum*)
CA - Conversão alimentar
CC - Comprimento de carcaça
CEL - Consumo de energia líquida
CEM - Consumo de energia metabolizável
CProteína - Consumo de proteína
CLisina - Consumo de lisina
CMA - Custo médio de alimento
CR - Consumo de ração
CRD - Consumo de ração diário
CTR - Custo total de ração
DP - Deposição de proteína
ET - Espessura de toucinho
ET/P2s - Espessura de toucinho no ponto P2s
ET/US - Espessura de toucinho com ultrassom
FDA - Fibra detergente ácido
FDN - Fibra detergente neutro
GPD - Ganho de peso diário
IC - Intervalo de confiança
INRA - Instituto Nacional de Pesquisa Agronômica
NRC - National Research Council
PB - Proteína bruta
PCF - Peso carcaça fria
PCM - Porcentagem carne magra
PCQ - Peso carcaça quente
PI - Peso inicial
PF - Peso final
PL - Profundidade de lombo
RC - Rendimento de carcaça

RP - Rendimento de pernil

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO GERAL..... 15

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA..... 17

1.1. INTRODUÇÃO..... 17

1.2. ANIMAL..... 17

1.2.1. SUÍNOS PESADOS..... 17

1.3. ESTRATÉGIAS ALIMENTARES NA NUTRIÇÃO ANIMAL..... 19

1.4. MODELAGEM..... 22

1.5. INRAPORC®..... 23

1.6. REFERÊNCIAS..... 25

CAPÍTULO 2

DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO CORPORAL DE SUÍNOS ABATIDOS ACIMA DE 100 kg COM DIETA AJUSTADA POR MODELAGEM COM O PRORAMA INRAPORC®

INTRODUÇÃO..... 34

MATERIAL E MÉTODOS..... 35

RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 39

CONCLUSÃO..... 50

REFERÊNCIAS..... 51

CAPÍTULO 3

CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS ABATIDOS ACIMA DE 100 kg COM DIETA AJUSTADA POR MODELAGEM COM O PROGRAMA INRAPORC®

INTRODUÇÃO..... 55

MATERIAL E MÉTODOS..... 56

RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 60

CONCLUSÃO..... 65

REFERÊNCIAS..... 66

ANEXO

APROVAÇAO NO COMITE DE ÉTICA DO SETOR DE CIENCIAS

AGRARIAS..... 69

APRESENTAÇÃO

A suinocultura brasileira tem conquistado seu espaço no cenário de produção tanto nacional como mundial, ocupando atualmente a quarta posição de maior produtor mundial de carne suína. Esses animais são abatidos tradicionalmente com peso vivo médio de 100 kg, porém, nos últimos anos a evolução de estudos e de tecnologias na suinocultura permitiu a produção de carcaças mais pesadas. De acordo com a legislação brasileira, são considerados “suínos pesados”, animais com peso mínimo de abate de 130 kg. Essa elevação no peso de abate pode proporcionar redução de custos de produção, aumento da eficiência do processo produtivo, diversificação de cortes e a fabricação de produtos especiais e diferenciados. Entretanto, o aumento no peso de abate ainda é uma pratica pouco utilizada no Brasil, devido à impressão difundida nos setores de produção de que ocorrerá aumento na quantidade de gordura subcutânea (toucinho), muito embora estudos tenham mostrado que a produção de suínos com elevado peso de abate tem pouco efeito sobre as características e qualidade da carcaça.

A utilização de estratégias nutricionais específicas para este novo perfil animal é outro fator que deve ser considerado do ponto de vista produtivo, econômico e ambiental, principalmente quando se considera o alto custo (60%) da alimentação dentro do sistema de produção. A determinação das exigências pelo método empírico, encontrado nas principais tabelas, é definida por uma exigência nutricional média dos animais, ou seja, tal método estima a exigência para apenas um indivíduo que representará uma população, não considerando assim a variabilidade entre os mesmos. Isto resulta na utilização de dietas com excesso de nutrientes para atender uma margem de segurança que garanta que todos os animais expressem a máxima resposta em termos de desempenho, quando se trata de alimentar populações heterogêneas. Rações desbalanceadas, principalmente no que se refere a aminoácidos e minerais causam despesas ao produtor, aumento na excreção de nitrogênio e fósforo nos dejetos e podem não ser eficientes quanto a proporcionar melhor desempenho animal. Desta forma, o desenvolvimento de estratégias nutricionais feitas com base nos cenários de produção, ao perfil animal da granja com o ajuste do

balanço entre a oferta de nutrientes dos ingredientes e a exigência nutricional dos animais pode otimizar os sistemas produtivos

Desenvolvido pelo Institut National de la Recherche Agronomique da França (INRA), o Inraporc® é um conjunto de equações integradas matematicamente que simulam o crescimento animal. Esse programa baseia-se no conceito de que a utilização dos nutrientes é um fenômeno dinâmico, e isso o torna mais eficiente quando comparado a outros modelos empíricos em relação à estimativa de exigências, sendo uma ótima ferramenta de auxílio para tomada de decisões dos nutricionistas e para o ajuste nutricional e econômico da dieta.

Na literatura atual há uma lacuna quanto ao estudo de estratégias nutricionais para suínos pesados, o que justifica a realização deste trabalho. O objetivo desta dissertação foi o de propor uma estratégia nutricional para suínos pesados de até 150 kg de peso vivo, com auxílio do programa Inraporc® e avaliar as respostas de desempenho, qualidade de carcaça e custo de produção. A dissertação foi dividida em três capítulos, de forma sequencial. Capítulo 1 a revisão bibliográfica sobre o tema, capítulo 2 intitulado “Desempenho e composição corporal de suínos abatidos acima de 100 kg com dieta ajustada por modelagem com o programa Inraporc®” e o capítulo 3 intitulado “Características de carcaça de suínos abatidos acima de 100 kg com dieta ajustada por meio do programa Inraporc®”.

CAPÍTULO 1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Introdução

O crescimento da atividade suinícola se deve ao comprometimento dos profissionais da área em aliar economia de produção, qualidade de seus produtos, exigências de seus consumidores e sustentabilidade. Esse desenvolvimento do setor tem servido de estímulo para o investimento de novas tecnologias, tanto pelos produtores como pelas indústrias (ROPPA, 2005), auxiliando no posicionamento do país em quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína (ABPA, 2015)

Milho e farelo de soja são os ingredientes mais utilizados no Brasil para alimentação de suínos, e vêm se valorizando constantemente elevando os custos de produção (SILVA, 2003). Embora tenha ocorrido aperfeiçoamentos na suinocultura em todas as óticas de produção (nutrição, manejo, ambiência), a alimentação destes animais ainda representa em média 70% dos custos totais de produção (ROSSI et al., 2013; MONTEIRO, 2014). Por conta disso, torna-se importante buscar alternativas que possibilitem a redução de custos, mantenha o desempenho e que atenda a demanda existente no mercado globalizado.

Pequenos ajustes na composição da dieta podem ocasionar alterações nos custos produtivos e fazer grande diferença no total de nutrientes excretados pelos animais, o que é relevante do ponto de vista ambiental. A suinocultura é considerada um dos sistemas de produção animal com maior impacto poluidor do meio e, por isso, é bastante pressionada por órgãos ambientais para reduzir o impacto dos dejetos (MONTEIRO, 2014). Essas modificações nutricionais podem ser feitas de diversas maneiras, porém, o seu uso deve atender às necessidades dos animais, para que não ocorra déficits ou excessos, permitindo melhor utilização dos nutrientes, mantendo ou melhorando seu desempenho zootécnico e qualidade de carcaça.

1.2. O animal

1.2.1. Suínos pesados

O abate de suínos no Brasil é tradicionalmente realizado quando estes atingiam o peso entre 90 – 120kg. Durante muito tempo essa pratica não foi alterada devido à impressão difundida na cadeia suinícola de que, ao se aumentar o peso de abate, aumentaria também a quantidade de gordura subcutânea do animal e isso levaria à sua perda de eficiência alimentar (ROSA et al., 2008). Porém, a elevação no peso de abate dos suínos tem sido alvo de interesse pelos gestores de sua cadeia produtiva que têm como objetivo a redução de custos e aumento do volume final de produção (DUTRA Jr. et al., 2001).

De acordo com a normativa do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA (BRASIL, 2000), são considerados “suínos pesados”, animais com peso ao abate mínimo de 130 kg. Na transição para a sistema de produção de suínos pesados alguns importantes fatores devem ser considerados tais como: ponto ótimo de abate, dimensionamento das instalações, altura de linha nos abatedouros, volume de efluente produzido por kg de produto final, rendimento de cortes. Diante dessa nova estratégia para fase de terminação, a avaliação do efeito do peso de abate sobre as alterações no rendimento e qualidade da carcaça e da carne, bem como na economia do sistema produtivo, tem sido tema de pesquisas recentes (BERTOL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015). Oliveira et al. (2015) ao avaliarem o peso ótimo de abates de suínos observaram que o ponto ótimo econômico para o abate seria em torno de 135 kg de peso vivo, sem necessidade de alterações nas estruturas logísticas dentro do processo produtivo. Assim, para o mesmo volume de recursos utilizados, pode-se abater menor quantidade de cabeças com 135 kg do que com 100 kg de peso vivo, reduzindo o custo de abate por animal e obtendo-se o mesmo volume final de carne. Ainda segundo Latorre et al. (2004), com o aumento do peso de abate obtêm-se cortes com dimensões maiores, que podem ainda apresentar características para processamento e organolépticas melhores, consolidando-se como uma opção mais vantajosa. Em relação ao volume de dejetos produzidos, Pierozan (2014) ao avaliarem 3 pesos de abate (100, 135 e 145 kg) observaram que, com o mesmo número de animais por lote, a produção total anual de peso vivo é similar entre os pesos de abate, com menor volume de efluente anual acumulado nos pesos acima de 100 kg, não comprometendo a capacidade total de armazenamento do efluente.

Outro fator diretamente relacionado à economia no processo produtivo de suínos pesados, bem como nas suas respostas de desempenho é a correta determinação das suas exigências nutricionais e elaboração de estratégias alimentares ajustadas a este perfil animal. Á medida que aumenta a idade e o peso dos animais, ocorrem acentuadas mudanças fisiológicas que promovem mudanças nas características finais da carcaça. Frente a isto é possível utilizar métodos ou modelos de predição de características de carcaça, que mensurem excessos ou déficits de nutrientes e/ou energia, para se obter uma estratégia nutricional mais adequada à fase de crescimento ou produtiva em que se encontra o animal. Entretanto, existem poucos estudos para o desenvolvimento de estratégias nutricionais adequadas para suínos pesados em terminação, podendo a modelagem das necessidades nutricionais dos animais ser útil para elaborar tais informações (MAGAGNIN, 2015).

1.3. Estratégias alimentares na nutrição animal

Energia, aminoácidos, vitaminas, água e minerais são componentes essenciais que precisam ser fornecidos para os animais para seu crescimento, manutenção e produção. Ao longo do tempo, novas tecnologias para a pesquisas em nutrição têm sido desenvolvidas para quantificar mais precisamente as frações dos nutrientes que estão disponíveis para o metabolismo dos animais para fins de manutenção e de produção (POMAR et al., 2009). Desta forma, o valor nutritivo das rações não deve se basear apenas na composição de seus nutrientes, mas também no destino metabólico destes no animal (NOBLET e VAN MILGEN, 2004).

Entende-se como estratégia nutricional, o manejo de dietas (número de dietas) e a composição química e forma física das dietas. Já manejo alimentar seria o método de arraçoamento e quantidade diária oferecida. Suínos consomem alimentos para satisfazer suas necessidades de energia para manutenção e crescimento, desta forma, assume-se que o consumo de ração é feito de acordo com a concentração de energia da dieta, desde que fatores como tamanho de trato digestório, digestibilidade e densidade da dieta não sejam limitantes (WHITTEMORE et al., 2001). Além disso, a determinação do consumo

de acordo com a concentração energética da dieta também implica que os nutrientes sejam expressos em relação à energia da ração.

Em granjas comerciais é comum encontrar o manejo alimentar à vontade, desde o desmame até os animais atingirem o peso de abate do mercado. No entanto, quando o consumo de energia excede a exigência de produção de carne magra, a quantidade de gordura na carcaça suína tende a aumentar (WHITTEMORE et al., 1993), o que pode levar a perda de bonificação ao abate. Neste sentido, o uso da restrição alimentar é desejado quando promove aumento da eficiência alimentar e proporciona carcaças com maior percentual de carne magra (BELLAVER, 1995). A restrição alimentar pode ser quantitativa ou qualitativa, sendo que a primeira se dá pela redução da quantidade de ração fornecida aos animais e pode ser utilizada para redução do consumo de energia, proporcionando melhora na qualidade da carcaça (BARBOSA et al., 2003). Já a restrição alimentar qualitativa reduz o consumo energético pelos animais com a inclusão de ingredientes de menor valor calórico às rações (MAZZUCO et al., 2000). Entretanto, de acordo com Bertol et al (2001), nem sempre é possível observar o efeito da restrição alimentar nos animais, visto que fatores como sexo, genética e peso podem influenciar na eficiência da restrição. Com o aumento da idade e principalmente da espessura de toucinho, tem-se como resultando uma conversão alimentar maior que pode ser traduzida como uma menor eficiência produtiva do animal e um maior custo de produção a campo (FÀVERO e BELLAVER, 2001).

No que concerne ao ajuste nutricional das dietas, maiores esforços têm sido feitos quanto ao consumo de energia e aminoácidos. Neste sentido, dietas que eram formuladas com base na composição nutricional total dos ingredientes passaram a ser formuladas com base no conteúdo de energia líquida e aminoácidos digestíveis. Esse avanço permitiu expressar o valor nutricional dos ingredientes na mesma unidade das exigências de energia (exigência líquida) e aminoácidos, considerando o destino metabólico dos nutrientes no animal (HAUSCHILD, 2010). Assim, a formulação de dietas que sejam ajustadas ao desenvolvimento dos animais com a aplicação de novos conceitos como modelagem nutricional já é uma realidade.

A utilização de dietas com reduzido teor de proteína bruta (PB), por exemplo, vem sendo estudada ao longo dos anos. Rações com níveis proteicos

acima das necessidades dos animais fazem com que o excesso dos aminoácidos seja catabolizado, proporcionando sobrecarga no fígado e nos rins que precisarão eliminar o nitrogênio que se encontra em excesso (LE BELLEGO et al., 2002). Além disso, devido ao alto incremento calórico da proteína pode haver uma redução da energia líquida que seria destinada as funções produtivas. Ainda, considerando o custo da proteína dietética, geralmente fornecida na dieta a partir do farelo de soja, uma redução na inclusão deste ingrediente poderia carretar em redução dos custos de produção.

Com o avançar da idade, as necessidades proteicas dos animais diminuem e muitas das formulações de dietas de suínos apresentam conteúdo de proteínas e aminoácidos acima do exigido. Pena et al. (2013) não observaram diferenças significativas no desempenho de suínos em terminação recebendo dietas com 23 % de redução de proteína, acrescida de aminoácidos sintéticos.

A ingestão de aminoácidos é importante para crescimento de tecido magro, e a lisina é o primeiro aminoácido limitante na produção de suínos. Sua função está relacionada à deposição de proteína nos tecidos e é também o aminoácido referência na proteína ideal (NOGUEIRA et al., 2001). O conceito de "proteína ideal" pode ser definido como, o balanço exato de aminoácidos que é capaz de prover, sem excesso ou falta, os requerimentos de todos os aminoácidos necessários para a manutenção animal e máxima deposição proteica (SUIDA, 2001). Fazer uso desta técnica em dietas de suínos, além de auxiliar na redução de custos com alimentação, também contribui para redução de excreção de nitrogênio no meio. Segundo Sakomura e Rostagno (2007), o excesso de aminoácidos na dieta não contribui para melhorar o desempenho animal, ou seja, eles serão apenas usados de forma ineficiente. Dessa forma, a suplementação de dietas utilizando aminoácidos sintéticos, é uma das práticas que visam tanto minimizar o impacto ambiental como potencializar os resultados de desempenho e qualidade de carcaça (D'MELLO, 2003). Contudo, estudos com base em modelagem nutricional e alimentação de precisão tem mostrado que, mesmo as exigências de aminoácidos presentes nas atuais tabelas nutricionais estão superestimadas. Fraga et al. (2015) ao analisarem, por modelagem, as exigências de lisina para suínos em terminação em diferentes cenários de produção, observaram um excesso de 17,6 % de lisina em relação

ao exigido pelos animais, em todos cenários avaliados. Andretta et al. (2015) ao avaliarem por meio de modelo matemático, o equilíbrio de nutrientes na alimentação atendendo 110, 100, 90 e 80% das exigências de lisina para suínos em terminação, observaram que com a dieta sob medida que atendia 100% das necessidades nutricionais foi possível reduzir a ingestão de lisina digestível em 26%, a excreção de nitrogênio em 30% e os custos de alimentação em 10%, mostrando mais uma vez que a nutrição de precisão é eficaz em tornar a suinocultura sustentável sem comprometer a sua produção. Diante disso, é recomendado melhorar o balanço de aminoácidos na alimentação dos suínos e associar isto à redução de PB da ração, possibilitando uma maior eficiência na utilização dos nutrientes pelo animal (STAHLY et al., 1994).

A tendência para produção de suínos, gira em torno da alteração do peso de abate desses animais, sendo, portanto, essencial o conhecimento da curva de crescimento para a determinação de estratégias nutricionais adequadas a demanda destes animais para máximo desempenho e qualidade de carcaça. O uso da modelagem nutricional nas estimativas das exigências de suínos pesados pode proporcionar a formulação de dietas mais ajustadas nutricionalmente e eficientes quanto ao desempenho.

O conhecimento das exigências nutricionais torna-se mais crítico quando se aumenta o número de dietas no plano alimentar. Brossard et al. (2009) mostraram que a utilização de modelos determinísticos para estimativa de exigências nutricionais são limitados quando comparados a uma abordagem estocástica.

1.4. Modelagem

A modelagem é uma ferramenta considerada parte importante do processo evolutivo da ciência animal, pois permitiu descrever os diferentes processos biológicos por meio de uma série de equações (LOVATO, 2013) e tem ajudado há muito tempo, a melhor compreender a nutrição animal (BALDWIN, 1995; MCNAMARA, 2005). Diante disso, a modelagem vem se mostrando uma eficiente ferramenta para estimar exigências nutricionais, integrando de forma dinâmica a utilização dos nutrientes, compreendendo os mecanismos biológicos e a variação dos fenômenos digestivos e metabólicos dos animais (LOVATTO e

SAUVANT, 2001), sendo também muito útil para adequar o manejo alimentar e nutricional de acordo com as características e objetivos de cada sistema de produção.

Compreendendo a ciência da modelagem, conseguimos desenvolver estratégias alimentares adequadas e adotar uma nutrição mais precisa, melhorando o desempenho animal e reduzindo a poluição ambiental (POMAR et al., 2009). A mínima ingestão de aminoácidos obtida através do uso da modelagem na suinocultura, permite diminuir os custos de produção e reduzir a excreção de nutrientes pelos animais, conquistando uma produção mais sustentável (CERON, 2013). De modo geral, a modelagem auxilia na representação da realidade, dando suporte às tomadas de decisões, facilitando assim o planejamento e a previsão das atividades. Na produção de suínos, apresenta-se como um importante instrumento de auxílio para predição de medidas das características de interesse, levando em consideração fatores genéticos, nutricionais, ambientais e de manejo ao longo das fases de criação (VAN MILGEN et al., 2008), oferecendo suporte para os nutricionistas trabalharem com informações mais confiáveis da real exigência dos animais, para seu crescimento e produção (CERON, 2013).

1.5. Inraporc®

Desenvolvido pelo *Institut National de la Recherche Agronomique* (INRA) na França, o Inraporc® é uma ferramenta de modelagem dinâmica que permite estimar as exigências nutricionais e simular o crescimento e desempenho dos suínos. Para sua criação, foram levados em conta conceitos nutricionais de aminoácidos digestíveis, proteína ideal e energia líquida (MOUGHAN, 2003; VAN MILGEN et al., 2008; NOBLET et al., 1994), integrando de forma dinâmica, mecanicista e determinista fatores nutricionais, genéticos, ambientais e de comportamento animal (VAN MILGEN et al. 2008).

É uma importante ferramenta que auxilia na elaboração de estratégias nutricionais de suínos, possuindo um módulo para animais em crescimento e terminação de 15 a 150 kg. Seu sistema permite caracterizar um perfil animal em um determinado cenário de produção, baseando-se em duas variáveis, sendo elas, proteína corporal e lipídeo corporal (VAN MILGN et al., 2008), permitindo

desse modo, avaliar os nutrientes que serão utilizados nas diferentes finalidades da produção animal.

A ingestão e utilização de energia e nutrientes, juntamente com o potencial de deposição proteica, são as principais características usadas para caracterizar o perfil animal (LOVATO, 2013). De acordo com Brossard et al (2006), o Inraporc® determina o perfil animal de uma população através da relação entre consumo e crescimento. Dessa forma, adota uma estratégia onde o usuário pode caracterizar o perfil animal de acordo com as condições encontradas à campo (HAUSCHILD, 2010).

O modelo também permite reduzir o impacto ambiental, desenvolvendo sustentáveis sistemas de produção (JONDREVILLE e DOURMAD, 2005; VAN MILGEN et al., 2009), observando os nutrientes que aparecem em excesso e diminuindo a inclusão destes na dieta, propondo assim programas alimentares que podem ser mais baratos e com menor excreção. No Brasil, ainda são poucos os trabalhos conhecidos com a utilização do Inraporc®, entre eles encontram-se trabalhos de ajustes de dietas de crescimento e terminação com o objetivo de otimizar a utilização de nutrientes (FRAGA et al., 2015) e destes juntamente com o intuito de redução de custos de produção (ROSSI et al., 2013; LOVATO et al., 2014), outros que avaliaram o sistema para predição do desempenho de suínos terminados (WARPECHOWSKI et al., 2014), excreção de nutrientes (PIEROZAN, 2014) e métodos de calibração do Inraporc® e erros de predição para sistema de terminação de suínos pesados (MAGAGNIN, 2015). Entretanto, ainda não foram encontrados trabalhos a respeito da avaliação do modelo para o desenvolvimento de estratégias nutricionais para suínos pesados, fazendo com que os animais atinjam as características de carcaça desejáveis pela indústria, com bom desempenho a campo, mantendo ou melhorando a eficiência do sistema produtivo e resultando em redução de custos.

1.6. REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório anual**. São Paulo, SP. Disponível em: abapa-br.com.br/files/RelatorioAnual_UBABEF_2015_DIGITAL. Acesso em: 09/02/2016.

ANDRETTA, I.; POMAR, C.; RIVEST, J.; POMAR, J.; RADÜNZ, J. Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. **Animal**, p. 1-11, 2015.

BALDWIN, R. L, **Modelling ruminant digestion and metabolism**. New York, Champman & Hall, p. 469-518, 1995.

BARBOSA, H. C. A; VIEIRA, A. A.; ALMEIDA, F. Q. et al [2003]. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e energia na dieta. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 55, n. 5, 2003. Disponível em: <http: //www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0 02-09352003000500015> Acesso em: 04/11/2015.

BELLAVER, C. Qualidade da carcaça relacionada à restrição alimentar. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1995, Campinas. **Anais...**, Campinas: CBNA, 1995. P. 21-27.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pig slaughtered over 100kg live weight. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.4, p.1166-1174, 2015.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BELLAVER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 417-424, 2001.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Presunto Tipo Parma. **Instrução Normaitva nº 22, de 31 de julho de 2000**, Brasília, DF, 31 de jul 2000. Disponível em http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1570> Acesso em 10/09/15.

BROSSARD, L.; DOURMAD, J-Y.; RIVEST, J.; VAN MILGEN, J. Modeling the variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feed strategy. **Animal**, Cambridge, UK, v.3, n.8, p.1114-1123, 2009.

BROSSARD, L.; VAN MILGEN, J.; LANNUZEL, P-Y.; BERTINOTTI, R.; RIVEST, J. analyse des relation entre croissance et ingestion à partir de cinétiques individuelles: implications dans la définition de profils animaux pour la modélisation. **Journées Recherche Porcine**, Paris, FR, v.38, p.217-224, 2006.

CERON, M. S. **Exigências de manutenção e eficiência de deposição de lisina e treonina para suínos**. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

D'MELLO, J. F. **Amino acids in animal nutrition**. CABI, 2003.

DUTRA JR., W. M.; FERREIRA, A. S.; TAROUCO, J. U.; EUCLYDES, R. F.; DONZELE, J. L.; LOPES, P. S.; CARDOSO, L. L. Estimativas de rendimentos de cortes e de tecidos de suínos em diferentes pesos de abates pela técnica de ultra-sonografia em tempo real. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1243-1250, 2001.

FÁVERO, J. A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1, 2001, Campinas, SP. **Anais...**Campinas, SP: CTC/ITAL, 2001. p.2.

FRAGA, B. N.; LOVATTO, P. A.; RORATO, P. R. N.; OLIVEIRA, V.; ROSSI, C. A. R.; LEHNEN, C. R. Modeling performance and nutritional requirements of pigs

lots during growth and finishing. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v.45, n.10, p.1841-1847, 2015.

FRAGA, A. L.; THOMAS, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; MALHEIROS, E.B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.37, n.5, p.869-875, 2008.

HAUSCHILD, L. **Modelagem individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento**. 142f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

JONDREVILLE, C.; DOURMAD, J-Y. Le phosphore dans la nutrition des porcs. **INRA Production Animal**, Paris, FR, v.18, n.3, p.183-192, 2005.

LATORRE, M. A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D. G.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. The effect of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 526-533, 2004.

LE BELLEGO, L.; NOBLET, J. Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low-protein diets. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 76, n. 1/2, p. 45-58, 2002.

LOVATTO, P. A.; SAUVANT, D. Modelagem aplicada aos processos digestivos e metabólicos dos suínos. **Ciência Rural**, v. 31, n.4, p. 663-670, 2001.

LOVATO, G. D.; KESSLER, A. M.; VALE, M. M.; BORILLE, R.; GIANLUPPI, R. D. F.; PEZZALI, J. G.; VILELLA, L. M.; ONGARATTO, C. Utilização do modelo InraPorc® no ajuste de programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação: características de carcaça. In: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, **Anais...**Vitória – ES, 2014.

LOVATO, G. D. **Ajustes nutricionais para suínos em crescimento e terminação através de uma ferramenta de nutrição de precisão**. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

MAGAGNIN, S. F. **Métodos de calibração do Inraporc® e erros de predição para um sistema de terminação de suínos pesados**. 87f. (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MAZZUCO, H.; GUIDONI, A. L.; JAENISCH, F. R. Efeito da restrição alimentar qualitativa sobre o ganho compensatório em frangos de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 543-549, 2000.

McNAMARA, J. P. Mechanistic modelling at the metabolic level: a model of metabolism in the sow as an example. In: GOUS, R. M.; MORRIS, T. R. and FISHER, C. (Eds) **Mechanistic modelling in pig & poultry production**. CAB International, p. 282-304, 2005.

MONTEIRO, A. N. T. R. **Avaliação de programas nutricionais com redução do nível de proteína bruta e fósforo total da dieta para suínos na fase de crescimento e terminação**. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

MOUGHAN, P. J. Simulating the partitioning of dietary amino acids: new directions. **Journal of Animal Science**, Champaign, USA, v.81, n.14, p.60-67, 2003. Suppl.2.

NOBLET, J.; VAN MILGEN, J. Energy value of pig feeds: effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82, p. E229-238, 2004.

NOBLET, J. et al. Prediction of net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.72, n.2, p.344-354, 1994.

NOGUEIRA, E. T.; TEIXEIRA, A. O.; PUPA, J. M. R.; LOPES, D. C. Manejo nutricional e alimentação nas fases de recria e terminação de suínos. In: Encontros Técnicos ABRAVES, 2001, Concórdia-SC. **Anais...** Concórdia-SC, p. 35-54, 2001.

OLIVEIRA, E. A.; BERTOL, T. M.; COLDEBELA, A.; SANTOS FILHO, J. I.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.6, p.1743-1750, 2015.

PIEROZAN, E. A. **Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados**. 97f (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

POMAR, C.; HAUSCHILD, L.; ZHANG, G. -H.; POMAR, J.; LOVATTO, P. A. Applying precision feeding techniques in growing-finishing pig operation. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 226-237, 2009.

ROPPA, L. **Produção mundial de carne suína**, 2005. Disponível em: http//www.porkworld.com.br/porkworld/publicações.asp?pais=brasil&código=42009. Acesso em 19/11/2015.

ROSA, A. F.; GOMES, J. D. F.; MARTELLI, M. R.; SOBRAL, P. J. A.; LIMA, C. G. Qualidade de carcaça de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 5, p. 1394-1401, 2008.

ROSSI, C. A. R.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; FRAGA, B. N.; LOVATO, G. D.; CERON, M. S. Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n.4, p.689-695, 2013.

SAKOMURA, N. K.; ROSTAGNO, H. S. **Métodos de pesquisa em nutrição de monogástricos**. Jaboticabal: Funep, 283p, 2007.

SILVA, M. L. F. **Formulação de rações para suínos em terminação utilizando valores de digestibilidade ileal verdadeira de aminoácidos**. 65p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

STAHLY, T. S.; WILLIANS, N. H.; SWENSON, S. Impact of genotype and dietary amino acid regimen on growth of pigs from 6 to 25 kg. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 165-176, Jan, 1994.

SUIDA, D. Proteína ideal, energia líquida e modelagem. In: SIMPOSIO INTERNACIONAL DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2001, Santa Maria... **Anais...** Santa Maria: [s.n], 2001.

VAN MILGEN, J.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; DOURMAD, J-Y. Using Inraporc to reduce nitrogen and phosphorus excretion. **Recent Advances in Animal Nutrition**, [S.l], v.2008, n.1, p.179-194, 2009.

VAN MILGEN J., VALANCOGNE A., DUBOIS S., DOURMAD J-Y., SÈVE B., NOBLET J. InraPorc: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, p. 387–405, 2008.

WARPECHOWSKI, M. B.; BROSSARD, L.; HAUPTLI, L.; PIEROZAN, E. A.; QUADROS, J. A.; MUCHALAK, D. N.; MACHADO, M. F.; SCANDOLERA, A. J. Evaluation du modèle nutritional InraPorc pour un système de finition de porcs lourds du sud du Brésil. **Journées Recherche Porcine**. v.46, p.133-134, 2014.

WHITTEMORE, C. T.; CLOSE, W. H.; HAZZLEDINE, M. J. Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: Food intake. **Animal Science**, Penicuik, UK, v.73, p.3-17, 2001.

WHITTEMORE, C. Nutritional manipulation of carcass quality in pigs. In: COLE, D. J. A. (Ed.). **Recent development in pig nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, p. 12-19, 1993.

CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E COMPOSIÇÃO DE SUÍNOS ABATIDOS ACIMA DE 100 kg COM DIETA AJUSTADA POR MODELAGEM COM O PROGRAMA INRAPORC®

RESUMO - O presente experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da utilização de uma estratégia alimentar, formulada com auxílio do programa Inraporc®, sobre o desempenho, utilização dos aminoácidos e energia em relação à curva de deposição de proteína de suínos pesados. Foram utilizados 36 suínos machos castrados, peso vivo 87,8 ± 7,52kg aos 143 d de idade, alojados por 55 d. Ao início do experimento foram estabelecidos dois grupos, sendo o G-1 (n=18) abatido na 5º e o G-2 (n=18) abatido na 8º semana. Os tratamentos foram constituídos pela estratégia nutricional à vontade (AV) e Fixa (2,75 k/d) com uso de dieta comercial e estratégia nutricional Modelada (2,75 a 2,53 e 2,75 a 2,44 kg/d, respectivamente no G-1 e G-2). O desempenho estimado ficou dentro do intervalo de confiança (95%) em relação ao observado, com exceção para o ganho de peso do tratamento Fixo no G-2 (0,79-0,93; P<0,05). A restrição da energia e proteína não reduziu o desempenho e as taxas de deposição de proteína (DP) do tratamento Modelado. A curva de utilização de AA em relação à DP observada no tratamento Modelado foi semelhante à curva da estratégia proposta feita pelo programa. A excreção de nitrogênio por ganho percentual de carne magra foi 71 e 61% inferior no tratamento Modelado, enquanto a eficiência na utilização da lisina foi 45 e 22% superior, em relação ao AV e Fixo, respectivamente. A estratégia nutricional feita com auxílio do modelo Inraporc® para suínos pesados foi eficaz na manutenção do desempenho e se mostrou eficiente na relação ganho de massa proteica por nutrientes e energia consumidos ou nitrogênio excretado.

Palavras-chave: Estratégia nutricional. Deposição de proteína. Suínos pesados.

CAPTHER 2. PERFORMANCE AND BODY COMPOSITION OF PIGS SLAUGHTERED UP 100 kg WITH DIET ADJUSTED BY MODELING WITH THE INRAPORC® PROGRAM

ABSTRACT - The objective of the study was to evaluate the effect of a nutritional strategy adjusted to heavy pigs requirements by Inraporc® on performance, amino acid and energy utilization in relation to curve of protein deposition. Thirty-six pigs with 87.8 ± 7.52 kg live weight and 143 d of age were allotted in pen for 55 d. At the beginning, two experimental groups were established, being the slaughter of G-1 (n=18) after 5 wks and G-2 (n=18) after 8 wks. The nutritional strategies were: Ad libitum (AL) and Fixed (2.75 kg/d) with commercial diet and Modulated (2.75 a 2.53 e 2.75 a 2.44 kg/d, respectively to G-1 and G-2). The estimated performance is within the confidence interval (95 %) compared to that observed, except for the weight gain in treatment Fixed G-2 (0.79 to 0.93 ; P <0.05) . The restriction of energy and protein did not reduce performance and protein deposition rates (PD) in the Modeled treatment. The curve of AA utilization in relation to PD observed in the Modeled treatment was similar to the curve of the strategy proposal made by the program. Nitrogen excretion by percentage gain of lean meat 61 was 71 % lower in the Modeled treatment, while efficient use of lysine was 45 and 22 % higher relative to AV and Fixed, respectively. The nutritional strategy made with the Inraporc® system model for heavy pigs was effective in maintaining the performance and proved being efficient in relation gain protein mass for nutrients and energy consumed or nitrogen excreted.

Key-words: Nutritional strategy. Protein deposition. Heavy pig.

2.1 INTRODUÇÃO

O peso de abate de suínos varia consideravelmente entre países em função de características culturais e objetivos de produção. No Brasil, o peso médio de abate encontra-se entre 90 a 120 kg de peso vivo, de forma que animais abatidos acima de 130 kg são classificados como “suínos pesados” (BRASIL, 2000). Em países europeus como Itália e Espanha são praticados abates com pesos acima de 150 - 160kg (LA TORRE et al., 2004). Pesquisas prévias com suínos pesados mostram viabilidade econômica de produção, aumento no rendimento de corte da carcaça e na quantidade de carne por unidade abatida (FRAGA et al., 2008; BERTOL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015).

Quanto ao desenvolvimento de estratégias nutricionais para a produção de suínos pesados, bem como informações sobre a atual composição corporal destes animais há uma lacuna na literatura. As atuais recomendações nutricionais são baseadas em tabelas como a de Rostagno et al. (2011) e NRC (2012) para animais abatidos em pesos tradicionais. Além disso, as exigências são determinadas por fase de produção e com margens de segurança que excedem as reais exigências nutricionais dos animais. O excesso de nutrientes é utilizado para garantir que todos os animais expressem a máxima resposta (ganho de peso, deposição proteica, etc) quando se trata de alimentar populações heterogêneas (HAUSCHILD, 2010). Embora muitas vezes eficiente essa técnica pode levar a imprevisões, pois o excesso de nutrientes tende a produzir carcaças mais gordas e aumento na excreção de nutrientes nos dejetos. A avaliação de estratégias nutricionais específicas para suínos pesados, entretanto, tem sido pouco pesquisada.

Neste sentido, a modelagem matemática aplicada à produção animal é uma ferramenta que auxilia o nutricionista na tomada de decisão quanto a mudanças nos cenários de manejo, e tem-se mostrado importante nas pesquisas nutricionais de suínos, tanto pela sua precisão em simular, como na representação dos acontecimentos biológicos dos animais, através de dados coletados a campo. Desenvolvido na França pelo INRA UMR SENAH, o Inraporc® é um conjunto de equações que permite simular a resposta animal,

em função de diferentes sistemas de produção e abrangendo uma faixa de peso entre 15 a 150 kg de peso vivo (VAN MILGEN et al., 2008a). Essa ferramenta aplica a modelagem com base na expressão do potencial genético, variações ambientais, nutricionais, instalações e manejo das granjas, permitindo predizer e avaliar o desempenho animal (VAN MILGEN et al., 2008b). Em condições brasileiras, estudos com a utilização do Inraporc® tem apresentado bons resultados de previsão das estimativas de desempenho tanto para animais abatidos na faixa de peso tradicional (ROSSI et al., 2013) quanto para suínos pesados (PIEROZAN, 2014; WARPECHOWSKI et al., 2014; MAGAGNIN, 2015).

O estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da utilização de uma estratégia alimentar, formulada com auxílio do programa Inraporc®, sobre o desempenho, utilização dos aminoácidos e energia em relação à curva de deposição de proteína de suínos pesados.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ensino Aplicado de Ciências Agrárias na Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais-PR, Brasil. Os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFPR (Protocolo n° 047-2013).

Foram utilizados 36 suínos machos castrados, híbridos comerciais da empresa Agroceres PIC® com peso médio inicial de 87,8 ± 7,52 kg, idade inicial de 143 dias, provenientes de uma granja comercial integradora. Os animais foram alojados em galpão convencional de piso cimentado durante 55 dias e distribuídos em um delineamento inteiramente ao acaso, sendo três tratamentos, quatro repetições e três animais por baia. Ao início do experimento foram estabelecidos dois grupos experimentais de 18 animais, sendo o primeiro grupo (G-1) abatido na 5º semana e o segundo grupo (G-2) na 8ºsemana experimental.

Os tratamentos foram constituídos por três estratégias alimentares: À vontade (AV), Fixo e Modelado. Nos tratamentos AV e Fixo os animais receberam a mesma dieta comercial utilizada pela integradora. No tratamento Modelado a estratégia alimentar proposta (composição da dieta e quantidade

fornecida) foi desenvolvida por modelagem dinâmica com auxílio do programa Inraporc®. Para tanto, foram utilizados dados de desempenho e carcaça de 12 suínos machos castrados, com idade inicial de 128 dias e peso inicial e final de 76,4 – 157,5kg, submetidos à alimentação AV durante 82 dias (animais e dieta comercial de mesma origem do presente experimento) (PIEROZAN, 2014). O ajuste das dietas foi realizado por meio de tentativa, com alteração dos nutrientes que apareceram em excesso ou déficit, em relação ao potencial de deposição de proteína destes animais ao longo dos 82 dias de período experimental (Figura 1).

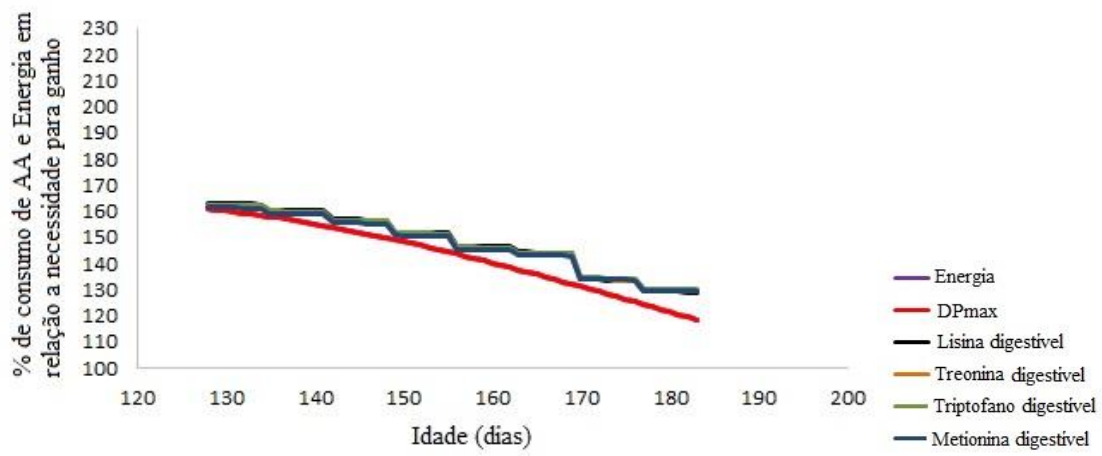


Figura 1. Curva teórica de referência da deposição de proteína utilizada para formular as dietas e o programa de arraçoamento do tratamento Modelado, expressa em % de consumo de AA e energia em relação à necessidade para ganho. Para a estimativa da curva foram utilizados dados de Pierozan, (2014).

Para o tratamento Modelado ainda foram então formuladas duas dietas: terminação 1, fornecida do início do experimento até a 6ª semana e terminação 2, fornecida nas duas últimas semanas. Assim, somente os animais do G-2 receberam as duas dietas experimentais do tratamento Modelado. Houve a inclusão dos aminoácidos sintéticos DL-Metionina, L-Treonina, L-Triptofano e redução, respectiva, de 61 e 70% de farelo de soja nas dietas terminação 1 e 2, quando comparada a dieta comercial. O perfil de aminoácidos da dieta modelada foi ajustado de acordo com o conceito de proteína ideal. A composição dos ingredientes, níveis nutricionais analisados e estimados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Composição de ingredientes e níveis nutricionais das dietas experimentais[1]

	Dietas		
Item	Comercial	Terminação-1	Terminação-2
Ingredientes (g/kg)			
Milho	780,70	863,30	869,80
Farelo de soja	195,00	76,00	59,00
Premix Min. Vit.[2]	4,00	4,00	4,00
Óleo soja	0,00	30,00	41,50
Sal	4,00	4,00	4,00
Calcário calcítico	5,00	6,00	6,00
Fosfato bicálcico	10,50	11,50	10,50
L-Lisina	0,80	3,70	3,70
L-Treonina	0,00	0,90	0,90
L-Triptofano	0,00	0,50	0,40
DL-Metionina	0,00	0,10	0,20
Composição analisada[3]			
Energia bruta (Mcal/kg)	3,89	3,57	4,07
Proteína bruta (g/kg)	139,00	96,90	95,20
Extrato Etéreo (g/kg)	24,60	52,30	51,70
Resíduo mineral (g/kg)	35,10	27,60	31,10
Fibra bruta (g/kg)	20,90	19,70	19,10
Cálcio (g/kg)	6,30	4,80	5,00
Fósforo total (g/kg)	4,50	4,30	4,10
Fibra em detergente neutro (g/kg)	147,30	144,00	143,50
Composição estimada[4]			
Energia líquida (Mcal/kg)	2,48	2,68	2,75
Lisina digestível (g/kg)	7,70	6,32	6,22
Metionina digestível (g/kg)	2,50	2,10	2,00
Treonina digestível (g/kg)	5,70	4,70	4,50
Triptofano digestível (g/kg)	1,50	1,30	1,20

[1]Dietas: Comercial, dieta de mesma composição utilizada pela integradora comercial; Terminação 1 e 2, dietas formuladas com níveis nutricionais ajustados ao perfil de suínos pesados de acordo com dados estimados pelo Inraporc®. Terminação 1: fornecida do início até a 6ª semana e Terminação 2 fornecida da 6ª a 8ª semana.

[2]Adicionado por kg dieta: Vitamina A, 7000,00 UI; vitamina D_3, 1200,00 UI; vitamina E, 12,00 UI; vitamina K, 1,60mg; vitamina B1, 1,00mg; vitamina B2, 3,20mg; vitamina B6, 1,50mg; vitamina B12, 14,00mcg niacina 20,00mg; ácido pantotênico, 12,00mg; colina, 0,20g; cobre, 125,00g; ferro, 80,00g; manganês, 70,00g; zinco, 150,00g; iodo,1,00mg; selênio, 0,30mg; virginiamicina, 5,50mg; fitase, 500 FTU.

[3]Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR.

[4]Estimada pelo Inraporc®.

O fornecimento de ração foi realizado em dois horários (08h30min e 16h30min), sendo a quantidade de ração diária fornecida por dia e por baia, pesada e acondicionada em sacos identificados individualmente. Para o manejo alimentar AV, para evitar desperdício de alimento e facilitar o manejo, a quantidade oferecida em cada arraçoamento foi ajustada, a fim de evitar desperdício ou déficit de ração no comedouro. Já no manejo alimentar Fixo, foi ofertado 2,75 kg/d durante todo período experimental, enquanto no Modelado o fornecimento foi ajustado semanalmente, variando de 2,75 a 2,53 kg/d e 2,75 a 2,44 kg/d respectivamente, no G-1 e G-2. As instalações eram equipadas com bebedouros tipo chupeta e comedouros tipo calha, que permitiam o acesso simultâneo ao alimento para todos os animais da baia.

A temperatura foi registrada diariamente por termômetro manual de máxima e mínima e o controle do ambiente térmico do galpão foi realizado por meio de manejo de cortinas. As Médias e desvios padrão da temperatura média, máxima, mínima e umidade relativa do ar observado em cada período para os grupos 1 e 2 encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Médias e desvios padrão da temperatura média, máxima, mínima e umidade relativa do ar observado em cada período para os grupos 1 e 2

Grupo	T. média (°C)	T. mínima (°C)	T. máxima (°C)	Umidade relativa do ar (%)
1	14,6 ± 3,3	9,4 ± 2,8	21,5 ± 4,8	81,7 ± 13,1
2	15,4 ± 3,0	10,6 ± 3,0	21,9 ± 4,4	82,8 ± 12,1

Fonte: SIMEPAR (2014)

Semanalmente foi avaliado o peso vivo (PV), consumo de ração (CR) e a espessura de toucinho (ET). A tomada de imagens de ET foi feita com ultrassom portátil de diagnóstico (modelo DigiPrice DP-3300VET) entre a última e penúltima costela a 6 cm lateral à linha dorsal. Os dados observados de desempenho e ET foram então introduzidos no sistema Inraporc® para a estimativa do desempenho, ET e curva de deposição de proteína do presente experimento. Desta forma, para o G-1 as estimativas das variáveis respostas foram feitas com 18 animais e 6 repetições, enquanto para o G-2 foram utilizados 18 animais e 9 repetições. Para a estimativa da ET, ainda foi realizada a correção dos coeficientes “a” e “c” na equação que expressa à relação entre a massa

lipídica corporal simulada pelo programa e a ET observada em suínos submetidos ao tratamento AV, de acordo com procedimento utilizado por MAGAGNIN (2015). Após a correção dos coeficientes foi realizada uma nova calibração do programa para que a nova equação fosse considerada na matriz do sistema (MAGAGNIN, 2015).

O consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar (CA), peso final e ET, observados ao final do período de alojamento foram comparados ao valor estimado pelo Inraporc® por meio de intervalo de confiança (IC) a 95%.

A curva de deposição proteica estimada pelo Inraporc® considera que para cada grama de proteína depositada há uma necessidade específica de aminoácidos (AA) e energia líquida exigida. Ela não é expressa em g/d ou Mcal de AA ou energia e sim, em número de vezes a necessidade para ganho, ou seja, a quantidade líquida de aminoácidos e energia (descontando mantença e ineficiências para ganho e mantença). As curvas dos tratamentos foram comparadas em relação à curva de deposição de proteína tomada como referência. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva e comparado com a curva de deposição de proteína utilizada para gerar a estratégia nutricional proposta (Figura 1).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças significativas entre os valores observados e estimados para peso final, CA e ET a um IC de 95% nos tratamentos Fixo e Modelado, em ambos os grupos. O GPD no tratamento Fixo do G-2 ficou fora do IC calculado para esta variável (0,79-0,93; $P<0,05$), sendo 9,5% maior no resultado estimado em relação ao observado (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho estimado e observado de suínos em terminação submetidos a três estratégias alimentares (média ± desvio padrão)[1,2]

	Estimado			Observado		
Item[3]	À vontade	Fixo	Modelado	À vontade	Fixo	Modelado
Grupo 1						
Peso final (kg)	131,00	122,00	121,00	131,00 ± 7,43	121,00 ± 8,97	121,00 ± 11,76
CR (kg/d)	3,92	2,75	2,64	3,86 ± 0,03	2,75 ± 0,00	2,65 ± 0,00
GP (kg/d)	1,19	1,01	0,98	1,27 ± 0,18	1,04 ± 0,06	1,04 ± 0,15
CA	3,30	2,72	2,70	3,03 ± 0,48	2,65 ± 0,17	2,54 ± 0,43
ET (mm)	20,70	16,00	16,60	20,10 ± 5,12	17,30 ± 4,49	18,30 ± 3,74
Grupo 2						
Peso final (kg)	149	140	139	149,00 ± 10,54	134,00 ± 9,61	134,00 ± 5,98
CR (kg/d)	3,81	2,75	2,58	3,76 ± 0,10	2,75 ± 0,00	2,58 ± 0,00
GP (kg/d)	1,10	0,95*	0,92	1,12 ± 0,12	0,86 ± 0,07	0,86 ± 0,11
CA	3,47	2,90	2,79	3,34 ± 0,48	3,19 ± 0,33	2,99 ± 0,47
ET (mm)	23,60	17,10	17,60	23,20 ± 2,48	19,50 ± 4,75	20,80 ± 3,35

[1]CR: consumo de ração; GP: ganho de peso; CA: conversão alimentar; ET: espessura de toucinho (medida in vivo por ultrassom na altura da última costela a 6 cm da linha dorsal, anterior ao abate).
[2]À vontade: dieta comercial; Fixo: dieta comercial e ofertada fixa em 2,75kg/d; Modelado: dietas Terminação-1 até 6ª semana e Terminação 2 da 6ª a 8ª semana.
[3]Grupo 1: período de alojamento de 5 semana (n=18); Grupo 2: oito semanas (n=18).
*Valor estimado pelo Inraporc® fora do IC (95%) para a média dos dados observados.

Hauschild et al. (2012) discorrem sobre os dois principais desafios ao se utilizar modelos matemáticos para a predição de respostas biológicas, uma vez que os modelos precisam ser propriamente calibrados, em relação a uma população referência, para permitir que a concentração de nutrientes que será otimizada na resposta animal, seja acuradamente estimada. O primeiro desafio está relacionado à dificuldade de se identificar adequadamente a população referência para a calibração, e o segundo se refere às diferenças nos padrões de crescimento observados na população referência em relação os animais para o qual se deseja estimar as respostas. Como os animais utilizados para a elaboração da estratégia nutricional proposta eram de mesma genética, peso vivo inicial e foram alojados nas mesmas condições de instalações aos do presente experimento, pode-se inferir que os desafios previamente citados foram suprimidos, resultando em uma boa acuraria das respostas estimadas. Pesquisas prévias (ROSSI et al., 2013; PIEROZAN, 2014; PROSDÓCIMO, 2014; WARPERCHOWSKI et al., 2014; MAGAGNIN, 2015) também mostraram

a boa capacidade do sistema Inraporc® em predizer as respostas de desempenho de suínos em terminação.

No sistema Inraporc® a representação da utilização dos nutrientes é baseada no conceito de proteína ideal, de forma que o comportamento dos aminoácidos nas curvas de deposição de proteína (DP) segue o mesmo padrão da utilização da lisina (Figura 2).

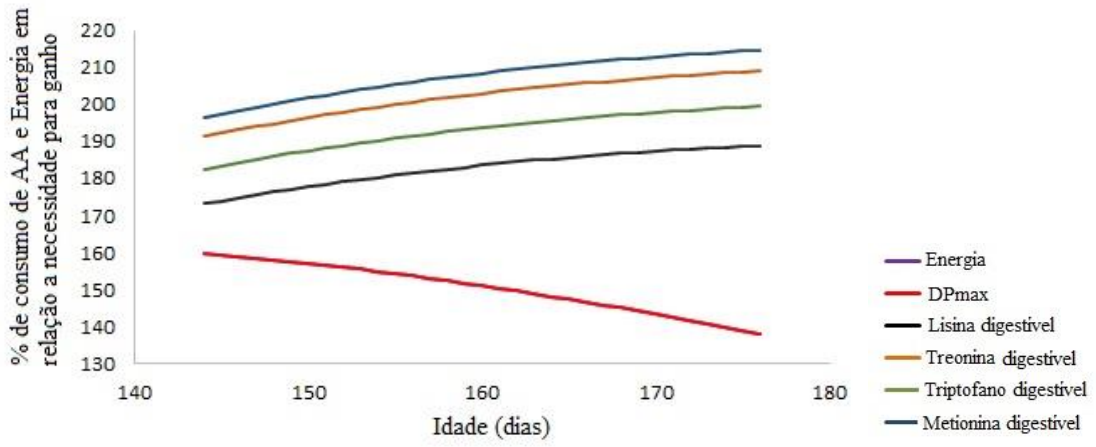


FIGURA 2. Comportamento dos aminoácidos nas curvas de deposição de proteína (DP) seguindo o mesmo padrão da utilização da lisina.

Os resultados das estimativas, em percentual, dos aminoácidos (AA) e energia líquida necessários para ganho em relação à curva teórica de referência de DP mostram que nos tratamentos AV e Fixo, em ambos os grupos, houve excesso no consumo de aminoácidos em relação às exigências. (Figura 3 a, b e 4 a, b).

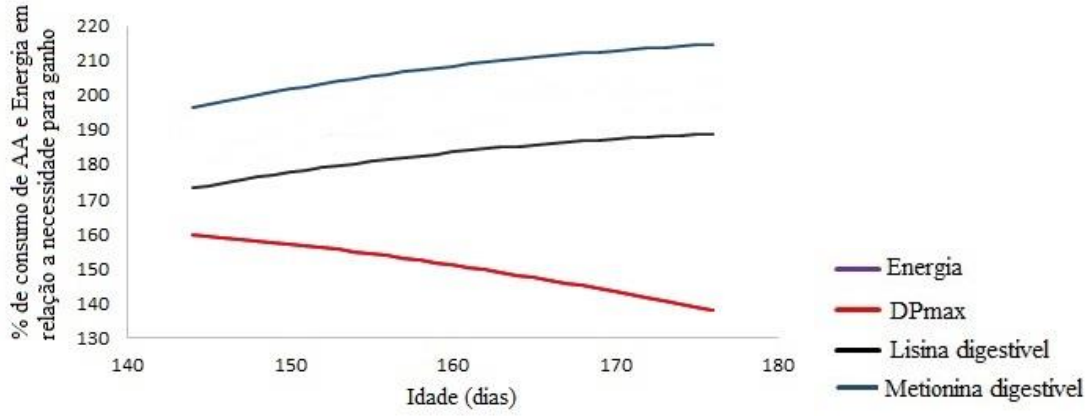


FIGURA 3 a. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento À vontade – Grupo 1.

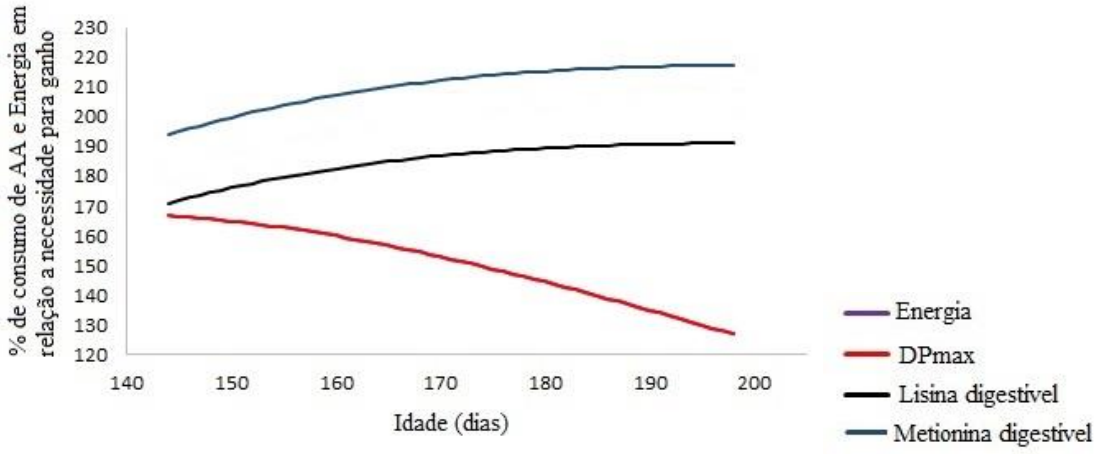


FIGURA 3 b. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento À vontade – Grupo 2.

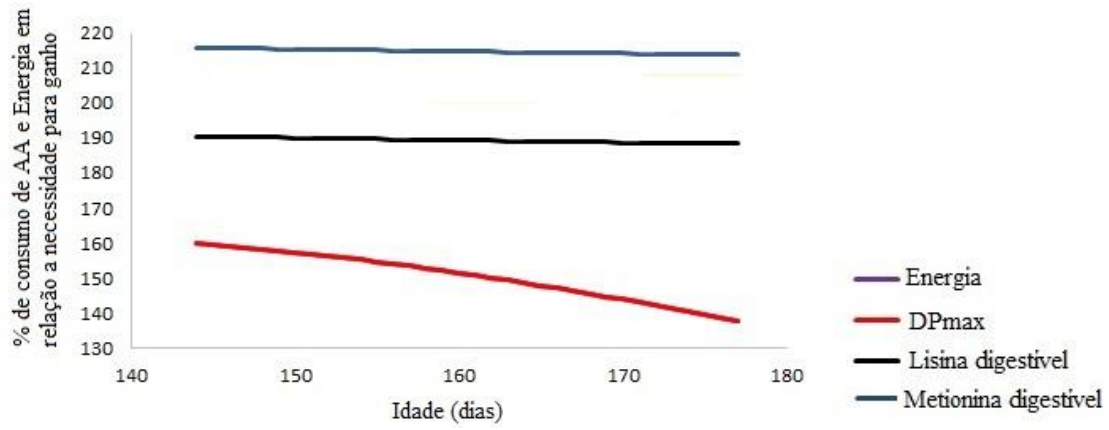


FIGURA 4 a. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento Fixo – Grupo 1.

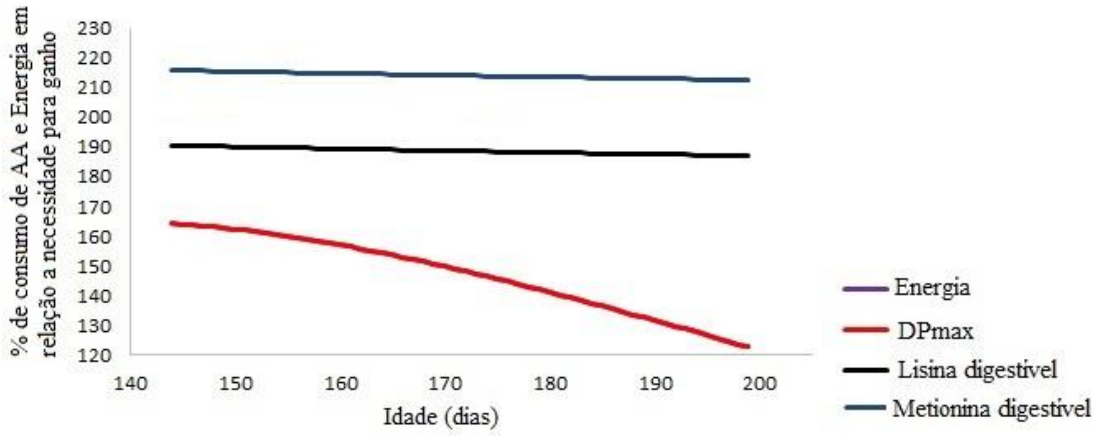


FIGURA 4 b. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento Fixo – Grupo 2.

O mesmo resultado não foi observado no tratamento Modelado, em que o fornecimento de AA atendeu de forma exata as exigências dos animais ao longo do crescimento (Figura 5 a, b).

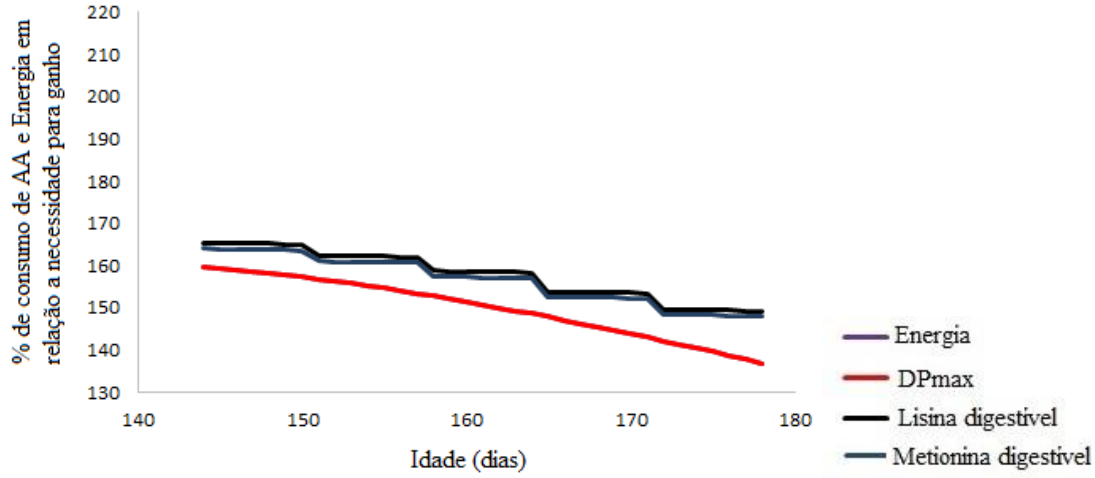


FIGURA 5 a. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento Modelado – Grupo 1.

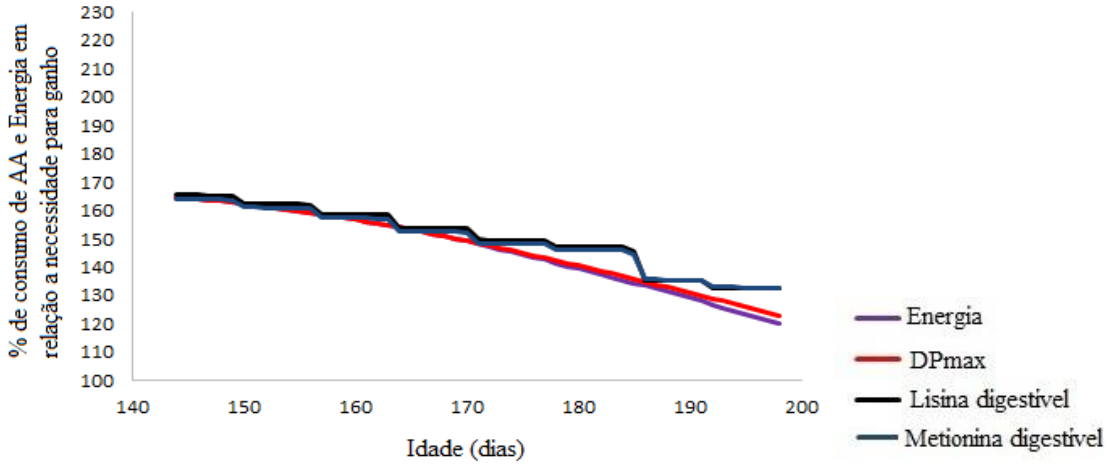


FIGURA 5 b. Curva estimada da deposição de proteína, expressa em % de consumo de aminoácidos e energia em relação à necessidade para ganho, observada no tratamento Modelado – Grupo 2.

Segundo van Milgen et al. (2008), os principais fatores que determinam o particionamento da energia entre deposição proteica e lipídica no sistema Inraporc® são o potencial de deposição de proteína e o fornecimento de AA e energia. O potencial de DP é definido como a DP em uma situação em que o animal é capaz de expressar seu crescimento sob condições de consumo à vontade. Em uma situação de consumo de proteína ou AA acima das exigências o excesso destes nutrientes pode reduzir sua eficiência de utilização e não contribuir para a melhoria de desempenho ou na qualidade da carcaça. Adicionalmente, o excesso de nitrogênio (N) oriundo da proteína não utilizada, será excretado aumentando a demanda metabólica do fígado e rins (CHEN et al., 1999) e alterando a eficiência energética da dieta por aumento do calor perdido por incremento calórico. O excesso de nutrientes e energia em dietas comerciais tem sido uma prática frequente na tentativa de prover os animais de uma população heterogênea, onde as necessidades nutricionais variam consideravelmente entre indivíduos e ao longo do crescimento, o máximo potencial de deposição de carne magra na carcaça. Fraga et al. (2015) ao utilizarem a modelagem para avaliar o desempenho de suínos em crescimento e terminação, quanto a demanda de lisina em diferentes cenários de produção observaram que houve um excesso de 17,6% no consumo de lisina em relação ao percentual exigido para máxima DP.

Ao compararmos as curvas de DP estimadas para o tratamento Modelado (Figura 5 a,b) com aquela que deu origem à estratégia nutricional proposta para este tratamento (Figura 1), nota-se a alta capacidade de predição nutricional do modelo. Contudo, no G-2 do tratamento Modelado, a partir dos 170 dias de idade e aproximadamente 115 kg de PV houve um ligeiro déficit de energia em relação à DP (Figura 5 b). Isto ocorreu uma semana antes da troca para a dieta Terminação-2 em que a energia líquida foi ajustada de 2,68 para 2,75 Mcal/kg, com uma redução de 1,6% na oferta da ração. Este ajuste na estratégia nutricional parece não ter sido eficiente em atender a demanda energética no estágio final do crescimento (115 – 134 kg). Isto sugere uma maior exigência de energia para mantença dos animais do presente experimento em comparação àqueles utilizados para estimar as exigências da estratégia nutricional proposta. Independentemente do ligeiro déficit de energia, estes animais apresentaram uma deposição de proteína muito semelhante àquela simulada para a proposta nutricional, com adequado aproveitamento dos AA ao longo do crescimento. Esses resultados demonstram a eficácia do modelo em estimar o aproveitamento de AA e energia em relação ao observado a campo.

O consumo de nutrientes e energia líquida dos tratamentos nos grupos 1 e 2 (Figura 6 a, b, c, d) mostram que os animais submetidos ao tratamento Modelado consumiram em média 25, 52, 44 e 43% menos energia líquida, proteína, lisina e metionina, respectivamente, em relação ao tratamento AV. Em relação ao tratamento Fixo, o consumo de energia líquida do tratamento Modelado foi superior em 3,2% e inferior em 24, 35 e 28%, respectivamente para lisina, proteína e metionina.

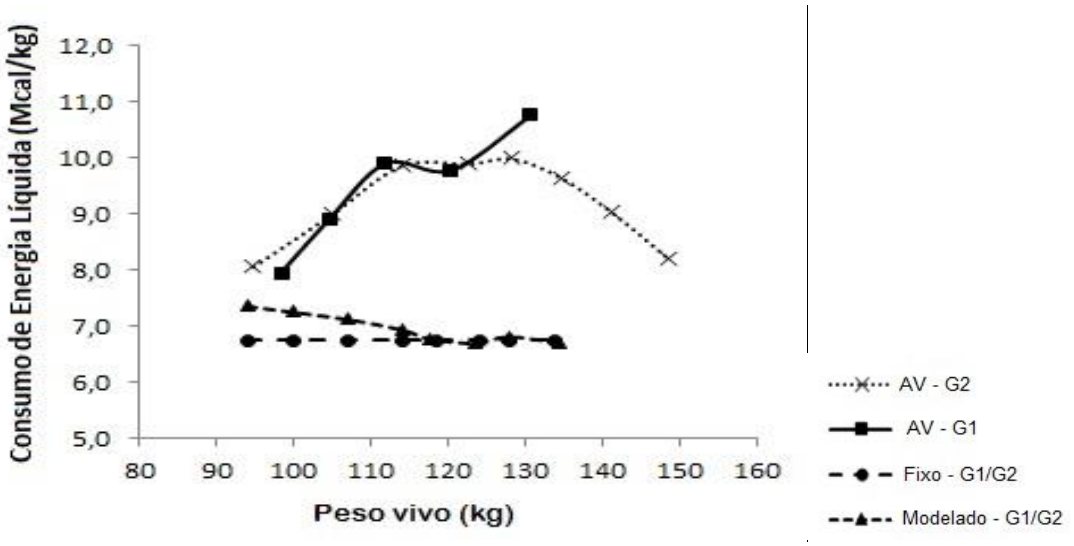


FIGURA 6 a. Consumo de energia líquida (Mcal/kg) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado – G1 e G2.

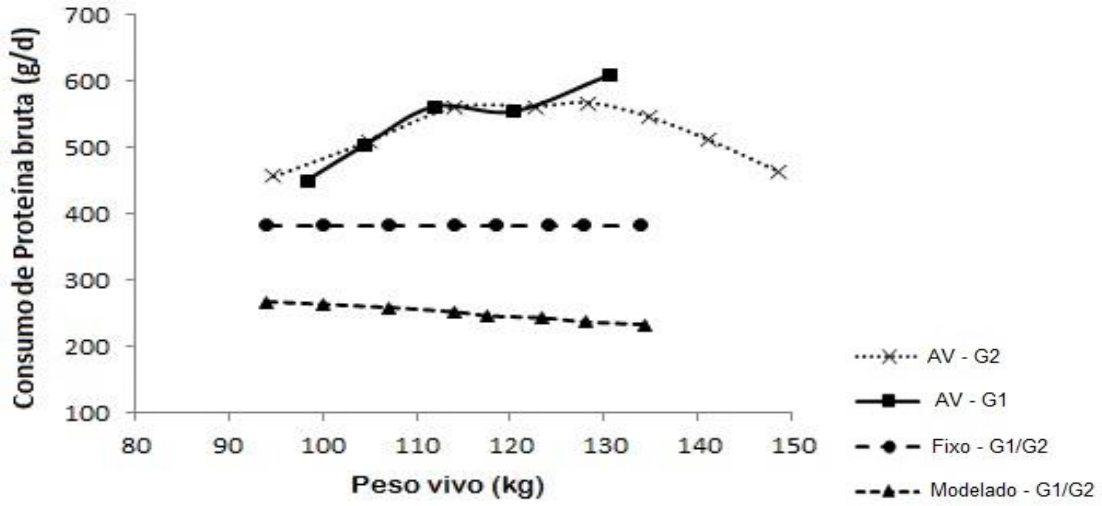


FIGURA 6 b. Consumo de proteína bruta (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado – G1 e G2.

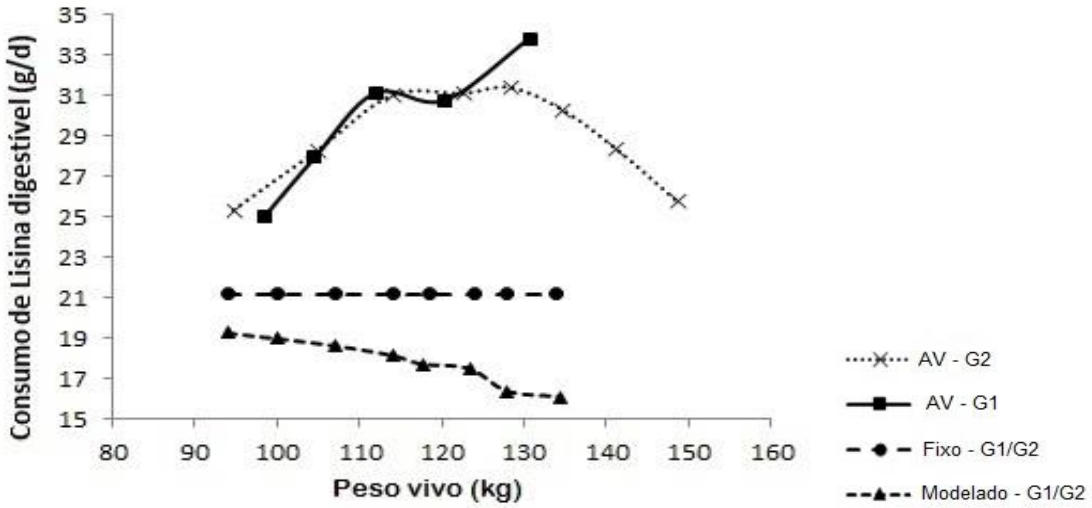


FIGURA 6 c. Consumo de lisina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado – G1 e G2.

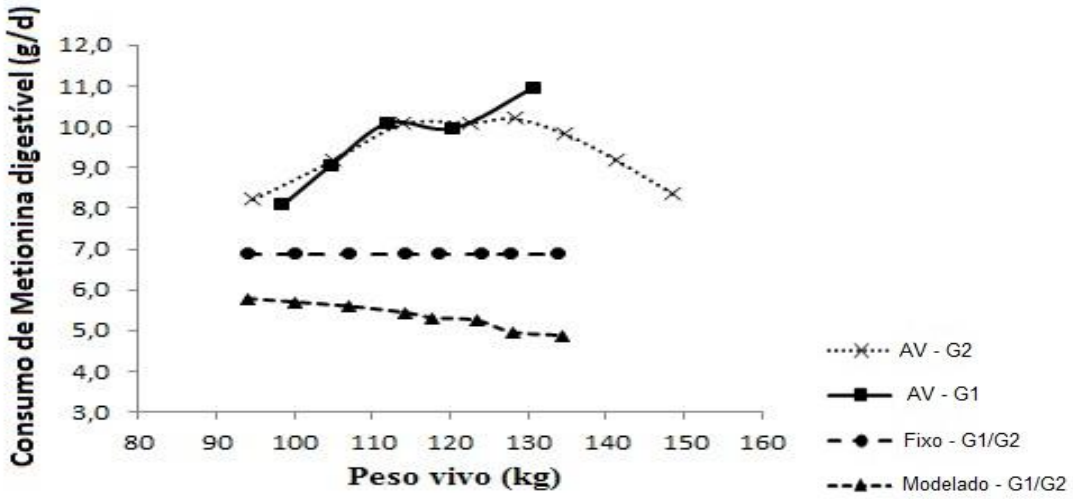


FIGURA 6 d. Consumo de metionina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado – G1 e G2.

O menor consumo de nutrientes e energia não se refletiu em menor percentual de carne magra. Além disso, ao verificarmos as eficiências de utilização da proteína, lisina, energia e excreção de nitrogênio para ganho de carne magra, os animais do tratamento Modelado se mostraram superiores (Tabela 4). Por exemplo, os animais do tratamento modelado foram 45 e 22% mais eficientes na utilização da lisina para ganho de carne magra quando comparado aos tratamentos AV e Fixo no G-2, respectivamente. Quando a eficiência foi avaliada em termos de ganho de carne magra por quilo de nitrogênio excretado, observou-se uma eficiência ainda maior do tratamento modelado em relação ao AV e Fixo (71 e 61%). A melhora na eficiência de utilização dos nutrientes por quilo de carne produzida é extremamente

necessária dentro do sistema de produção quando consideramos o custo dos ingredientes das dietas e a redução no volume de efluente.

A modelagem em nutrição animal consegue descrever de forma dinâmica e mais precisa a exigência dos nutrientes e energia, sendo o modelo Inraporc® eficiente em predizer as respostas de desempenho auxiliando no desenvolvimento de estratégias nutricionais ajustadas as exigências dos animais sem que haja excesso ou déficit de nutrientes. Contudo, ao se utilizar o modelo Inraporc® para a predição das exigências nutricionais, deve-se considerar que as mesmas são estimadas para a média de um animal e não para a média do rebanho. Desta forma, a utilização de uma estratégia nutricional extremamente ajustada, como a proposta do tratamento Modelado, deve ser cautelosamente aplicada, pois pode não permitir que os animais mais exigentes tenham atendida suas exigências para expressar seu máximo potencial de crescimento.

Tabela 4. Eficiência de utilização dos nutrientes, energia e excreção de nitrogênio para ganho de carne magra (período total para cada grupo)[1,2]

Item[3]	MP (kg)[4]	PCM (%)[4]	Consumo			Excreção	Eficiência[5] - Consumo			Eficiência[6] - Excreção
			PB (kg)	Lisina (kg)	EL (Mcal)	N (kg)	PB (kg/kg)	Lisina (kg/kg)	EL (Mcal/kg)	N (kg/kg)[4]
Grupo 1										
À vontade	18,40	55,00	17,90	0,99	315,00	1,98	1,03	18,39	0,06	9,30
Fixo	18,40	56,40	12,60	0,70	222,00	1,55	1,46	26,28	0,08	11,80
Modelado	18,51	55,60	8,40	0,55	234,00	0,75	2,19	33,59	0,08	24,60
Grupo 2										
À vontade	21,20	53,60	28,80	1,59	508,00	3,28	0,74	13,31	0,04	6,40
Fixo	21,20	55,70	21,00	1,16	371,00	2,54	1,01	18,24	0,06	8,30
Modelado	20,60	56,20	13,70	0,89	383,00	1,00	1,51	23,18	0,05	20,70

[1]MP= massa proteica; PCM= porcentagem de carne magra; PB = proteína bruta; Lisina = lisina digestível; EL = energia líquida; N = nitrogênio.

[2]À vontade: dieta comercial; Fixo: dieta comercial e ofertada fixa em 2,75 kg/d; Modelado: dietas Terminação-1 até a 6º semana e Terminação-2 da 6º a 8º semana.

[3]Grupo 1: período de alojamento de 5 semana (n=18); Grupo 2: oito semanas (n=18).

[4]Valores estimados pelo Inraporc®.

[5]Eficiência = massa proteica/consumo de nutriente e energia.

[6]Eficiência = massa proteica/excreção de nitrogênio.

2.4. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo, sugerem que a estratégia nutricional feita com auxílio do modelo Inraporc® para suínos pesados foi eficaz na manutenção do desempenho e se mostrou eficiente na relação ganho de massa proteica por nutrientes e energia consumidos ou nitrogênio excretado.

Título do Projeto de Pesquisa: Modelagem nutricional com o Inraporc® para produção de suínos pesados. Trabalho desenvolvido com recursos dos projetos CAPES-PNPD “Avaliação do modelo nutricional Inraporc® para produção de suínos pesados”. Aprovado no comitê de ética: 18 de setembro de 2013, sob o protocolo nº 047/2013 (ANEXO 1).

2.5. REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do Presunto Tipo Parma**. Instituição Normativa n°22, de 31 de julho de 2000**. Brasília, DF, 31 de jul 2000. Disponível em <http://extranet.agricultura.gov.br/sislegis-consulta/servlet/VizualizarAnexo?id=1570> acesso em 23/05/2014.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pig slaughtered over 100kg live weight. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** v. 67, p.1166-1174, 2015.

CHEN, X. L.; DEAN, R.G. Expression of leptin mRNA and CCAAT-enhancer binding proteins in response to insulin deprivation during preadipocyte differentiation in primary cultures of porcine stromal-vascular cells. **Domestic Animal Endocrinology.** v. 17, p.389-401, 1999.

FRAGA, B. N.; LOVATTO, P. A.; RORATO, P. R. N.; OLIVEIRA, V.; ROSSI, C. A. R.; LEHNEN, C. R. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. **Ciência Rural** v. 45, p. 1841-1847, 2015.

FRAGA, A. L.; THOMAS, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; MALHEIROS, E.B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, p. 869-875, 2008.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; POMAR, J.; POMAR, C. Development of sustainable precision farming systems for swine: estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**. v. 90, p. 2255-2263, 2012.

HAUSCHILD, L**. Modelagem individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

LATORRE, M. A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D. G.; MEDEL, P.; MATEOS, G. G. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science.** v. 82, p. 526-533, 2004.

MAGAGNIN, S. F. **Métodos de calibração do inraporc® e erros de predição para um sistema de terminação de suínos pesados.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

National Research Council. **Nutrient Requirements of Swine**. Washington: NRC, National Academy of Science, 2012.

OLIVEIRA, E. A.; BERTOL, T. M.; COLDEBELA, A.; SANTOS FILHO, J.I.; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia.** v. 67, p. 1743-1750, 2015.

PIEROZAN, E. A. **Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

PROSDÓCIMO, L. M. F. O. 2014. **Restrição alimentar em suínos na fase de terminação para simulação de dados de desempenho por meio do programa Inraporc®**. Trabalho de conclusão de curso de graduação (Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

ROSSI, C. A. R.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; FRAGA, B. N.; LOVATO, G. D.; CERON, M. S. Dietas ajustadas para suínos através do modelo Inraporc®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural.** v. 43, p. 689-695, 2013.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

VAN MILGEN, J.; LESCOAT, P. Modélisation du fonctionnement digestif et du métabolisme chez le porc: une alternative à l'expérimentation animale? **Bulletin de l'académie vétérinaire de france**. v. 161, p. 435-440, 2008a.

VAN MILGEN, J.; VALANCOGNE, A.; DUBOIS, S.; DOURMAD, J. Y.; SÈVE, B.; NOBLET, J. Inraporc: a model and dicision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology.** v. 143, p. 387-405, 2008b.

WARPECHOWSKI, M. B.; BROSSARD, L.; HAUPTLI, L.; PIEROZAN, E.A.; QUADROS, J.A.; MUCHALAK, D.N.; MACHADO, M.F.; SCANDOLERA, A.J. Evaluation du modèle nutritionnel inraporc pour un système de finition de porcs lourds du sud brésil. **Journées Recherch Porcine.** v. 46, p. 133-134, 2014.

CAPÍTULO 3. CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA DE SUÍNOS ABATIDOS ACIMA DE 100 kg COM DIETA AJUSTADA POR MODELAGEM COM O PROGRAMA INRAPORC®

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar as características de carcaça e o custo de alimentação de suínos pesados submetidos a três estratégias nutricionais. Foram utilizados 36 suínos machos castrados, peso vivo 87,8 ± 7,52kg aos 143 d de idade, alojados por 55 d (3 suínos/baia). Ao início do experimento foram estabelecidos dois grupos, sendo o G-1 (n=18) abatido na 5º e o G-2 (n=18) abatido na 8º semana. Os tratamentos foram constituídos pela estratégia nutricional à vontade (AV) e Fixa (2,75 k/d), com uso de dieta comercial e Modelado (2,75 a 2,53 e 2,75 a 2,44 kg/d, respectivamente no G-1 e G-2) com dietas ajustada nutricionalmente ao perfil de crescimento do suíno pesado pelo Inraporc®. Não houve diferença significativa nas características de carcaça dos animais no G-1. No G-2, suínos alimentados AV apresentaram maior peso final (P=0,018) e área de gordura (P=0,007) quando comparados aos tratamentos Fixo e Modelado. O custo médio da alimentação do tratamento Modelado foi 6,30% menor que o AV e 1,88% menor que o Fixo. A estratégia nutricional do tratamento Modelado mostrou ser eficiente para produção de suínos pesados quanto na manutenção das características de carcaça e na redução do custo de alimentação.

Palavra-chave: Estratégia nutricional. Modelagem. Suínos pesados.

CAPTHER 3. CARCASS TRAITS OF PIGS SLAUGHTERED UP TO 100 kg WITH DIET ADJUSTED BY MODELING WITH THE INRAPORC® PROGRAM

ABSTRACT - The objective of the study was to evaluate carcass traits and feed cost of heavy pig submitted to three nutritional strategies. Thirty-six pigs with 87.8 ± 7.52 kg live weight and 143 d of age were allotted in pens (3 pig/pen) for 55 d. At the beginning, two experimental groups were established, being the slaughter of G-1 (n=18) after 5 wks and G-2 (n=18) after 8 wks. The nutritional strategies were: Ad libitum (AL) and Fixed (2.75 kg/d) with commercial diet and Modulated (2.75 a 2.53 e 2.75 a 2.44 kg/d, respectively to G-1 and G-2) with diets nutritional adjusted to heavy pigs requirements by Inraporc®. There was no significant difference for carcass traits in the G-1. In the G-2, pigs fed AL had greater final weight (P=0.018) and fat area (P=0.007) when compared to Fixed and Modulated treatments. Feed cost in the Modulated treatment was 6.30% lower than AD and 1.88% lower than Fixed treatment. The Modulated nutritional strategy was efficient to heavy pig system when considered carcass traits and feed cost.

Key-Words: Modeling. Nutritional strategy. Heavy pigs.

3.1 INTRODUÇÃO

O comprometimento de pesquisas e investimentos na suinocultura permitiram o aumento do peso de abate dos suínos em aproximadamente 30kg nas últimas décadas (BERTOL et al., 2015), sendo o termo “suínos pesados” designado aos animais abatidos com peso mínimo de 130kg (MAPA, 2003). Embora o melhoramento genético realizado ao longo dos últimos anos tenha reduzido consideravelmente o acúmulo de gordura nas carcaças suínas, proporcionando a obtenção de animais com potencial máximo de deposição proteica em pesos superiores (OLIVEIRA et al., 2015), ainda há a cultura que o abate de suínos pesados implicaria em redução da eficiência e piora na qualidade de carcaça. Isto decorre da falta de estratégias nutricionais que potencialize o crescimento em idades avançadas, de acordo com as suas exigências nutricionais.

O uso da modelagem na produção animal tem-se mostrado eficiente na definição de estratégias nutricionais que visam otimizar as características de importância econômica na suinocultura e reduzir incertezas nas tomadas de decisões (LOVATO et al., 2014). Esses modelos devem ser propriamente calibrados em relação a uma população referência para permitir que a concentração de nutrientes, que será otimizada na resposta animal, seja acuradamente estimada. O desafio, quando da utilização de modelos matemáticos, é a dificuldade de identificar adequadamente a população referência para a calibração (MAGAGNIN, 2015). Além disso, os animais da população para o qual se deseja estimar as respostas de crescimento podem ter diferentes padrões de crescimento daqueles observados na população referência (HAUSCHILD et al., 2012).

O software Inraporc® é um modelo de previsão nutricional e análise de crescimento de suínos dos 15 aos 150 kg, desenvolvido com o intuito de caracterizar facilmente os animais, com base em dados observados e avaliar os diferentes cenários encontrados a campo (BROSSARD et al., 2009). Desta forma, ele pode auxiliar na formulação de estratégias nutricionais ajustadas as necessidades dos suínos pesados, permitindo o uso mais eficiente dos nutrientes para os propósitos produtivos de melhoria de desempenho e qualidade de carcaça.

Com a realização do presente estudo o objetivo foi de, avaliar as características de carcaças e o custo de alimentação de suínos pesados submetidos a três estratégias nutricionais, sendo uma delas desenvolvida com auxílio do programa Inraporc®, a fim de determinar se esta estratégia seria adequada para manter ou melhorar a carcaça desses animais em comparação às estratégias utilizadas pela integradora.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ensino Aplicado de Ciências Agrárias na Fazenda Canguiri da Universidade Federal do Paraná, em Pinhais-PR, Brasil. Os procedimentos usados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFPR (Protocolo n° 047-2013).

Foram utilizados 36 suínos machos castrados, híbridos comerciais da empresa Agroceres PIC® com peso médio inicial de 87,8 ± 7,52 kg, idade inicial de 143 dias e provenientes de uma granja comercial integradora. Os animais foram alojados em galpão convencional de piso cimentado durante 55 dias e distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, sendo três tratamentos, quatro repetições e três animais por baia. Ao início do experimento foram estabelecidos dois grupos experimentais de 18 animais, sendo o primeiro grupo (G-1) abatido na 5º semana e o segundo grupo (G-2) na 8º semana experimental. A temperatura foi registrada diariamente por termômetro manual de máxima e mínima e o controle do ambiente térmico do galpão foi realizado por meio de manejo de cortinas.

Os tratamentos foram constituídos por três estratégias alimentares: À vontade (AV), Fixo e Modelado. Nos tratamentos AV e Fixo os animais receberam a mesma dieta comercial utilizada pela integradora. No tratamento Modelado a estratégia alimentar proposta (dieta e quantidade fornecida) foi desenvolvida por modelagem dinâmica com auxílio do programa Inraporc®. Para tanto, foram utilizados dados de desempenho e carcaça de 12 suínos machos castrados, com idade inicial de 128 dias e peso inicial e final de 76,4 – 157,5 kg submetidos à alimentação AV durante 82 dias (animais e dieta comercial de

mesma origem do presente experimento) (PIEROZAN, 2014). O ajuste das dietas foi realizado por meio de tentativa, com alteração dos nutrientes que apareceram em excesso ou déficit, em relação ao potencial de deposição de proteína destes animais ao longo dos 82 dias de período experimental. Foram então formuladas duas dietas: Terminação-1, fornecida do início do experimento até a 6ª semana e Terminação-2, fornecida nas duas últimas semanas. Assim, somente os animais do G-2 receberam as duas dietas experimentais do tratamento Modelado. Houve a inclusão dos aminoácidos sintéticos DL-Metionina, L-Treonina, L-Triptofano e redução, respectiva, de 61 e 70% de farelo de soja nas dietas terminação 1 e 2, quando comparada a dieta comercial. A composição dos ingredientes, níveis nutricionais analisados e estimados das dietas experimentais encontram-se na Tabela 1.

O fornecimento de ração foi realizado em dois horários (08h30min e 16h30min), sendo a quantidade de ração diária fornecida por dia e por baia, pesada e acondicionada em sacos identificados individualmente. Para o manejo alimentar AV, para evitar desperdício de alimento e facilitar o manejo, a quantidade oferecida em cada arraçoamento foi ajustada, a fim de evitar desperdício ou déficit de ração no comedouro. Já no manejo alimentar Fixo, foi ofertado 2,75 kg/d durante todo período experimental, enquanto no Modelado o fornecimento foi ajustado semanalmente, variando de 2,75 a 2,53 kg/d e 2,75 a 2,44 kg/d respectivamente, no G-1 e G-2. As instalações eram equipadas com bebedouros tipo chupeta e comedouros tipo calha, que permitiam o acesso simultâneo ao alimento para todos os animais da baia. A água foi fornecida à vontade durante todo período experimental.

Tabela 1. Composição de ingredientes e níveis nutricionais das dietas experimentais[1]

Item	Dietas		
	Comercial	Terminação-1	Terminação-2
Ingredientes (g/kg)			
Milho	780,70	863,30	869,80
Farelo de soja	195,00	76,00	59,00
Premix Min. Vit.[2]	4,00	4,00	4,00
Óleo soja	0,00	30,00	41,50
Sal	4,00	4,00	4,00
Calcário calcítico	5,00	6,00	6,00
Fosfato bicálcico	10,50	11,50	10,50
L-Lisina	0,80	3,70	3,70
L-Treonina	0,00	0,90	0,90
L-Triptofano	0,00	0,50	0,40
DL-Metionina	0,00	0,10	0,20
Composição analisada[3]			
Energia bruta (Mcal/kg)	3,89	3,57	4,07
Proteína bruta (g/kg)	139,00	96,90	95,20
Extrato Etéreo (g/kg)	24,60	52,30	51,70
Resíduo mineral (g/kg)	35,10	27,60	31,10
Fibra bruta (g/kg)	20,90	19,70	19,10
Cálcio (g/kg)	6,30	4,80	5,00
Fósforo total (g/kg)	4,50	4,30	4,10
Fibra em detergente neutro (g/kg)	147,30	144,00	143,50
Composição estimada[4]			
Energia líquida (Mcal/kg)	2,48	2,68	2,75
Lisina digestível (g/kg)	7,70	6,32	6,22
Metionina digestível (g/kg)	2,50	2,10	2,00
Treonina digestível (g/kg)	5,70	4,70	4,50
Triptofano digestível (g/kg)	1,50	1,30	1,20
Custo total da ração (R$)			
CTR	0,69	0,72	0,73

[1]Dietas: Comercial, dieta de mesma composição utilizada pela integradora comercial; Terminação 1 e 2, dietas formuladas com níveis nutricionais ajustados ao perfil de suínos pesados de acordo com dados estimados pelo Inraporc®. Terminação 1: fornecida do início até a 6ª semana e Terminação 2 fornecida da 6ª a 8ª semana.

[2]Adicionado por kg dieta: Vitamina A, 7000,00 UI; vitamina D_3, 1200,00 UI; vitamina E, 12,00 UI; vitamina K, 1,60mg; vitamina B1, 1,00mg; vitamina B2, 3,20mg; vitamina B6, 1,50mg; vitamina B12, 14,00mcg niacina 20,00mg; ácido pantotênico, 12,00mg; colina, 0,20g; cobre, 125,00g; ferro, 80,00g; manganês, 70,00g; zinco, 150,00g; iodo,1,00mg; selênio, 0,30mg; virginiamicina, 5,50mg; fitase, 500 FTU.

[3]Análises realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da UFPR.

[4]Estimada pelo Inraporc®.

No dia anterior aos abates foi realizado a pesagem e a medida da espessura de toucinho (ET-US) por meio de ultrassom modelo DigiPrice DP-3300VET, entre a última e penúltima costela a 6 cm lateral à linha dorsal. Os animais foram submetidos a jejum alimentar por 12 horas antes do embarque para o abatedouro. O transporte para o abatedouro foi realizado pela manhã, em percurso de 46km e aproximadamente 1 hora. Após o desembarque, os animais passaram por um período de repouso de 6 horas, seguido pelos processos de insensibilização, sangria, escaldagem, esfolamento, evisceração, inspeção, tatuagem e secção das carcaças no sentido caudo-cranial, no centro da coluna vertebral.

A pesagem das carcaças permitiu a obtenção do peso de carcaça quente e posterior cálculo do rendimento de carcaça. Após 24 horas de resfriamento em temperatura aproximada de 4°C, as carcaças foram novamente pesadas para a obtenção do peso da carcaça fria. A medida de ET na carcaça resfriada foi realizada com auxílio de um paquímetro na junção entre a última vértebra torácica (com costela) e a primeira lombar (sem costela), perpendicular à meia carcaça pendurada. Após, foi realizado o corte da carcaça neste mesmo local, porém, em posição longitudinal, para a medição da ET no ponto P2s (6 cm da linha dorsal) e desenho da área de olho de lombo (AOL) e área de gordura (AGord). O comprimento de carcaça foi tomado do bordo cranial da sínfise pubiana ao bordo cranial do atlas. Posteriormente foi realizado o corte do pernil para pesagem e estimativa de rendimento. Todas as medidas foram realizadas de acordo com o Método Brasileiro de Classificação de Carcaças de Suínos (ABCS, 1973). Para o cálculo da área de gordura, área de olho de lombo e profundidade de lombo utilizou-se o software Rhinoceros® 4.0 (ROBERT MCNEEL e ASSOCIATES, 2007) por meio dos desenhos de área de olho de lombo e área de gordura escaneados com escala, sendo que para o cálculo de profundidade de lombo simulou-se a utilização de pistola a 6 cm da linha média. Para o cálculo de porcentagem de carne magra (PCM), utilizou-se a equação: PCM = 58,408 – (0,5886 * Espessura de toucinho) + (0,1739 * Profundidade do músculo) – (0,0189 * Peso da carcaça quente), de acordo com Guidoni et al. (2007).

O custo médio de alimentação (R$) foi calculado através da equação Cmédio (R$) = (CTR x CA) onde, CTR = custo total da dieta e CA = conversão alimentar média por período. O custo das dietas foi calculado com base nos preços dos ingredientes durante o período experimental (agosto/outubro-2014).

A análise estatística foi feita por ANOVA usando o GLM (SAS, Inst. Inc., Cary, NC). Para as medidas de carcaça, o peso final foi utilizado como covariável. No caso de análise de variância significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste Least Square Means. Os resultados foram considerados significativos para $P<0,05$.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para as características de carcaça dos animais no G-1. No G-2, suínos alimentados AV apresentaram maior peso final (P=0,018) e área de gordura (P=0,007) quando comparados aos tratamentos Fixo e Modelado (Tabela 2).

Tabela 2. Características de carcaça de suínos submetidos a três estratégias nutricionais[1,2]

Item	Estratégia nutricional[3]				
	À vontade	Fixo	Modelado	*P*-valor	CV (%)
Grupo 1[4]					
Peso final (kg)	131 ± 7,43	121 ± 8,97	121 ± 11,76	0,154	8,95
PCQ (kg)	104 ± 7,59	98 ± 4,65	95 ± 5,26	0,233	8,77
PCF (kg)	101 ± 6,33	95 ± 6,51	93 ± 10,47	0,217	8,63
RC (%)	79,6 ± 1,03	81,1 ± 1,35	78,8 ± 3,91	0,243	2,87
RP (%)	30,2 ± 2,09	30,6 ± 1,06	30,6 ± 1,36	0,719	4,41
PCM (%)	56,1 ± 4,38	58,1 ± 2,26	57,9 ± 3,59	0,582	5,45
ET (mm)	18,5 ± 4,28	13,5 ± 3,08	15,2 ± 4,02	0,316	26,61
ET-P2s (mm)	18,3 ± 5,61	16,7 ± 4,93	15,0 ± 3,74	0,722	28,84
ET-US (mm)	20,1 ± 5,12	17,3 ± 4,49	18,3 ± 3,74	0,865	23,60
PL (mm)	56,8 ± 8,49	64,9 ± 6,56	59,0 ± 11,27	0,319	14,67
CC (cm)	100,7 ±1,46	101,3 ± 3,33	102,2 ± 3,84	0,637	2,88
AOL (cm²)	38,3 ± 5,28	43,2 ± 6,26	37,6 ± 6,31	0,243	15,35
ÁGord (cm²)	20,7 ± 5,90	19,1 ± 3,65	18,4 ± 2,74	0,677	22,76

Grupo 2[4]					
Peso final (kg)	149 ± 10,54[A]	134 ± 9,61[B]	134 ± 5,98[B]	0,018	7,88
PCQ (kg)	124 ± 9,33	110 ± 10,56	112 ± 4,83	0,574	8,86
PCF (kg)	110,4 ± 8,77	109,9 ± 9,93	111,4 ± 4,61	0,359	8,84
RC (%)	82,4 ± 0,91	82,7 ± 2,58	83,5 ± 0,75	0,499	1,93
RP (%)	30,60 ± 0,83	31,5 ± 1,41	31,3 ± 1,34	0,581	4,25
PCM (%)	56,2 ± 2,40	57,2 ± 2,29	58,2 ± 1,36	0,406	3,89
ET-2 (mm)	24,0 ± 5,22	18,5 ± 5,68	20,5 ± 2,26	0,575	23,56
ET-P2 (mm)	20,2 ± 4,45	17,3 ± 3,22	15,7 ± 2,16	0,229	21,08
ET-US (mm)	23,2 ± 2,48	19,5 ± 4,75	20,8 ± 3,35	0,664	17,83
PL (mm)	66,0 ± 7,51	63,1 ± 5,99	63,6 ± 4,13	0,791	8,89
CC (cm)	102,9 ± 2,44	103,1 ± 2,68	102,8 ± 2,44	0,968	2,53
AOL (cm²)	50,1 ± 9,16	51,4 ± 5,50	50,9 ± 4,25	0,956	12,59
ÁGord (cm²)	29,7 ± 2,25[A]	22,2 ± 6,88[B]	21,2 ± 1,98[B]	0,007	23,12

[1]PCQ = Peso de carcaça quente; PCF = Peso de carcaça fria; RC = rendimento de carcaça; RP = Rendimento de pernil; PCM = Porcentagem de carne magra; ET = espessura de toucinho (medida na carcaça na altura da última costela, na linha dorsal); ET-P2s (medida na carcaça na altura da última costela a 6 cm da linha dorsal); ET-US (medida in vivo por ultrassom na altura da última costela a 6 cm da linha dorsal); PL = Profundidade de lombo; CC = Comprimento de carcaça; AOL = Área de olho de lombo e AGord = Área de gordura.
[2]Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste LS Means ($P < 0,05$).
[3]À vontade: dieta comercial; Fixo: dieta comercial e ofertada fixa em 2,75kg/d; Modelado: dietas Terminação 1 até 6ª semana e Terminação 2 da 6ª a 8ª semana.
[4]Grupo1: período de alojamento de 5 semana (n=18); Grupo2: oito semanas (n=18).

O maior consumo de energia líquida no tratamento AV do G-2 (Figura 1a) pode ter contribuído para o maior peso final observado neste tratamento, que se refletiu em maior área de gordura.

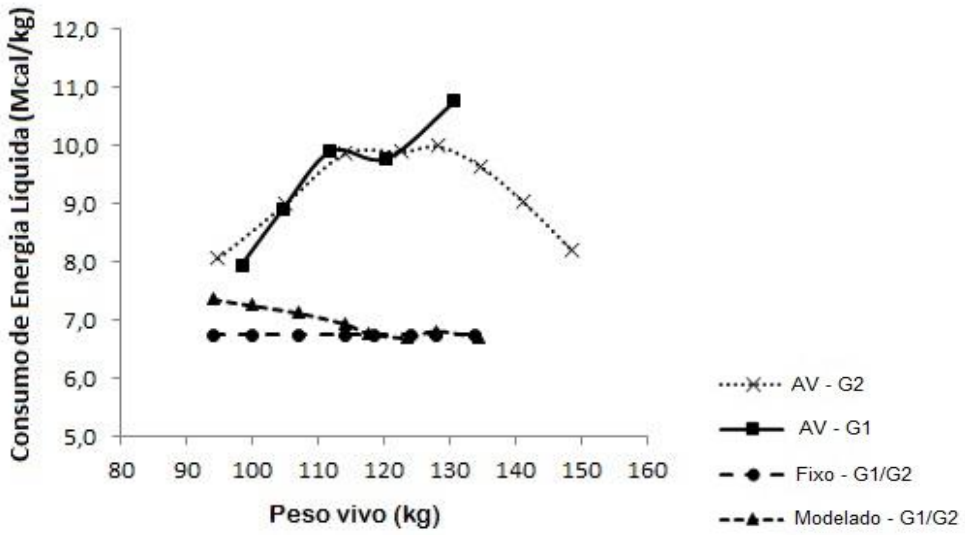


Figura 1 a. Consumo de energia líquida (Mcal/kg) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado.

Considerando um aumento na quantidade de energia consumida, o ganho diário em carne e gordura aumenta linearmente até um ponto em que o potencial máximo da taxa de deposição de carne terá sido atingido, em resposta ao aumento do fornecimento de energia e, então o excesso de energia será desviado para a deposição de gordura (BARBOSA et al., 2002). No G-1, em que os animais foram abatidos em um peso inferior (médias de 120 a 130kg), estas respostas não foram observadas pois as atuais genéticas comerciais foram selecionadas para menor acúmulo de gordura na carcaça, proporcionando a obtenção de animais com potencial máximo de deposição proteica em pesos superiores (OLIVEIRA et al., 2015). No G-2 a restrição alimentar quantitativa do tratamento Fixo e a estratégia nutricional proposta para o tratamento Modelado reduziram o consumo de energia de forma a melhor se adequar as necessidades dos animais ao longo do crescimento, sem acréscimo de gordura da carcaça. Fraga et al. (2008) ao avaliarem o uso da restrição energética para suínos com elevado peso de abate (3,24 – 2,70 Mcal ED/kg) observaram que o aumento nos níveis de restrição melhorou a eficiência de utilização de energia pelos animais, com redução linear da espessura de toucinho e aumento da porcentagem e quantidade de carne magra das carcaças.

As dietas do tratamento Fixo e Modelado proporcionaram uma redução de 27 e 52% no consumo de proteína bruta (PB; Figura 1b) e 27 e 45% no consumo de lisina digestível (Figura 1c) em relação ao tratamento AV. Já as estimativas do Inraporc® para utilização da lisina mostraram que, do total de lisina consumida no presente experimento 53, 51 e 63% foi utilizada para deposição e 17, 20 e 2,2 % estavam em excesso, nos tratamentos AV, Fixo e Modelado, respectivamente. Contudo, esta redução no consumo de PB e lisina digestível não refletiu em diferenças significativas entre os tratamentos avaliados para as características de carcaça relacionadas à produção de carne, tais como: rendimento de carcaça e pernil, porcentagem de carne magra ou AOL.

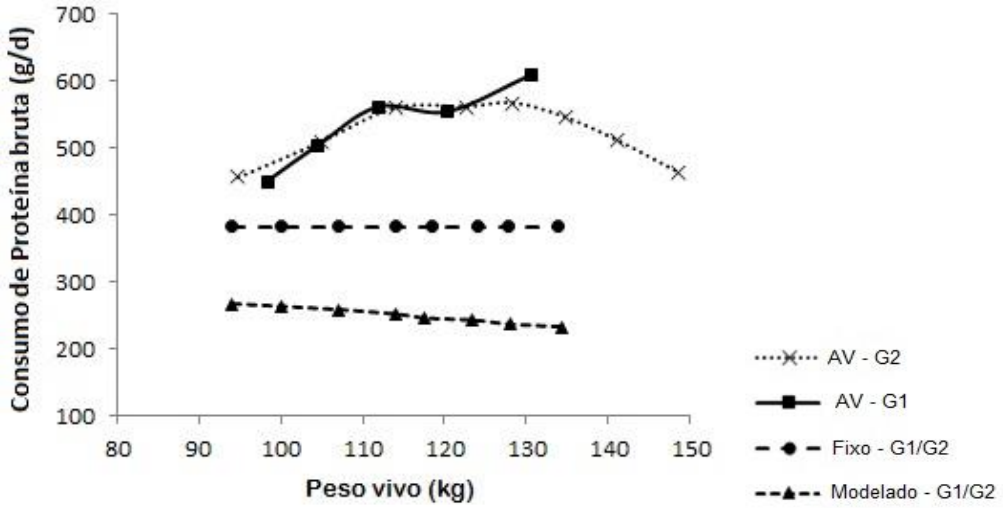


Figura 1 b. Consumo de proteína bruta (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado.

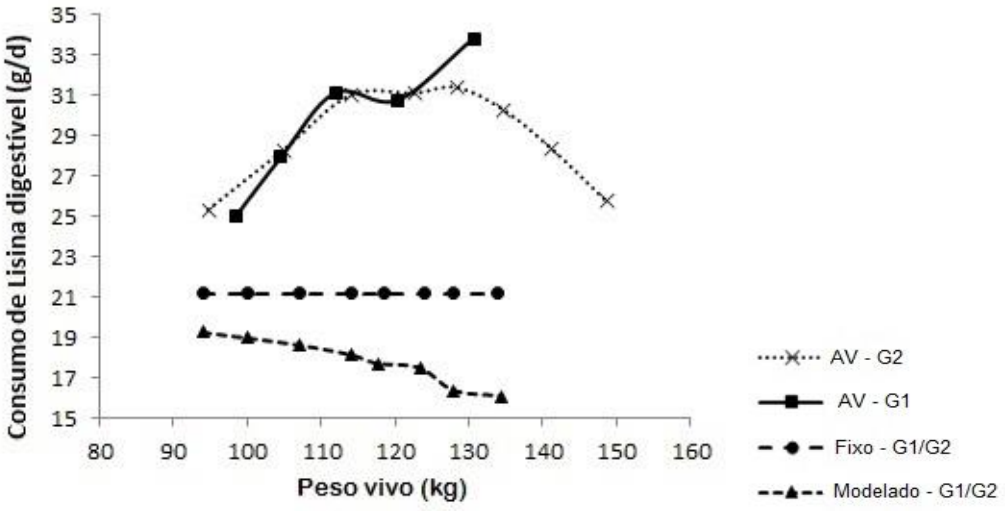


Figura 1 c. Consumo de lisina digestível (g/d) de suínos pesados de acordo com a estratégia alimentar: À vontade, Fixo e Modelado.

Pesquisas recentes (HAUSCHILD et al., 2012; ANDRETTA et al., 2014; ANDRETTA et al., 2016) que utilizaram a alimentação de precisão, demonstraram que as atuais exigências de lisina para suínos estão superestimadas, de forma que a redução nos níveis de PB e lisina podem ser realizadas sem prejuízos ao desempenho e com consequente redução nos níveis de excreção de nitrogênio nos dejetos. Para melhor eficiência de utilização, a concentração dietética ótima de lisina deveria ser progressivamente

reduzida durante o crescimento, com a concentração de nutrientes concomitantemente ajustadas para as estimativas de exigências de nutrientes (NRC, 2012). Da mesma forma, Andretta et al. (2016) observaram que como o uso de dietas ajustadas as necessidades diárias dos animais, pode-se reduzir em 26% o consumo de lisina digestível e em 30% a excreção de nitrogênio.

Para o período total do experimento (55 dias) o custo médio da alimentação do tratamento Modelado foi 6,30 % menor que o AV e 1,88% menor que o Fixo (Tabela 1). O excesso de aminoácidos observado nos tratamentos Fixo e AV além de refletir em redução da eficiência de utilização dos nutrientes e aumentar o volume de nutrientes nos dejetos pode impactar o custo da dieta. Monteiro (2014) trabalhando com dietas ajustadas pelo Inraporc® objetivando a redução da PB, obteve um custo médio da alimentação de 6,25% inferior na dieta ajustada quando comparado à dieta controle, formulada com recomendações nutricionais fixas a cada fase estabelecidas na Tabela Brasileira de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2011). Já Rossi *et al*. (2013), ao avaliarem o custo da alimentação de suínos alimentados com dietas ajustadas através do modelo Inraporc®, observaram uma redução de 2,9% no custo da alimentação, quando comparado ao fornecimento das dietas comerciais. Sabe-se que o custo da alimentação na suinocultura é de aproximadamente 70% dos custos totais, e qualquer redução é importante economicamente para atividade. É importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com a época, devido às diferenças nos valores das matérias primas ao longo do ano.

Os resultados obtidos indicam que a estratégia alimentar proposta pode proporcionar a redução de nutrientes da ração sem que ocorra déficit nas necessidades nutricionais ao longo do crescimento animal, trazendo assim, vantagens econômicas. A produção de suínos pesados aliada à nutrição de precisão surge com o propósito de tornar o sistema de produção mais sustentável, fornecendo uma alimentação cuja composição dos nutrientes é exata, de acordo com o padrão de crescimento dos suínos e seu consumo de ração (POMAR et al., 2010). Nas condições em que o experimento foi realizado, observa-se que a estratégia nutricional proposta Modelada não se diferenciou do manejo alimentar Fixo quanto às características de carcaça de suínos pesados. Contudo, a decisão pelo uso da estratégia alimentar Fixa ou Modelada deve levar em consideração a necessidade de utilização de equipamentos como

comedouros automáticos, capazes de ajustar o consumo de ração semanalmente, fatores relacionados ao custo dos ingredientes na dieta, formulação de mais de uma dieta ajustada as necessidades nutricionais para a fase, e o ganho ambiental quando da oportunidade de reduzir a excreção de nutrientes nos dejetos.

3.4 CONCLUSÃO

A estratégia nutricional do tratamento Modelado, definida através do programa Inraporc®, mostrou ser eficiente para produção de suínos pesados quanto na manutenção das características de carcaça quando comparada as estratégias utilizadas por uma integradora comercial. Além disso, a utilização da estratégia nutricional do tratamento Modelado pode refletir em menor custo de alimentação.

3.5 REFERÊNCIAS

ANDRETTA, I.; POMAR, C.; RIVEST, J.; POMAR, J.; RADÜNZ, J. Precision feeding can significantly reduce lysine intake and nitrogen excretion without compromising the performance of growing pigs. **Animal**. p.1-11, 2016.

ANDRETTA, I.; POMAR, C.; RIVEST, J.; POMAR, J.; LOVATTO, P. A.; NETO JR. The impact of feeding growing-finishing pigs with tailored diets using precision feeding techniques on animal performance, nutrient utilization, and body and carcass composition. **Journal of Animal Science** v.92, p.3925-3936, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Método brasileiro de classificação de carcaças**. 2. Ed. Rio Grande do Sul: 1973. 17p.

BARBOSA, H. C. A.; VIEIRA, A. A.; ALMEIDA, F. Q.; SOUZA, R. M.; CAMPOS, J. F. Qualidade de carcaça de suínos submetidos a restrição alimentar na fase de terminação e abatidos em diferentes pesos. **Revista Brasileira de Ciências Veterinária**, v.9, n.3, p.175-181, 2002.

BERTOL, T. M.; OLIVEIRA, E. A.; COLDEBELLA, A.; KAWSKI, V. L,; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Meat quality and cut yield of pigs slaughtered over 100kg live weight. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.4, p.1166-1174, 2015.

BROSSARD, L.; DOURMAD, J. Y.; RIVEST, J.; VAN MILGEN, J. Modelling the variation in performance of a population a growing pig as affected by lysine supply and feeding strategy. **Animal**. v.8, p.1114-1123, 2009.

FRAGA, A. L.; TOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N.; BUDIÑO, F. E. L.; HUAYNATE, R. A. R.; MALHEIROS, E. B. Restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.5, p.869-875, 2008.

GUIDONI, A. L.; DALLA COSTA, O. A.; BERTOL, T. M. **Preditores e predição do peso, porcentagem e quantidade de carne de carcaça suínas e suas partes**. Concórdia-EMBRAPA, 2007.

HAUSCHILD, L.; LOVATTO, P. A.; POMAR, J.; POMAR, C. Development of sustainable precision farming systems for swine: Estimating real-time individual amino acid requirements in growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**. v.90, p.2255-2263, 2012.

LOVATO, G. D.; KESSLER, A. M.; VALE, M. M.; BORILLE, R.; GIANLUPPI, R. D. F.; PEZZALI, J. G.; VILELLA, L. M.; ONGARATTO, C. Utilização do modelo InraPorc® no ajuste de programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação: características de carcaça. In: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, **Anais...**Vitória – ES, 2014.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. **Instrução normativa n° 22. Anexo I,** 2003. Disponível em <http://estranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=1570>. Acesso em: 08/12/2015.

MONTEIRO, A. N. T. R. Avaliação de programas nutricionais com redução do nível de proteína bruta e fósforo total da dieta para suínos na fase de crescimento e terminação. 80f. (Mestrado em zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Swine**. 10 ed., Washington, D. C.: National Academy Press, 189p. 2012.

OLIVEIRA, E. A.; BERTOL, T. M.; COLDEBELA, A.; SANTOS FILHO, J. I; SCANDOLERA, A. J.; WARPECHOWSKI, M. B. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.6, p.1743-1750, 2015.

PIEROZAN, E. A. Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados. 97f. (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

POMAR, C.; HAUSCHILD, L.; ZHANG, G. H.; POMAR, J.; LOVATO, P. A. Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals. In **Modelling nutrient digestion and utilization in farm animals** (ed. SAUVANT, D.; VAN MILGEN,J.; FAVERDIN, P. AND FRIGGENS, N.), p.327-334. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, Netherlands. 2010.

ROBERT MCNEEL AND ASSOCIATES. **Rhino: user´s guide, Seattle**, versão 4.0, 2007, 119 p.

ROSSI, C. A. R.; LOVATTO, P. A.; LEHNEN, C. R.; FRAGA, B. N.; LOVATO, G. D.; CERON, M. S. Dietas ajustadas para suínos através do modelo Inraporc®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural.** v. 43, p. 689-695, 2013.

ROSTAGNO, H. S. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2011.

ANEXOS

Anexo 1 – APROVAÇÃO NO COMITÊ DE ÉTICA DO SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

Curitiba, 18 de setembro de 2013.

Of. No. 038/2013, CEUA-SCA

Para: Marson Bruck Warpechowski
Assunto: Protocolo 047/2013

Prezado Marson Bruck Warpechowski,

Em relação ao projeto sob sua responsabilidade, avaliado por esta Comissão sob o protocolo número 047/2013 e intitulado "Avaliação do modelo nutricional INRAPORC® para desenvolver estratégias nutricionais na produção de suínos pesados", vimos através deste, solicitar a assinatura da Diretora da Fazenda onde será realizado o experimento.

Aguardamos resposta a este ofício para emissão de um parecer final.

Atenciosamente,

Patrick Schmidt
Presidente

Ricardo Guilherme D´Otaviano de Castro Vilani
Vice-Presidente

Comissão de Ética no Uso de Animais
Setor de Ciências Agrárias
Universidade Federal do Paraná

CIENTE: _____
Marson Bruck Warpechowski
Proponente

DATA: 30 / 10 / 13