

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA**

NICOLE GRITTI SMOZINSKI

**LEITÕES ALIMENTADOS NA FASE INICIAL COM RAÇÕES
CONTENDO PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA: VALIDAÇÃO DE
DADOS ATRAVÉS DO MODELO INRAPORC®**

FLORIANÓPOLIS – SC

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE ZOOTECNIA

NICOLE GRITTI SMOZINSKI

**LEITÕES ALIMENTADOS NA FASE INICIAL COM RAÇÕES
CONTENDO PROTEÍNA CONCENTRADA DE SOJA: VALIDAÇÃO DE
DADOS ATRAVÉS DO MODELO INRAPORC®**

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado como exigência para
obtenção do Diploma de Graduação em
Zootecnia da Universidade Federal de
Santa Catarina.

Orientador (a): Profª. Drª. Lucélia Hauptli

FLORIANÓPOLIS – SC

2017

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Smozinski, Nicole Gritti

Leitões alimentados na fase inicial com rações contendo proteína concentrada de soja: validação de dados através do modelo INRAPORC® / Nicole Gritti Smozinski ; orientador, Lucélia Hauptli, 2017.

44 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Graduação em Zootecnia, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Zootecnia. 2. modelo. 3. simulação. 4. leitões pós desmame. 5. desempenho zootécnico. I. Hauptli, Lucélia. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Zootecnia. III. Título.

NICOLE GRITTI SMOZINSKI

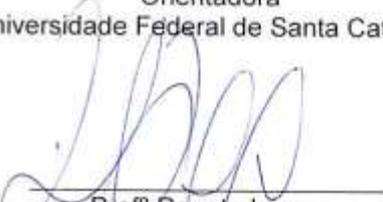
**LEITÕES ALIMENTADOS NA FASE INICIAL COM
RAÇÃO CONTENDO PROTEÍNA CONCENTRADA DE
SOJA: VALIDAÇÃO DE DADOS ATRAVÉS DO MODELO
INRAPORC®**

Esta Monografia de Trabalho de Conclusão de Curso foi julgada aprovada e adequada para obtenção do grau de Zootecnista.

Florianópolis, 14 de Junho de 2017.

Banca Examinadora:


Prof.ª Lucélia Hauptli, Dr.ª
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina


Prof.º Renato Irgang
Universidade Federal de Santa Catarina


Engenheiro Agrônomo Sebastião Ferreira Magagnin
Universidade Federal de Santa Catarina

DEDICATÓRIA

Este trabalho é dedicado aos meus queridos pais, com
muito amor e gratidão!

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), seu corpo docente, direção e administração que proporcionaram a minha formação profissional.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Suínos e Aves) e seus funcionários pelo acolhimento e compartilhamento de suas experiências profissionais. Em especial ao Doutor Paulo Armando de Oliveira e Doutora Teresinha Marisa Bertol pela orientação, ensinamentos, apoio e, por terem fornecido dados para a realização deste trabalho.

Agradeço imensamente a Professora Doutora Lucélia Hauptli, pelos ensinamentos, suporte, correções, incentivos, confiança e por ter sido paciente durante o período que foi minha orientadora. É um exemplo de profissional.

Aos membros da banca examinadora pelas considerações feitas, as quais enriqueceram o conteúdo deste trabalho e por terem dividido comigo este momento tão importante e esperado.

Aos amigos que caminharam comigo ao longo desta trajetória. Obrigada por compartilharem comigo momentos intensos de estudo, pelo apoio, companheirismo, e amizade durante estes anos de faculdade. São pessoas que eu levo para a vida.

À minha amiga Fernanda Simioni Rodrigues, que mesmo longe, sempre esteve presente na minha vida, me apoiando e me incentivando nos momentos mais difíceis. Obrigada pelos anos de convivência, e pela amizade que se mantém inabalável.

Ao meu namorado, companheiro de todas as horas, Jorge Tavares, pelos conselhos, compreensão, amor, colaboração para a realização deste trabalho e por sempre me incentivar e me apoiar em todas as decisões.

Aos meus pais, Júlio César Smozinski e Cirlene Gritti Smozinski e meu irmão Rômulo Gritti Smozinski pelos anos de dedicação, compreensão, conselhos, incentivos, por não medirem esforços para que eu pudesse concluir esta etapa da minha vida e pelo amor incondicional. Sem eles eu não teria conseguido. São minha referência, meu chão, meu porto seguro.

E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O desempenho zootécnico de leitões, face às dietas de pós-desmame, pode ser avaliado através de experimentos laboratoriais. No entanto, o desempenho pode também ser avaliado com o uso de modelos nutricionais, como o software INRAPORC[®]. O presente estudo teve como objetivo avaliar o modelo nutricional INRAPORC[®] nas condições brasileiras, na validação do desempenho de leitões na Fase Inicial II a partir dos 15 kg de peso vivo, quando sujeitos a duas dietas experimentais com diferentes fontes de processamento da soja: farelo de soja de alta proteína (FS: PB 45%) e adição de proteína concentrada de soja (PCS: PB 60%). E sugerir nova proposta de dieta, caso a validação for possível e as dietas necessitem de tal ajuste. Os dados médios de 64 leitões, avaliados previamente em experimento de desempenho, foram informados no “software”, avaliando o consumo médio diário de ração (CRMD), o ganho de peso médio diário (GPMD) e a conversão alimentar (CA). O crescimento dos leitões foram estimados com base no peso vivo médio inicial de 16,26 kg e idade de 50 dias de vida. Os dados experimentais mostraram um CRMD de 1,19 kg/leitão/d considerando ambas as dietas, tendo o INRAPORC[®] estimado 1,20 kg e 1,17 kg/leitão/d para os tratamentos FS e PCS, respectivamente. O GPMD no experimento foi de 0,671 e 0,667 kg/d para os tratamentos FS e PCS, respectivamente, enquanto no “software” os GPMD estimados foram superiores, em média, 0,112 kg/d na dieta FS e 0,114 kg/d na dieta com adição de PCS. Em relação à CA, enquanto as dietas experimentais apresentaram valores de 1,77 na dieta FS e 1,78 na dieta PCS, os valores estimados pelo INRAPORC[®] foram menores (1,53 e 1,50 para as dietas FS e PCS, respectivamente). O estudo desenvolvido mostrou que o software INRAPORC[®] é válido para ser aplicado nas condições brasileiras, para prever o desempenho do leitão com base no menor peso corporal recomendado para a simulação (15 kg), sendo possível reformular ambas as dietas ajustando as composições centesimais resultando em menor “*déficit*” do aminoácido lisina que se apresentou como mais limitante na análise dos dados de desempenho.

Palavras-chave: modelo, simulação, leitões pós-desmame, desempenho zootécnico.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Janela “ <i>perfil animal</i> ”, aba “ <i>condições de granja</i> ”, onde foram inseridas as informações dos leitões: estado inicial e período considerado.	24
Figura 2 - Janela “ <i>perfil animal</i> ”, aba “ <i>consumo à vontade e desempenho</i> ”, onde foi realizada a calibração para as simulações dos dois tratamentos.....	25
Figura 3 - Janela “ <i>simulação suínos em crescimento</i> ” com perfil animal para “ <i>high performance</i> ”, programa de dietas “ <i>single</i> ” e programa alimentar selecionados “ <i>ad libitum</i> ”.....	26
Figura 4 – Simulação de desempenho dos leitões de acordo com os dados introduzidos no software (exemplo: tratamento farelo de soja)	27
Figura 5 – Exportação dos dados do INRAPORC® para o software Microsoft Excel®, avaliando o ganho de peso (kg/d) em relação ao peso vivo do suíno (<i>exemplo: tratamento farelo de soja</i>).	27
Figura 6 - Relação entre o peso médio diário dos leitões estimado pelo INRAPORC® e o peso medido no experimento no tratamento com farelo de soja.	30
Figura 7 - Relação entre o peso médio diário dos leitões estimado pelo INRAPORC® e o peso medido no experimento no tratamento com adição de proteína concentrada de soja.....	31
Figura 8 – “ <i>Déficit</i> ” da partição geral da lisina para o tratamento farelo de soja.....	32
Figura 9 – “ <i>Déficit</i> ” da partição geral da lisina para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja.	32
Figura 10 - “ <i>Déficit</i> ” da partição geral da Lisina da nova dieta para o tratamento com FS.....	36
Figura 11 - “ <i>Déficit</i> ” da partição geral da Lisina da nova dieta para o tratamento com adição de PCS.	36
Figura 12 – Simulação da partição dinâmica de lisina para o tratamento com farelo de soja, onde a área verde corresponde ao excesso de lisina, e a área vermelha ao “ <i>déficit</i> ”.	37
Figura 13 – Simulação da partição dinâmica de lisina para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja, onde a área verde corresponde ao excesso de lisina, e a área vermelha ao “ <i>déficit</i> ”.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal e composição calculada das dietas cadastradas no INRAPORC [®] , contendo farelo de soja e adição de proteína concentrada de soja.	21
Tabela 2 – Comparação da composição centesimal da ração experimental com farelo de soja e da composição calculada pelo programa INRAPORC [®]	22
Tabela 3 - Comparação da composição centesimal da ração experimental com adição de proteína concentrada de soja e da composição calculada pelo programa INRAPORC [®]	23
Tabela 4 - Calibração da simulação do tratamento com farelo de soja.	25
Tabela 5 - Calibração da simulação do tratamento com adição de proteína concentrada de soja.	26
Tabela 6 - Médias de desempenho dos leitões submetidos aos dois manejos alimentares diferentes: farelo de soja e com adição de proteína concentrada de soja.	29
Tabela 7 - Deposição corporal de lisina estimada pelo INRAPORC [®] e reformulação com o aumento do teor de lisina (%) nos tratamentos com farelo de soja e adição de proteína concentrada da soja.	33
Tabela 8 - Composição centesimal e composição calculada da dieta experimental e dieta reformulada, cadastradas no programa INRAPORC [®] para o tratamento com farelo de soja.	34
Tabela 9 - Composição centesimal e composição calculada da dieta experimental e dieta reformulada, cadastradas no programa INRAPORC [®] para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja.	35
Tabela 10 - Médias de desempenho dos leitões em crescimento submetidos às novas dietas reformuladas.	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AFZ	Associação Francesa de Zootecnia
CA	Conversão alimentar
CCA	Centro de Ciências Agrárias
CIST	Cistina
CRMD	Consumo de ração médio diário
DFA	Desmamados por fêmea/ano
DZDR	Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural
EE	Extrato etéreo
EM	Energia metabolizável
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FS	Farelo de soja
GPMD	Ganho de peso médio diário
MET	Metionina
PB	Proteína bruta
PCS	Proteína concentrada de soja
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	14
2.1. Objetivo geral	14
2.2. Objetivos específicos	14
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
3.1. Panorama da suinocultura	15
3.2. Desmame de leitões – Fisiologia e nutrição	16
3.3. Uso de farelo de soja em dietas para leitões pós-desmame	17
3.4. Proteína concentrada de soja	17
3.5. Software INRAPORC®	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Introdução dos dados no INRAPORC®	20
4.2. Calibração do INRAPORC®	24
4.3. Simulação no software INRAPORC®	26
4.4. Avaliação da estimativa nutricional do INRAPORC®	28
4.5. Eficiência das dietas	28
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1. Desempenho dos leitões	29
5.2. Partição da lisina	31
5.3. Dieta proposta	33
5.4. Simulação da partição dinâmica da Lisina na dieta reformulada	36
5.5. Desempenho dos suínos com a dieta reformulada	38
6. CONCLUSÃO	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1. INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade de grande importância econômica e social para o Brasil, ocupando o quarto lugar mundial tanto na produção quanto na exportação de carne (MAPA, 2016; USDA, 2016). De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016), pilares produtivos como sanidade, nutrição, manejo e aprimoramento gerencial têm-se apresentado como os principais elementos para o aumento da oferta interna, e aumento da participação no mercado mundial.

Na produção industrial de suínos se preconiza o maior número de leitões desmamados por fêmea/ano (DFA). Neste contexto, para aumentar a produtividade do plantel, o desmame dos leitões é realizado em média aos 24 dias de vida, enquanto, naturalmente, este ocorreria por volta dos 70 dias de idade (WHITTEMORE; GREEN, 2001). O desmame precoce gera, no animal, stress por mudança de ambiente produtivo. Neste contexto, ao saírem da maternidade onde os leitões ficam com suas mães nos primeiros dias de vida, são inseridos nas baias de creche, geralmente com animais de outras leitegadas. Adicionalmente, também se gera um stress nutricional, pois aos 24 dias de vida os leitões desmamados ainda estão ingerindo o leite da mãe (alimento líquido, altamente palatável e digestível) passando para uma dieta concentrada sólida (ração) fornecida em comedouros. Esta nova dieta apresenta desafios ao sistema digestório dos leitões, que passará por modificações até que fique preparado para a digestão dos novos ingredientes, como os de origem vegetal (TEIXEIRA et al., 2003). Para reduzir os problemas de digestibilidade desta nova dieta, as rações de pós-desmame são geralmente formuladas com ingredientes de alta digestibilidade, tais como: lactose, produtos de origem animal e cereais processados (KUMMER et al., 2009).

No grupo dos cereais, a soja na forma de farelo é comumente utilizada nas rações desde a fase do pós-desmame até à fase de terminação da cadeia produtiva de suínos. No entanto, a soja em forma de farelo pode apresentar fatores antinutricionais para os leitões, devido à presença de frações proteicas que causam hipersensibilidade nos leitões pela baixa capacidade de digestão destas frações (OLIVEIRA et al., 2012; KIM et al., 2015).

Uma alternativa ao farelo de soja nas dietas de pós-desmame é a utilização da proteína concentrada de soja (PCS), pois a matéria-prima, ao passar por processos de aquecimento tem os seus fatores antinutricionais inativados, deixando

de causar hipersensibilidade nos leitões. Diante do exposto, a PCS se apresenta como uma opção válida de alimento em substituição ao farelo de soja por possuir elevado valor energético e, ao mesmo tempo, maior digestibilidade, o que contribui para uma melhor absorção dos nutrientes ofertados aos leitões na mucosa intestinal. (SOARES et al., 2000; OLIVEIRA et al., 2012).

Para avaliar o desempenho nutricional dos leitões em relação às dietas de pós-desmame, são realizados experimentos *in vivo*, onde os animais são avaliados, principalmente em relação às características do seu desempenho zootécnico: consumo de ração, ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) (SOARES et al., 2000; BARBOSA et al., 2007; LEITE et al., 2011). Porém, existe ainda a possibilidade de avaliar a eficiência das dietas no desempenho com recurso a programas de modelagem (HAUSCHILD, 2010). Por exemplo, o INRAPORC® é um software de modelagem para auxílio na tomada de decisão em nutrição de suínos (crescimento e matrizes reprodutoras). O software foi desenvolvido no *Institut National de la Recherche Agronomique, Unité Mixte de Recherche Systèmes d'Elevage, Nutrition Animale et Humaine* (INRA UMR SENAH), França. O software possui um modelo de crescimento de suínos (de 15 a 150 kg de peso vivo) baseado na transformação dos nutrientes disponibilizados na dieta em deposição de proteína e lipídios corporais, que são usados para estimar o peso vivo, o tecido magro corporal e a espessura de toucinho dos animais. O modelo desenvolvido pode ser calibrado com dados reais de campo, de forma a ajustar os parâmetros do modelo da curva de desempenho que afetam o potencial de crescimento e consumo e, portanto, estimam as necessidades nutricionais dos animais nas granjas produtivas.

O presente estudo avaliou a eficiência do modelo nutricional INRAPORC® na validação do desempenho de leitões na Fase Inicial II, a partir dos 15 kg de peso vivo, quando sujeitos a duas dietas experimentais com diferentes fontes de processamento da soja: farelo de soja de alta proteína (FS: 45%) e adição de proteína concentrada de soja (PCS: 60%), em experimento previamente realizado (OLIVEIRA et al., 2012) e, promovendo quando necessário, alterações nas dietas de acordo com as estimativas obtidas do software para nova simulação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Avaliar o uso do modelo nutricional INRAPORC[®] nas condições brasileiras, na validação do desempenho de leitões na Fase Inicial II a partir dos 15 kg de peso vivo, quando sujeitos a duas dietas experimentais com diferentes fontes de processamento da soja: farelo de soja de alta proteína (FS) e adição de proteína concentrada de soja (PCS: 60%).

2.2. Objetivos específicos

Calibrar o software com dados de experimento prévio, estimando as taxas de desempenho dos leitões no limiar inferior de simulação, a partir de 15 kg de peso vivo.

Validar o software para a estimativa do consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar dos leitões, a partir dos 15 kg de peso vivo, quando submetidos a duas diferentes fontes de processamento de soja na composição da ração.

Avaliar as dietas experimentais fornecidas aos leitões, propondo quando necessário, acerto na composição dos nutrientes, para melhorar o desempenho dos leitões em função das estimativas obtidas do INRAPORC[®].

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Panorama da suinocultura

A produção de suínos vem se apresentando como uma das principais fontes produtoras de proteína de origem animal. Em 2015 dentre as atividades pecuárias, a atividade suinícola foi a que mais contribuiu para o aumento da disponibilidade de proteína animal no mundo, sendo responsável por 40% das 296 x 10⁶ toneladas de carcaça produzidas (USDA, 2015). Neste contexto, o Brasil destaca-se no cenário mundial de produção e exportação de proteína animal com aproximadamente US\$ 10,74 bilhões em vendas externas. Deste montante, a carne suína representou 9,8% do total, podendo-se destacar a evolução do produto *in natura* de 335,8 x 10³ toneladas em 2015 para 474,0 x 10³ toneladas em 2016, representando, atualmente, 10% do volume exportado de carne suína no mundo (MAPA, 2016).

Nas últimas duas décadas, a atividade suinícola no Brasil teve um crescimento e desenvolvimento significativo em termos de produtividade, associado a vários indicadores econômicos e sociais, como aumento no volume de exportações, participação no mercado mundial e o número de empregos diretos e indiretos gerados através da cadeia produtiva (GONÇALVES; PALMEIRA, 2006). A evolução observada na atividade ficou relacionada a alguns pilares produtivos, tais como: sanidade, nutrição, manejo e aprimoramento gerencial das granjas, permitindo ao país alcançar a quarta colocação mundial de produção e exportação de carne (MAPA, 2016).

No campo da nutrição, as estatísticas mostram que a alimentação representa aproximadamente 76% dos custos totais de produção em granjas de ciclo completo, ou seja, quando as diferentes fases produtivas (maternidade, gestação, creche, crescimento e terminação) se encontram no mesmo sítio (CIAS, 2016). Desta forma, é importante haver um equilíbrio entre as exigências nutricionais dos animais e a escolha das matérias-primas a serem utilizadas na formulação das rações em cada fase produtiva para que o aumento de produtividade não comprometa a rentabilidade dos suinocultores (REGINA; LIMA; ANDRADE, 2010).

3.2. Desmame de leitões – Fisiologia e nutrição

A suinocultura tem como objetivo desmamar os leitões mais cedo para elevar a produtividade, reduzir o intervalo entre partos, diminuir o número de dias não produtivos da granja, aumentar o número de leitões desmamados por fêmea/ano (DFA), o número de leitões por porca/ano e, conseqüentemente, o peso total de suínos produzido (em kg). Um dos maiores desafios dos nutricionistas e produtores tem sido a melhoria do desempenho de leitões nas duas primeiras semanas de alojamento em creche, após o desmame, quando este é realizado de forma precoce, ou seja, em média aos 21 dias de idade. Este período é considerado o mais crítico do ciclo produtivo, pois os leitões são separados da mãe, passando por mudança de ambiente, mudança no controle ambiental, dificuldade de adaptação a novos equipamentos (comedouros e bebedouros) e misturas de leitegadas (QUADROS et al., 2002).

No início da vida do leitão, o pH estomacal é alto devido à produção de ácido láctico. Tal fato, se faz necessário para que as imunoglobulinas presentes no colostro materno passem intactas e sejam absorvidas no intestino do animal. Após duas semanas de vida, a pepsina aumenta a sua atividade no estômago, incrementando a produção de ácido clorídrico e criando as condições necessárias para ocorrer a digestão proteolítica (CHAMONE, 2010). A produção gradativa da pepsina e do ácido clorídrico ocorre até o pH estomacal atingir valores inferiores a 2 e, conseqüentemente, a digestão se tornar eficiente (SOARES, 2004). Mudanças drásticas na alimentação poderão resultar em problemas no desempenho dos leitões, pois os animais passam de uma dieta líquida - leite (altamente digestível com 30% de proteína, 35% de gordura e 25% de lactose), para uma dieta concentrada seca (sem lactose, composta majoritariamente por milho e farelo de soja) (REGINA; LIMA; ANDRADE, 2010). Neste período, o farelo de soja pode apresentar alguns fatores antinutricionais, como a glicinina e B-conglicinina, polissacarídeos não amiláceos na forma de inibidores de tripsinas, oligossacarídeos e lecitina, que causam hipersensibilidade nos leitões, comprometendo a digestibilidade da nova dieta nos animais (OLIVEIRA et al., 2012; KIM et al., 2015).

Portanto, é possível constatar que a alimentação dos leitões no período de pós-desmame é fundamental, sendo necessário que os nutricionistas e produtores de suínos se atentem na escolha das matérias-primas para formular as dietas dos

animais. Atualmente, existem matérias-primas alternativas que podem contribuir para melhorar o desempenho e a digestibilidade dos leitões na fase de pós-desmame, tais como a farinha de peixe, o plasma sanguíneo e alguns tipos de grãos processados termicamente (SUREK, 2012).

3.3. Uso de farelo de soja em dietas para leitões pós-desmame

O farelo de soja (FS) é um componente essencial na alimentação, porém limitado nas dietas por conter fatores antinutricionais como os polissacarídeos não amiláceos e oligossacarídeos que causam hipersensibilidade nos leitões, restringindo a sua capacidade de absorção dos nutrientes e, conseqüentemente, afetando o desempenho zootécnico no período de pós-desmame (HUISMAN; TOLMAN, 1992); adicionalmente, podem desencadear o aparecimento de agentes patogênicos como a *Escherichia coli* (JUNQUEIRA et al., 2010).

Os polissacarídeos não amiláceos (celulose, hemicelulose, quitina e pectinas) que afetam a digestibilidade e modificam o tempo de permanência do alimento no trato digestivo dos animais por não serem degradados por enzimas endógenas (AMORIM et al., 2011). Neste contexto, é importante que no período de pós-desmame sejam fornecidos nutrientes que protejam, restabeleçam as estruturas e o funcionamento do trato digestório, de modo a potencializar o seu crescimento e a minimizar as perdas no seu desempenho (PASCOAL et al., 2005).

Para aumentar a digestibilidade dos alimentos em dietas para leitões sujeitos a desmame precoce, pode-se usar alimentos alternativos para obtenção das fontes proteicas e energéticas em dietas pré-iniciais, as quais adequam-se ao grau de amadurecimento do trato gastrointestinal como a proteína concentrada da soja (BERTOL et al., 2000).

3.4. Proteína concentrada de soja

Alguns alimentos de fonte proteica são processados e utilizados em dietas para leitões pós-desmame para substituição/complementação do FS. Um exemplo é a proteína concentrada de soja (PCS) (BERTOL et al., 2001). A PCS possui teor de proteína bruta superior à do FS (46,5%), concentração de oligossacarídeos de até 3% e glicinina inferior a 100 ppm. É altamente digestível e livre das frações proteicas

antigênicas que provocam reações de hipersensibilidade nos leitões (OLIVEIRA et al., 2012).

O processamento da PCS é feito a partir da soja floculada, em que o floco descascado e desengordurado é lavado com etanol para retirada dos açúcares solúveis, sendo submetido posteriormente a processamento térmico, através de discos metálicos aquecidos (BERTOL et al., 2001). O objetivo do uso destes ingredientes é o aumento da digestibilidade das dietas de pós-desmame, pois é um ingrediente livre dos carboidratos indigestíveis. Em relação aos custos, o FS com alto teor de proteína tem um valor médio de R\$0,92/kg, enquanto a PCS tem um valor de R\$1,60/kg (OLIVEIRA et al., 2012).

3.5. Software INRAPORC®

Os estudos que avaliam a utilização de ingredientes alternativos nas dietas de leitões baseiam-se em resultados de desempenho obtidos em experimentos realizados no campo, utilizando um número considerável de animais, comparando as dietas padrão com as novas dietas propostas. Porém, existem atualmente alguns modelos matemáticos que permitem simular o desempenho destes animais com recurso de “softwares” como o INRAPORC®, possibilitando a validação, com as avaliações realizadas em campo e a simulação das mesmas (HAUSCHILD, 2010).

O INRAPORC®, tal como referido anteriormente, apresenta-se como uma ferramenta de auxílio para a tomada de decisão e na elaboração de estratégias nutricionais de suínos em crescimento e matrizes reprodutoras. O software desenvolvido no INRA UMR SENAH possui um modelo de crescimento de suínos (de 15 a 150 kg de peso vivo) baseado na transformação dos nutrientes disponibilizados na dieta em proteína e lipídios, que são usados para estimar o peso vivo, o tecido magro corporal e a espessura de toucinho dos animais. Os objetivos do modelo de crescimento INRAPORC® para suínos são: analisar a utilização dos nutrientes para perfis de animais específicos, avaliando os efeitos da adoção de diferentes estratégias nutricionais em relação à utilização dos nutrientes pelos animais, desempenho e características de carcaça (van MILGEN et al., 2008). De acordo com o software, pode ser adotada uma estratégia nutricional para simular o perfil animal em condições reais de campo (HAUSCHILD, 2010), em que a utilização de nutrientes é baseada em conceitos de energia e proteína ideal. O modelo inclui

também o consumo de alimento, a partição de energia em deposição de proteína e lipídios e a disponibilidade de proteína e aminoácidos da dieta (van MILGEN et al., 2008). Parâmetros de consumo de alimento, peso vivo, potencial de crescimento, informação do coeficiente de ajuste da manutenção valor padrão de 1,00, entrada de dado real de ingestão de alimento pelo animal, entrada do dado real de peso vivo inicial e final são ajustados no programa. No procedimento de calibração informações que caracterizam o animal, a dieta e a estratégia nutricional são informadas ao sistema: composição da dieta, consumo de ração, peso vivo inicial e final do animal no período considerado e o programa alimentar adotado (“*ad libitum*” ou restrito). A partir dos dados inseridos, tanto de consumo potencial de alimento quanto do desempenho, os parâmetros do modelo poderão ser calibrados para que os resultados estimados de desempenho correspondam o mais próximo possível da realidade, a fim de se obter uma maior acurácia do modelo. A calibração engloba o conceito de ajuste do modelo por um banco real de dados, em que os parâmetros e variações são corrigidos para obter respostas específicas, para cada situação específica.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Departamento de Zootecnia e Desenvolvimento Rural (DZDR) do Centro de Ciências Rurais (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, SC, e nas dependências da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Suínos e Aves, localizada no município de Concórdia, SC, no período de outubro de 2016 a março de 2017. Os dados utilizados no estudo foram coletados do experimento que gerou o artigo “Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com ração contendo proteína de soja concentrada” (OLIVEIRA et al., 2012) e que foram disponibilizados pela EMBRAPA Suínos e Aves. Foram tabulados os dados do peso dos animais, o consumo de ração e de conversão alimentar dos 64 leitões correspondentes à avaliação do desempenho dos dois tratamentos do experimento: farelo de soja (FS) e com adição de proteína concentrada de soja (PCS) na Fase Inicial II. O peso vivo inicial dos leitões foi, em média, de 16,26 kg e a idade foi de 50 dias. Para a realização do estudo foi utilizado o modelo nutricional INRAPORC[®] através da versão educacional do software, obtido por “download” da versão (1.7.1.0) gratuita a partir do “site” do INRA UMR SENAH (van MILGEN, 2013).

4.1. Input dos dados no INRAPORC[®]

Os dados do experimento referentes aos dois tratamentos (FS e PCS) foram informados no INRAPORC[®]. As duas dietas experimentais utilizadas da Fase Inicial II são apresentadas na Tabela 1. A simulação contemplou exclusivamente a Fase Inicial II porque é nesta fase que os leitões apresentaram o peso adequado para a simulação no INRAPORC[®] (acima de 15 kg).

No módulo “*dietas*” do INRAPORC[®], a janela de “*composição de ingredientes*” utiliza dados de ingredientes da Associação Francesa de Zootecnia (AFZ/INRA). No entanto, o programa permite o cadastro de outros ingredientes, quando necessários, para contemplar as dietas em análise. Neste contexto, foram cadastrados no banco de ingredientes do programa a proteína concentrada de soja e os núcleos das dietas em avaliação, considerando o total da composição centesimal destas.

Tabela 1 - Composição centesimal e composição calculada das dietas cadastradas no INRAPORC®, contendo farelo de soja e adição de proteína concentrada de soja.

Ingredientes (%)	Tratamentos	
	FS	PCS: 60%
Milho	61,2871	63,0374
FS	32,4410	28,1042
PCS: 60%	-	2,9100
Óleo de Soja	1,5235	1,1328
Calcário Calcítico	0,4856	0,4727
Fosfato bicálcico	1,8538	1,8430
Sal comum	0,3306	0,3283
L-Lisina	0,2416	0,2476
DL-Metionina	0,0917	0,0801
L-Treonina	0,0851	0,0828
Aditivos ¹	1,6600	1,7611
Total	100	100
Composição calculada no experimento		
PB (%)	20,00	20,00
EM (kcal kg ⁻¹)	3330	3330
EE (%)	4,70	4,30
Ca (%)	0,75	0,75
P total (%)	0,651	0,651
Lisina digestível (%)	1,150	1,150
Metionina digestível (%)	0,364	0,357
Met.+cist digestível (%)	0,655	0,655
Treonina digestível (%)	0,713	0,713

FS – Farelo de soja; PCS - proteína concentrada de soja;

¹ Aditivos: Ácido fumárico; Cloreto de colina; Adsorvente: Aluminossilicato de sódio e cálcio 0,25% e organoaluminossilicato 0,05%. Premix vitamínico: enriquecimento por kg do produto: 900.000 UI Vit. A, 900.000 UI Vit D3, 10.000 UI Vit. E, 4g Vit. K3, 2g Vit B1, 5g Vit. B2, 5g Vit. B6, 40mg Vit. B12, 40g Ácido Nicotínico, 10g Bacitracina de Zinco, 30g Antioxidante, 50mg Selenito de Sódio, Excipiente qsp 1000g. Premix mineral: por kg do produto: 180g Ferro, 20g Cobre, 4g Cobalto, 80g Manganês, 140g Zinco, 4g Iodo, Excipiente qsp 1000g.

Fonte: adaptada de Oliveira et al. (2012).

Após a informação dos ingredientes necessários para formar a composição centesimal das duas dietas em avaliação, estas foram cadastradas na janela “*Composição da Dieta*” como: *ração_inicial_2_FS* e *ração_inicial_2_PCS*, para as dietas FS e PCS, respectivamente. As composições centesimais das rações presentes no artigo foram utilizadas para simular o crescimento dos leitões. De acordo com a composição das dietas formuladas, o software estimou os seus níveis nutricionais através da composição de nutrientes presentes nos ingredientes,

apresentando, em média, uma variação de 4,77% em relação à dieta experimental presente no artigo para o tratamento com FS (Tabela 2) e 7,51% para o tratamento com adição de PCS (Tabela 3). Embora as composições nutricionais possam ser mudadas manualmente no “software”, para as simulações foram utilizadas as informações dos nutrientes e energia estimadas, para poder verificar a sensibilidade do INRAPORC® na estimativa de crescimento dos suínos.

Tabela 2 – Comparação da composição centesimal da ração experimental com farelo de soja e da composição calculada pelo programa INRAPORC®.

Ingredientes	Dieta FS		Variação (%)
	Experimental	INRAPORC®	
Milho	61,2871	61,2871	
FS	32,4410	32,4410	
Óleo de Soja	1,5235	1,5235	
Calcário Calcítico	0,4856	0,4856	
Fosfato bicálcico	1,8538	1,8538	
Sal comum	0,3306	0,3306	
L-Lisina	0,2416	0,2416	
DL-Metionina	0,0917	0,0917	
L-Treonina	0,0851	0,0851	
Aditivos ¹	1,6600	1,6600	
Total	100	100	
Composição calculada	Experimental	INRAPORC®	Variação (%)
PB (%)	20,00	20,23	+1,15
EM (kcal kg ⁻¹)	3.330	3.211	-3,57
EE (%)	4,700	4,340	-7,66
Ca (%)	0,750	0,800	+6,67
P total (%)	0,651	0,730	+12,14
Lisina digestível (%)	1,150	1,175	+2,17
Metionina digestível (%)	0,364	0,372	+2,20
Met.+cist digestível (%)	0,655	0,640	-2,29
Treonina digestível (%)	0,713	0,677	-5,05

FS – Farelo de soja; PCS – Proteína concentrada de soja;

¹ Aditivos: Ácido fumárico; Cloreto de colina; Adsorvente: Aluminossilicato de sódio e cálcio 0,25% e organoaluminossilicato 0,05%. Premix vitamínico: enriquecimento por kg do produto: 900.000 UI Vit. A 900.000 UI Vit D3, 10.000 UI Vit. E, 4g Vit. K3, 2g Vit B1, 5g Vit. B2, 5g Vit. B6, 40mg Vit. B12, 40g Ácido Nicotínico, 10g Bacitracina de Zinco, 30g Antioxidante, 50mg Selenito de Sódio, Excipiente qsp 1000g. Premix mineral: por kd do produto: 180g Ferro, 20g Cobre, 4g Cobalto, 80g Manganês, 140g Zinco, 4g Iodo, Excipiente qsp 1000g.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Tabela 3 - Comparação da composição centesimal da ração experimental com adição de proteína concentrada de soja e da composição calculada pelo programa INRAPORC®.

Ingredientes	Dieta PCS		
	Experimental	INRAPORC®	
Milho	63,0374	63,0374	
FS	28,1042	28,1042	
PCS 60%	2,9100	2,9100	
Óleo de Soja	1,1328	1,1328	
Calcário Calcítico	0,4727	0,4727	
Fosfato bicálcico	1,8430	1,8430	
Sal comum	0,3283	0,3283	
L-Lisina	0,2476	0,2476	
DL-Metionina	0,0801	0,0801	
L-Treonina	0,0828	0,0828	
Aditivos ¹	1,7611	1,7611	
Total	100	100	
Composição calculada	Experimental	INRAPORC®	Variação (%)
PB (%)	20,00	20,27	+1,35
EM (kcal kg ⁻¹)	3.330	3.262	-2,04
EE (%)	4,300	5,120	+19,07
Ca (%)	0,750	0,918	+22,40
P total (%)	0,651	0,730	+12,14
Lisina digestível (%)	1,150	1,093	-4,96
Metionina digestível (%)	0,357	0,364	+1,96
Met.+cist digestível (%)	0,655	0,650	-0,76
Treonina digestível (%)	0,713	0,692	-2,95

FS – Farelo de soja; PCS= proteína concentrada de soja;

¹ Aditivos: Ácido fumárico; Cloreto de colina; Adsorvente: Aluminossilicato de sódio e cálcio 0,25% e organoaluminossilicato 0,05%. Premix vitamínico: enriquecimento por kg do produto: 900.000 UI Vit. A, 900.000 UI Vit D3, 10.000 UI Vit. E, 4g Vit. K3, 2g Vit B1, 5g Vit. B2, 5g Vit. B6, 40mg Vit. B12, 40g Ácido Nicotínico, 10g Bacitracina de Zinco, 30g Antioxidante, 50mg Selenito de Sódio, Excipiente qsp 1000g. Premix mineral: por kd do produto: 180g Ferro, 20g Cobre, 4g Cobalto, 80g Manganês, 140g Zinco, 4g Iodo, Excipiente qsp 1000g.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

No módulo do “software”, “*suínos em crescimento*”, foram informadas, na janela “*programa de dietas*”, as informações sobre o manejo alimentar e o número de rações que foram fornecidas no período experimental. Considerando que o estudo contemplou somente a ração Inicial II do artigo (considerando o período de 15 dias), foi selecionada a opção “*single standard diet*”, pois os leitões consumiram um tipo de ração, tanto para o tratamento com FS, quanto para o tratamento com adição de PCS. Na janela “*programa alimentar*”, foram inseridas as informações

sobre o tipo de restrição alimentar dos animais durante o experimento (à vontade – “*ad-libitum*”).

Na Figura 1 é apresentada a janela “*perfil animal*” onde estão as informações do desempenho potencial dos leitões. Na aba “*condições da granja*”, foi necessário inserir: o gênero, que no caso do artigo foram mistos (machos e fêmeas); o estado inicial: idade e peso vivo dos leitões e o estado final: período e peso vivo, sempre em dias e kg, respectivamente.

Figura 1 - Janela “*perfil animal*”, aba “*condições da granja*”, onde foram inseridas as informações dos leitões: estado inicial e período considerado.

The screenshot shows the 'InraPorc - [Perfil suíno crescimento]' window. The 'Perfil animal' dropdown is set to 'High performance'. The 'Condições da granja' tab is active, showing the following settings:

Category	Parameter	Value
General	Gênero	Mixto
Estado inicial	Idade (d)	50
	Peso vivo (kg)	16,3
	Proteínas (kg)	2,42
	Lipídios (kg)	1,65
Estado final	Período (d)	15
	Peso vivo (kg)	25,7
Summary	Rendimento -%	65,0

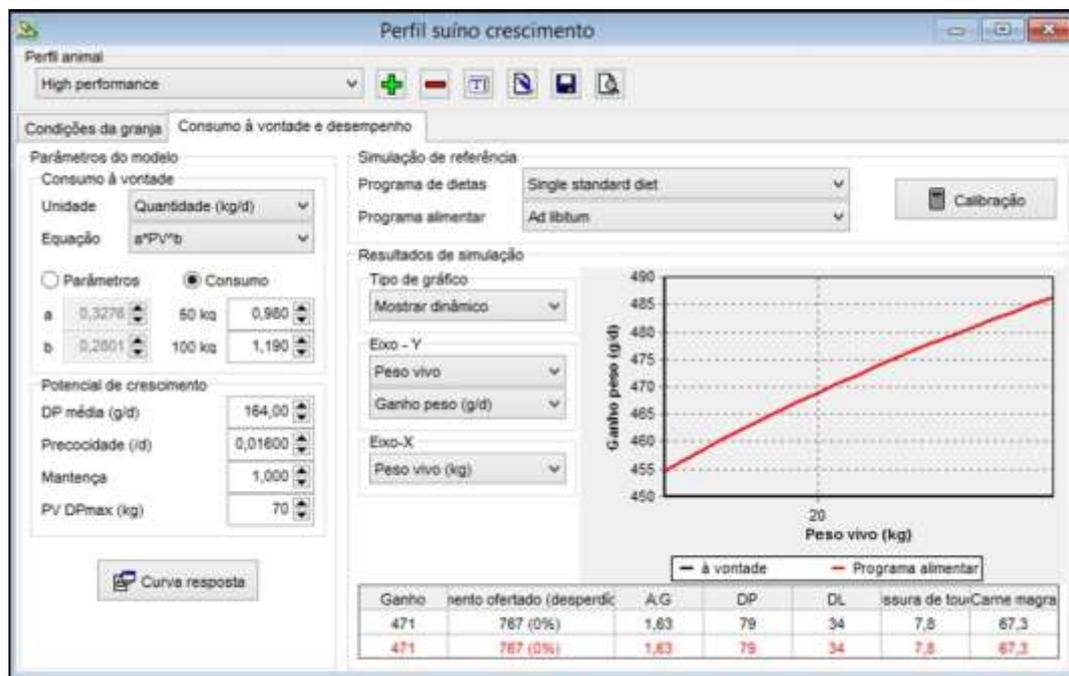
Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Neste contexto, e de acordo com as informações apresentadas na Figura 1, os dados introduzidos foram: tratamento FS [estado inicial (idade: 50 dias; peso vivo: 16,3 kg); estado final (período: 15 dias; peso vivo: 25,7 kg) e tratamento com adição de PCS [estado inicial (idade: 50 dias; peso vivo: 16,2 kg); estado final (período: 15 dias; peso vivo: 25,6 kg)].

4.2. Calibração do INRAPORC®

Na janela referida anteriormente, “*perfil do animal*”, na aba “*consumo à vontade e desempenho*” foi realizada a calibração para as simulações dos dois tratamentos, através do ícone calibração, apresentado no canto superior direito da Figura 2.

Figura 2 - Janela “perfil animal”, aba “consumo à vontade e desempenho”, onde foi realizada a calibração para as simulações dos dois tratamentos.



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Os dados introduzidos para a calibração dos tratamentos com FS e adição de PCS são apresentados nas Tabelas 4 e 5. Convém realçar que o software permitiu que os parâmetros do INRAPORC® fossem calibrados a partir dos dados do consumo de ração acumulado e do peso vivo em função da idade dos animais. Assim, buscou-se que o desempenho predito fosse próximo ao desempenho real observado (do experimento), a fim de se obter uma maior acurácia do software. A calibração englobou o conceito de ajuste do software para um banco de dados reais, em que os parâmetros e variações foram corrigidos de modo a obter respostas específicas, para determinada situação prática.

Tabela 4 - Calibração da simulação do tratamento com farelo de soja.

Idade (dias)	Consumo acumulado de ração (kg)	Peso vivo (kg)
50	0	16,29
57	8,29	20,89
64	16,59	25,68

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Tabela 5 - Calibração da simulação do tratamento com adição de proteína concentrada de soja.

Idade (dias)	Consumo acumulado de ração (kg)	Peso vivo (kg)
50	0	16,22
57	8,32	20,89
64	16,64	25,56

Fonte: elaborada pela autora (2017).

4.3. Simulação no software INRAPORC®

Após a calibração do software, foram simulados os dados de entrada dos dois tratamentos e o perfil do animal, utilizando-se a janela “simulação crescimento suínos” e na aba “simulação simples”. O perfil dos tratamentos presentes no artigo foi selecionado para a respectiva simulação, no “programa de dietas” e “programa alimentar”, juntamente com as informações de “estado inicial” e “estado final” (Figura 3).

Figura 3 - Janela “simulação suínos em crescimento” com perfil animal para “high performance”, programa de dietas “single” e programa alimentar selecionados “ad libitum”.



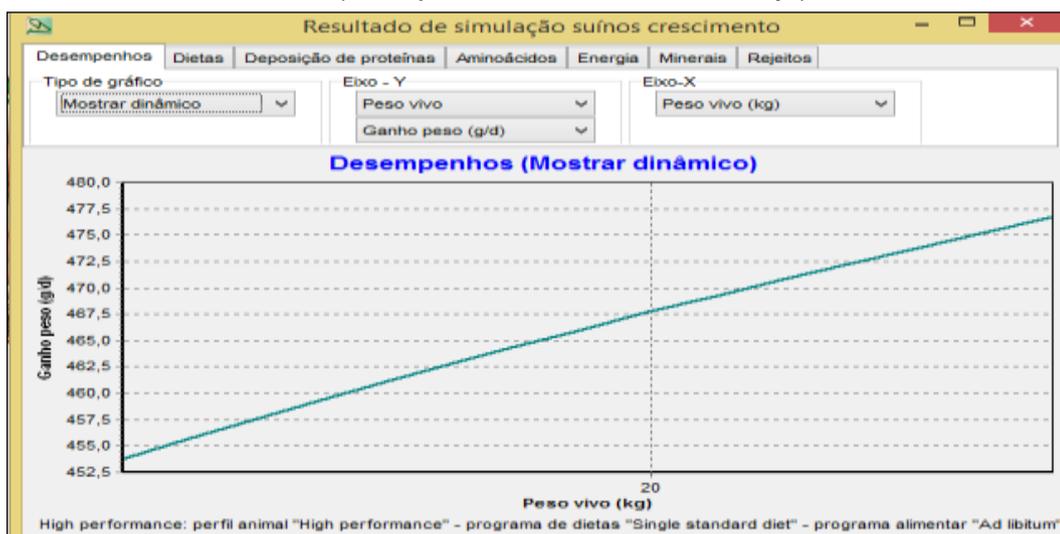
Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Com as informações inseridas, clicando-se de seguida no botão “gráficos”, observa-se a abertura de uma janela onde se obtém a estimativa do crescimento dos suínos cadastrados, dividido nas abas: “desempenhos”, “dietas”, “deposição de proteínas”, “aminoácidos”, “energia”, “minerais” e “rejeitos” (Figura 4). No estudo foram utilizadas as informações da aba “desempenho” e “aminoácidos”. Os dados de

desempenho no INRAPORC® são apresentados nos eixos “x” e “y” apresentando as informações de desempenho de acordo com os dados informados na simulação.

No estudo foram determinados o ganho de peso (kg/d), o consumo de alimento (kg) e a conversão alimentar (eixo y) em função do peso vivo (kg) (eixo x).

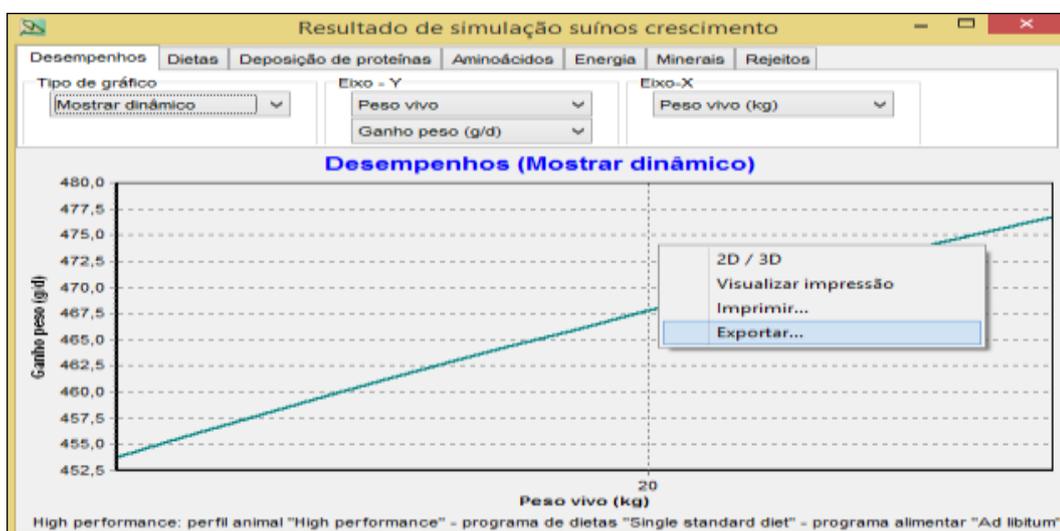
Figura 4 – Simulação de desempenho dos leitões de acordo com os dados introduzidos no software (exemplo: tratamento farelo de soja)



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Os dados do desempenho foram exportados do INRAPORC® para posterior comparação das médias dos dois tratamentos do experimento (Figura 5).

Figura 5 – Exportação dos dados do INRAPORC® para o software Microsoft Excel®, avaliando o ganho de peso (kg/d) em relação ao peso vivo do suíno (exemplo: tratamento farelo de soja).



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Neste contexto, os dados foram alinhados em duas colunas no software Microsoft Excel[®] sendo comparados com os dados do experimento, procurando uma similaridade entre as seguintes informações: consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar.

4.4. Validação da estimativa nutricional do INRAPORC[®]

Após a exportação dos dados do desempenho gerado no software, para cada tratamento em estudo, foi realizada uma comparação entre os resultados do desempenho real dos suínos e os valores obtidos no INRAPORC[®], com recurso a modelo de regressão linear simples.

4.5. Eficiência das dietas

Na janela “*simulação simples*”, com as informações dos gráficos gerados foi possível avaliar as partições de “*aminoácidos*”, “*energia*” e até de “*rejeitos*”, bem como componentes em excesso devido ao desbalanceamento da dieta.

No decorrer da etapa de calibração do software, este pode constatar se existe algum desequilíbrio nas dietas cadastradas, podendo comprometer o máximo desempenho dos suínos em avaliação. Assim, um aviso é emitido em forma de texto definindo exatamente onde podemos observar o problema (se é na parte energética, de aminoácidos, ou outros nutrientes, por exemplo, cálcio, fósforo, etc.). No estudo foi constatado que existe um “*déficit*” de aminoácidos nas rações experimentais cadastradas que pode comprometer o desempenho dos leitões, sendo, conseqüentemente, proposta uma nova formulação de dieta, a fim de solucionar os “*déficits*” do nutriente que compromete o máximo desempenho dos animais. Desta forma, a ração foi reformulada com recurso ao programa de formulação Optimix[®] e cadastrada novamente no programa INRAPORC[®] para estimar o desempenho sem a limitação nutricional constatada anteriormente.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Desempenho dos leitões

Na Tabela 6 são apresentadas as médias de desempenho dos leitões quando submetidos a dois manejos alimentares diferentes, um só com FS e o outro com adição de PCS.

Tabela 6 - Médias de desempenho dos leitões submetidos aos dois manejos alimentares diferentes: farelo de soja e com adição de proteína concentrada de soja.

Variáveis	Tratamento FS		Variação (%)
	Experimental	INRAPORC®	
CRMD (kg/dia)	1,190	1,200	+0,84
GPMD (kg/dia)	0,671	0,783	+16,69
CA	1,77	1,53	-13,56

Variáveis	Tratamento PCS		Variação (%)
	Experimental	INRAPORC®	
CRMD (kg/dia)	1,190	1,170	-1,68
GPMD (kg/dia)	0,667	0,781	+17,09
CA	1,78	1,50	-15,25

FS – Farelo de soja; PCS= proteína concentrada de soja; CRMD= consumo ração médio diário; GPMD= ganho peso médio diário; CA= conversão alimentar.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

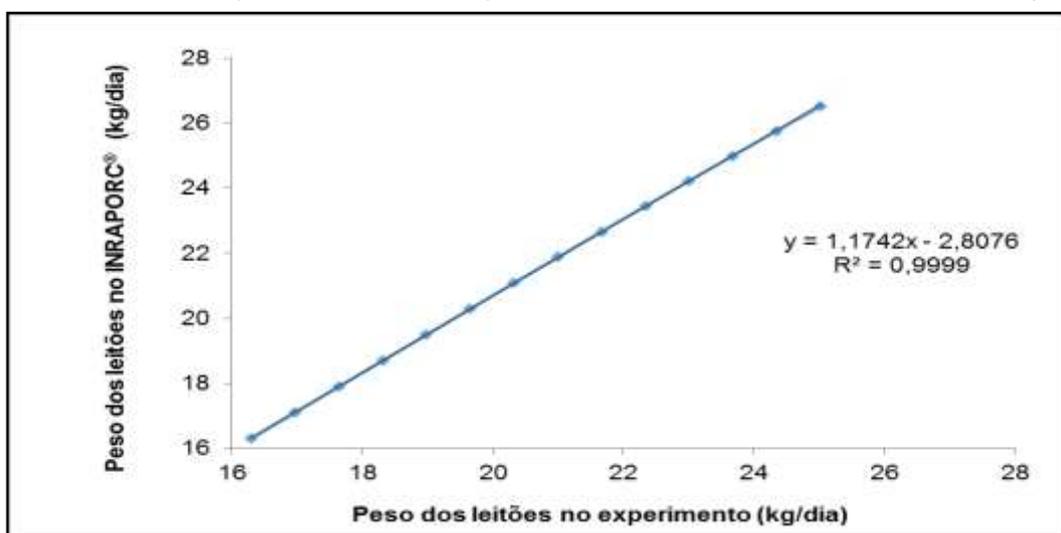
De acordo com a Tabela 6, para o tratamento FS, o consumo de ração médio diário para a fase II foi 1,190 kg/leitão/d, sendo que a estimativa do INRAPORC® exibiu um CRMD de 1,200 kg/leitão/d. Em relação ao ganho de peso médio diário, os leitões no tratamento com FS aumentaram 0,671 kg/d e o INRAPORC® estimou um GPMD 16,69% superior (0,783 kg). A diferença de aproximadamente 17% a mais no ganho estimado pelo programa, pode ser explicada pelo fato do “software” pode considerar que o animal possui um potencial de desempenho superior ao real, ou que a ração fornecida foi totalmente consumida, gerando o GPMD esperado para os nutrientes contidos na dieta, uma vez que o programa pode estimar desperdícios. No entanto, em situações de campo, sabe-se que podem ocorrer desperdícios de ração por parte dos leitões devido à sua movimentação sobre o comedouro, e que parte da ração que cai dificilmente é reaproveitada após se espalhar sobre o piso da baia. Para a CA, o INRAPORC® estimou o valor de 1,53, sendo inferior em 13,56% (1,77) face à apresentada no experimento. Como a CA depende das duas variáveis

anteriores (CRMD e GPMD), o valor estimado pelo “software” foi menor em função do maior ganho de peso, enquanto o consumo de ração ficou similar aos dados reais.

No tratamento com adição de PCS, verificou-se no experimento um consumo de ração médio diário de 1,190 kg/leitão/d, sendo que a estimativa do INRAPORC® foi inferior em apenas 0,020 kg, ou seja, 1,170 kg/leitão/d. Em relação ao ganho de peso médio diário, os leitões no tratamento com adição de PCS aumentaram 0,667 kg/dia e o INRAPORC® estimou um GPMD 17,09 % superior (0,781 kg). A diferença de 17% a mais no ganho estimado pelo programa pode ser explicada pelos motivos indicados anteriormente, para o tratamento com FS. No que respeita à CA, o software estimou o valor de 1,50, sendo inferior em 15,25% (1,78) face à apresentada no experimento. Como indicado para o tratamento com FS, a conversão alimentar depende tanto da CRMD quanto do GPMD, pelo que o valor estimado pelo INRAPORC® foi inferior em função do maior ganho de peso associado a um menor consumo de ração no experimento.

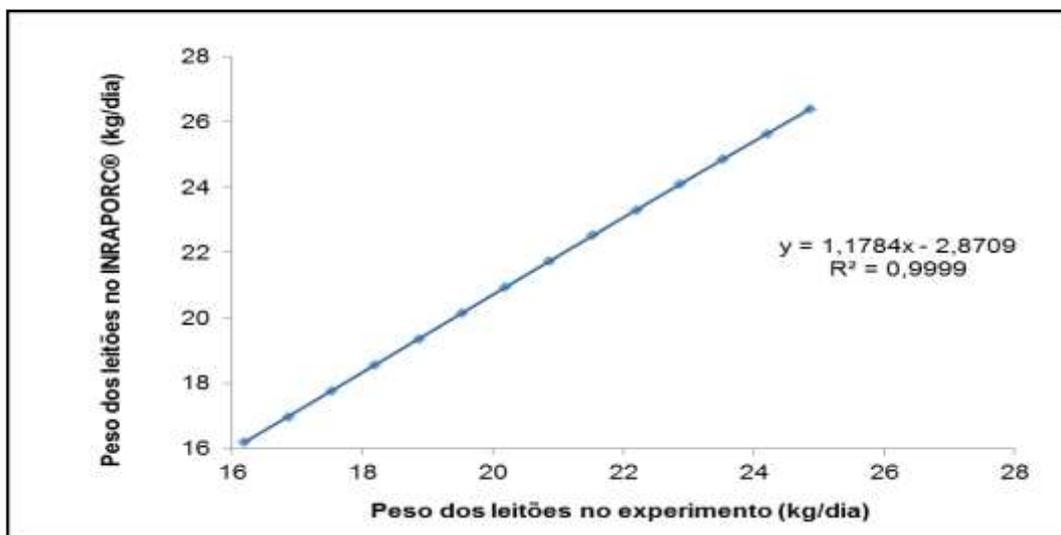
As Figuras 6 e 7 apresentam os gráficos comparativos do peso médio diário dos leitões estimado pelo INRAPORC® em função do peso dos animais medidos em campo, durante 15 dias do experimento. O coeficiente de determinação (99,9%) associado à inclinação das retas (1,1742 e 1,1784 para o tratamento FS e PCS, respectivamente) valida o INRAPORC® para a estimativa do peso dos leitões em comparação com os dados experimentais.

Figura 6 - Relação entre o peso médio diário dos leitões estimado pelo INRAPORC® e o peso medido no experimento no tratamento com farelo de soja.



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Figura 7 - Relação entre o peso médio diário dos leitões estimado pelo INRAPORC® e o peso medido no experimento no tratamento com adição de proteína concentrada de soja.



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

5.2. Partição da lisina

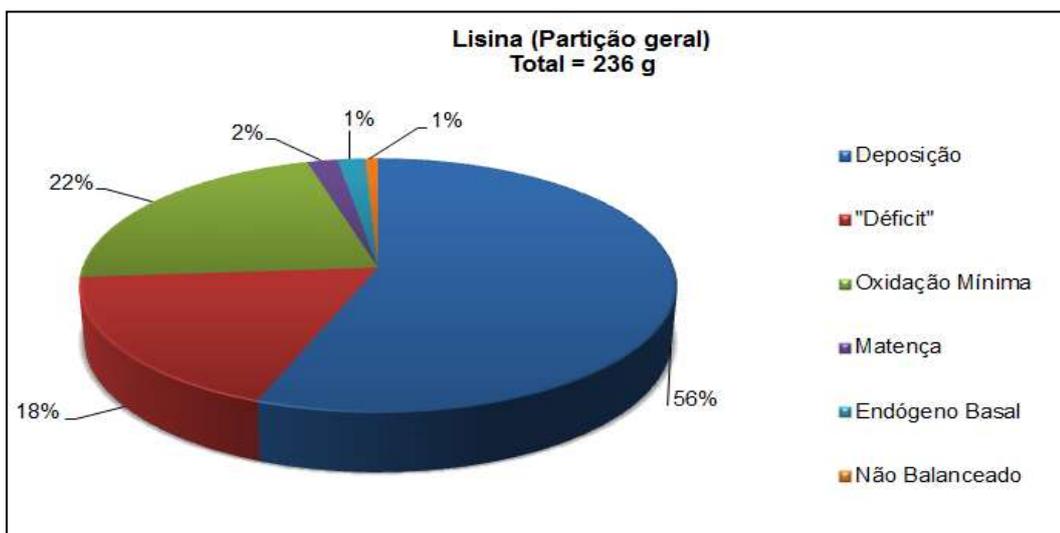
De acordo com Rostagno et al. (2011) a exigência média diária de lisina em leitões de alto potencial genético e desempenho superior (peso vivo entre 15 e 30 kg) é de 12,53 g. O INRAPORC® para o tratamento FS apresentou uma estimativa de 8,731 g/d para a deposição média de lisina, ou seja, um “*déficit*” de 2,692 g/d, uma vez que o programa considerou uma exigência de 11,423 g/d para os dados do experimento e os leitões com peso vivo a variar entre 16,30 e 26,51 kg. Em relação ao tratamento PCS, o INRAPORC® estimou uma deposição média de lisina de 8,741 g/d, com um “*déficit*” de 2,682 g/d, com uma variação no peso vivo dos leitões de 16,20 a 26,38 kg.

Os autores do experimento (OLIVEIRA et al., 2012) consideraram que as dietas experimentais atenderam às necessidades de lisina e demais aminoácidos para leitões, pois a composição calculada mostrou um valor de 1,326% de lisina digestível, e as exigências, segundo Rostagno et al. (2011) são de 1,152%, considerando os animais (machos e fêmeas) com alto potencial genético e desempenho superior. Neste contexto, dado que foi obtido um “*déficit*” de lisina nas estimativas do INRAPORC® e este é o primeiro aminoácido limitante para a síntese de proteína muscular, deve-se obrigatoriamente suplementar as rações à base de

cereais para suínos para que o desempenho destes atinja os resultados esperados para o potencial genético dos leitões no programa INRAPORC®

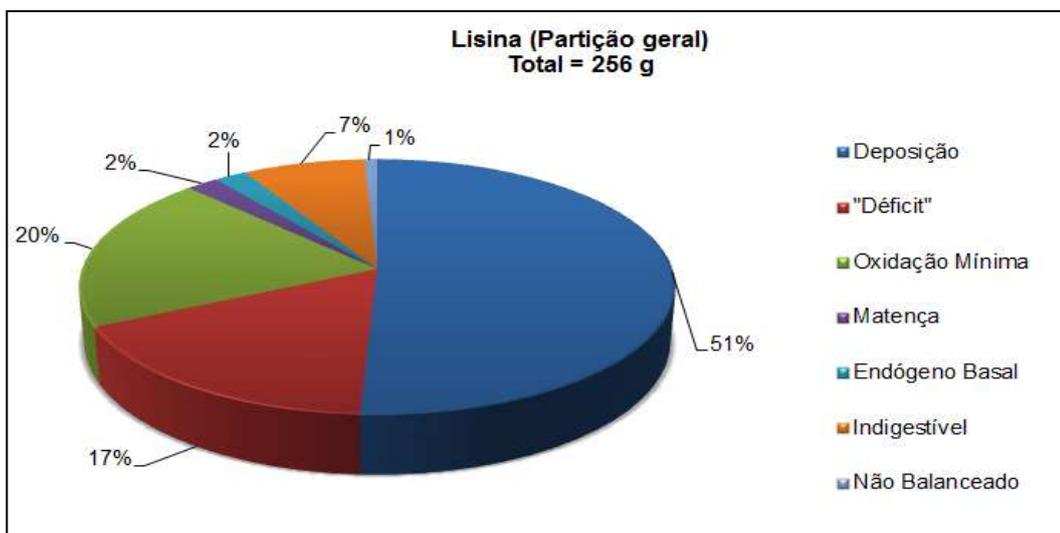
Nas Figuras 8 e 9 são apresentados os “*déficits*” da partição geral da lisina, tanto para o tratamento FS (18%) como para o tratamento PCS (17%), respectivamente.

Figura 8 – “*Déficit*” da partição geral da lisina para o tratamento farelo de soja.



Fonte: elaborada pela autora (2017).

Figura 9 – “*Déficit*” da partição geral da lisina para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja.



Fonte: elaborada pela autora (2017).

O INRAPORC® na fase de calibração emite um aviso indicando que “*um aminoácido limita a deposição de proteína*”. O que o programa sugere é que o

desempenho destes animais em simulação poderia ser melhor caso não houvesse a limitação do aminoácido em questão, que neste caso é a lisina. De acordo com as estimativas do software, a lisina compromete o desempenho dos leitões no estudo para ambos os tratamentos analisados.

5.3. Dieta proposta

Após estimativa dos “*déficits*” de lisina, ambas as dietas experimentais foram reformuladas com um teor superior de lisina, com recurso ao programa de formulação Optimix®, simulando a possibilidade de melhoria do desempenho dos leitões depois da supressão da limitação. Neste contexto, foi adicionado 18% de lisina total na dieta do tratamento FS, passando de 1,18% para 1,39% e na dieta do tratamento PCS de 1,21% para 1,41% de lisina total. Na Tabela 7 estão apresentados os valores da deposição de lisina corporal em gramas por dia para os leitões consumindo as duas dietas experimentais e a nova proposta de lisina total nas dietas reformuladas, considerando os “*déficits*” estimados no INRAPORC®. Adicionalmente, as dietas reformuladas foram cadastradas no software e foram repetidos todos os passos para estimar o desempenho dos animais com as novas dietas formuladas e com os dados do perfil animal para cada tratamento.

Tabela 7 - Deposição corporal de lisina estimada pelo INRAPORC® e reformulação com o aumento do teor de lisina (%) nos tratamentos com farelo de soja e adição de proteína concentrada da soja.

Dieta	Deposição (g/d)	“ <i>Déficit</i> ” (g/d)	Estimativa INRAPORC®	Experimento Lisina (%)	Nova formulação Lisina (%)
FS	8,731	2,693	11,423	1,186	1,399
PCS	8,741	2,678	11,419	1,211	1,417

FS - farelo de soja; PCS - proteína concentrada de soja.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Segundo Chiba et al. (1991), os suínos em crescimento quando alimentados com rações contendo maiores níveis de lisina, apresentam uma redução linear na percentagem de estrato etéreo corporal. Para Trindade Neto et al. (2004) e Arouca et al. (2004), o suíno potencializa o ganho proteico nessa fase da vida produtiva, direcionando preferencialmente a maior parte da lisina para a síntese da proteína muscular, apresentando um ganho lipídico muito baixo. A comparação entre as

dietas experimentais (tratamentos FS e PCS), as reformuladas e cadastradas no programa INRAPORC® podem ser observadas nas Tabelas 8 e 9, respectivamente.

Tabela 8 - Composição centesimal e composição calculada da dieta experimental e dieta reformulada, cadastradas no programa INRAPORC® para o tratamento com farelo de soja.

Ingredientes	Dietas com Farelo de Soja	
	Experimental	Reformulada
Milho	61,2871	61,2900
FS	32,4410	32,4400
Óleo de Soja	1,5235	1,5230
Calcário Calcítico	0,4856	0,4850
Fosfato bicálcico	1,8538	1,8530
Sal comum	0,3306	0,3300
L-Lisina	0,2416	0,4490
DL-Metionina	0,0917	0,0910
L-Treonina	0,0851	0,0851
Aditivos ¹	1,6600	1,4540
Total	100	100
Composição calculada		
PB (%)	20,23	20,43
EM (kcal kg ⁻¹)	3,211	3,222
EE (%)	4,34	4,34
Ca (%)	0,80	0,73
P total (%)	0,73	0,73
Lisina total (%)	1,186	1,352
Lisina digestível (%)	1,175	1,238
Metionina total (%)	0,376	0,376
Metionina digestível (%)	0,372	0,350
Met.+cist total (%)	0,709	0,709
Met.+cist digestível (%)	0,640	0,640
Treonina total (%)	0,781	0,781
Treonina digestível (%)	0,677	0,677

FS – Farelo de soja; PCS – Proteína concentrada de sojar;

¹ Aditivos: Ácido fumárico; Cloreto de colina; Adsorvente: Aluminossilicato de sódio e cálcio 0,25% e organoaluminossilicato 0,05%. Premix vitamínico: enriquecimento por kg do produto: 900.000 UI Vit. A, 900.000 UI Vit D3, 10.000 UI Vit. E, 4g Vit. K3, 2g Vit B1, 5g Vit. B2, 5g Vit. B6, 40mg Vit. B12, 40g Ácido Nicotínico, 10g Bacitracina de Zinco, 30g Antioxidante, 50mg Selenito de Sódio, Excipiente qsp 1000g. Premix mineral: por kd do produto: 180g Ferro, 20g Cobre, 4g Cobalto, 80g Manganês, 140g Zinco, 4g Iodo, Excipiente qsp 1000g.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

Tabela 9 - Composição centesimal e composição calculada da dieta experimental e dieta reformulada, cadastradas no programa INRAPORC® para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja.

Ingredientes	Diets com Proteína Concentrada de Soja	
	Experimental	Reformulada
Milho	63,0374	63,038
FS	28,1042	28,104
PCS: 60%	2,9100	2,9100
Óleo de Soja	1,1328	1,1330
Calcário Calcítico	0,4727	0,4730
Fosfato bicálcico	1,8430	1,8430
Sal comum	0,3283	0,3280
L-Lisina	0,2476	0,4720
DL-Metionina	0,0801	0,0800
L-Treonina	0,0828	0,0830
Aditivos ¹	1,7611	1,5360
Total	100	100
Composição calculada		
PB (%)	20,27	20,27
EM (kcal kg ⁻¹)	3,262	3,214
EE (%)	5,120	3,960
Ca (%)	0,918	0,792
P total (%)	0,730	0,732
Lisina total (%)	1,210	1,380
Lisina digestível (%)	1,093	1,264
Metionina total (%)	0,390	0,371
Metionina digestível (%)	0,364	0,399
Met.+cist total (%)	0,719	0,706
Met.+cist digestível (%)	0,650	0,637
Treonina total (%)	0,797	0,791
Treonina digestível (%)	0,692	0,685

FS – Farelo de soja; PCS – Proteína concentrada de soja;

¹ Aditivos: Ácido fumárico; Cloreto de colina; Adsorvente: Aluminossilicato de sódio e cálcio 0,25% e organoaluminossilicato 0,05%. Premix vitamínico: enriquecimento por kg do produto: 900.000 UI Vit. A, 900.000 UI Vit D3, 10.000 UI Vit. E, 4g Vit. K3, 2g Vit B1, 5g Vit. B2, 5g Vit. B6, 40mg Vit. B12, 40g Ácido Nicotínico, 10g Bacitracina de Zinco, 30g Antioxidante, 50mg Selenito de Sódio, Excipiente qsp 1000g. Premix mineral: por kd do produto: 180g Ferro, 20g Cobre, 4g Cobalto, 80g Manganês, 140g Zinco, 4g Iodo, Excipiente qsp 1000g.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

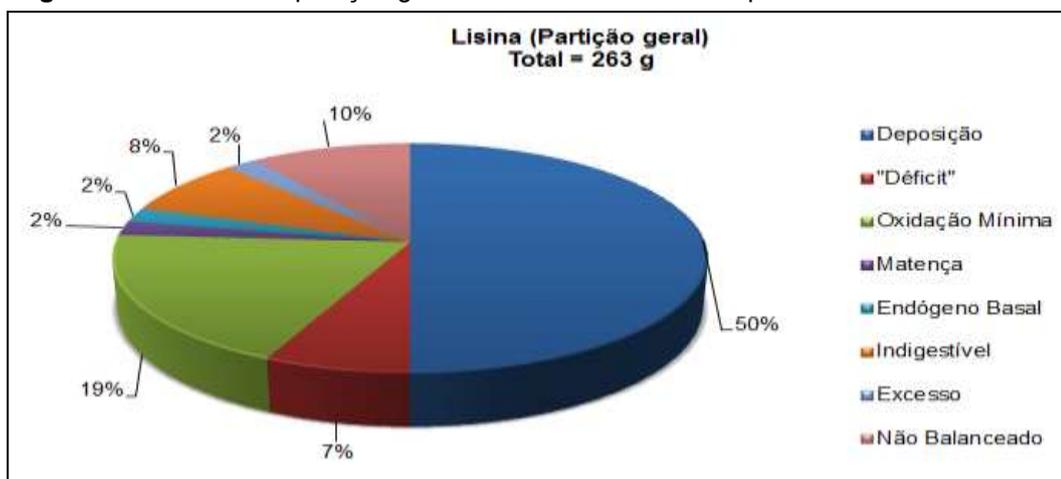
Após a informação das novas dietas no “software” e realizadas as estimativas para a energia e nutrientes verificou-se que a lisina total para a dieta FS ficou em

1,352%, quando no momento da reformulação pelo programa Optimix® o valor obtido tinha sido 1,399% (- 3,36%). Na dieta com adição de PCS, o valor de lisina total foi de 1,380% comparativamente a 1,417% (-2,61%) obtido no programa Optimix®. Para estimativa de crescimento dos leitões manteve-se estes valores fornecidos pelo INRAPORC®.

5.4. Simulação da partição dinâmica da Lisina na dieta reformulada

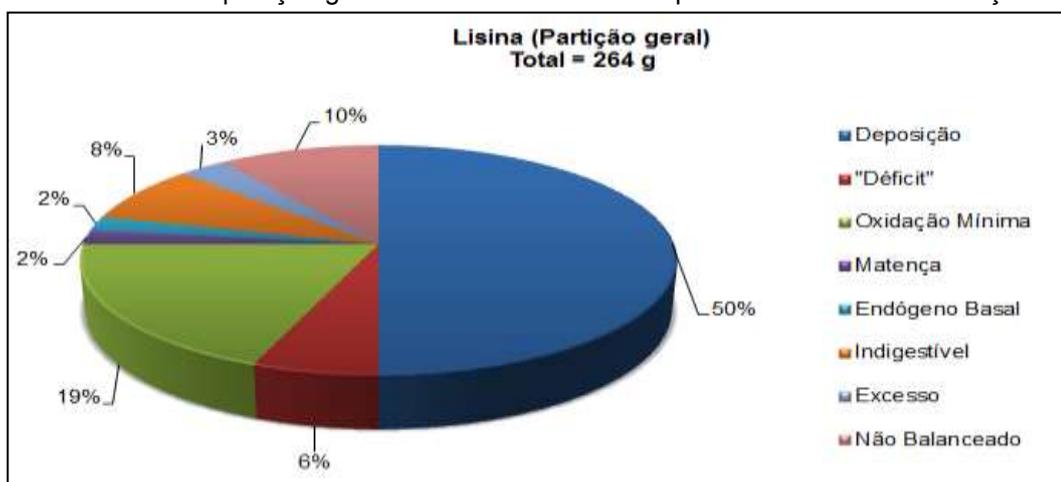
Nas Figuras 10 e 11 são apresentadas as partições totais de lisina nas novas dietas, observando-se que em ambos os tratamentos, os “déficits” não foram eliminados por completo, mas reduzidos a 7% (FS) e 6% (PCS).

Figura 10 - “Déficit” da partição geral da Lisina da nova dieta para o tratamento com FS.



Fonte: elaborada pela autora (2017).

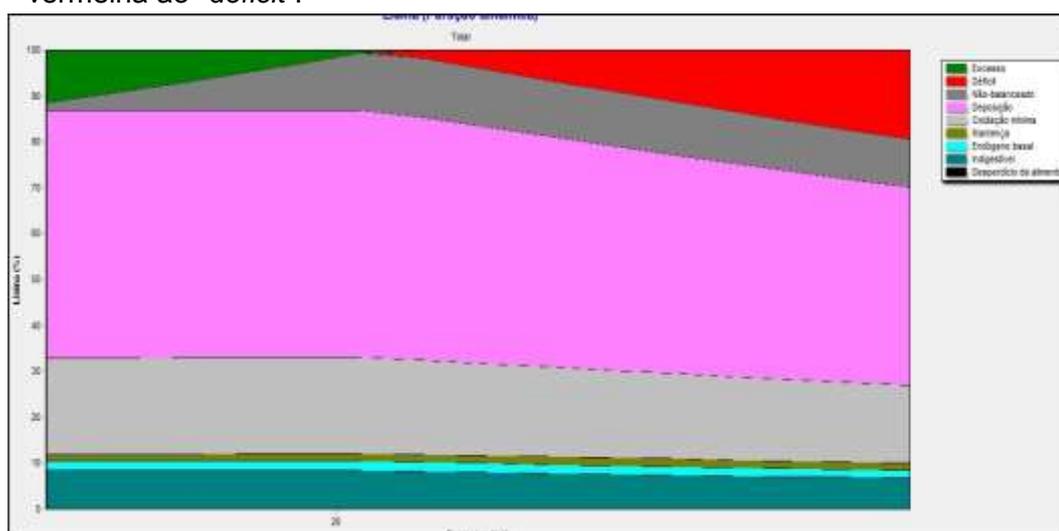
Figura 11 - “Déficit” da partição geral da Lisina da nova dieta para o tratamento com adição de PCS.



Fonte: elaborada pela autora (2017).

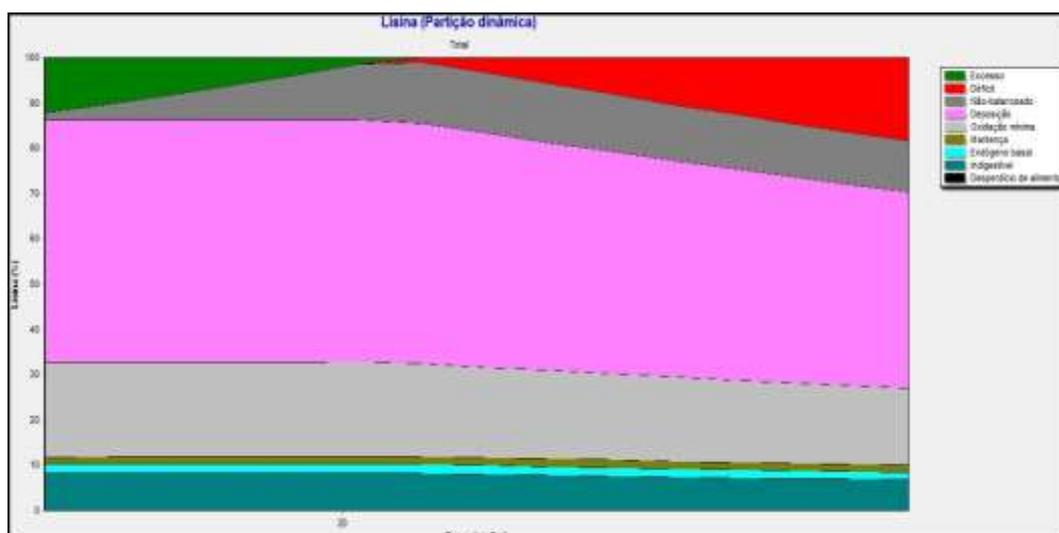
Nas Figuras 12 e 13 podem ser observadas as simulações da partição dinâmica da lisina para o tratamento com FS e com adição de PCS, respectivamente.

Figura 12 – Simulação da partição dinâmica de lisina para o tratamento com farelo de soja, onde a área verde corresponde ao excesso de lisina, e a área vermelha ao “déficit”.



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Figura 13 – Simulação da partição dinâmica de lisina para o tratamento com adição de proteína concentrada de soja, onde a área verde corresponde ao excesso de lisina, e a área vermelha ao “déficit”.



Fonte: adaptada de INRAPORC® (2017).

Da visualização das figuras anteriores foi possível constatar que na estimativa do crescimento dos leitões não ocorreu um “déficit” de lisina durante todo

o período avaliado. Neste contexto, o “*déficit*” deu-se aos 21 kg de peso vivo dos leitões, aproximadamente, havendo ainda um excesso abaixo dos 21 kg de peso vivo. Um modo de evitar as situações descritas anteriormente, seria formular uma dieta, fazendo uma divisão no período da Fase Inicial II, onde uma primeira dieta seria fornecida dos 16,26 aos 21 kg e a segunda dos 21 aos 25,62 kg de peso vivo. Convém realçar que a preparação de regimes alimentares multifásicos, como observado no nosso estudo (aumento de 0,005 kg de peso vivo) apresenta-se como uma prática economicamente inviável para produtores independentes. No entanto, este manejo alimentar já é utilizado nas agroindústrias tal como indicado por Tavares (2016). Em relação aos problemas descritos para produtores independentes, as dietas ainda são muitas vezes formuladas de acordo com as fases produtivas (Rostagno et al., 2017), sendo considerada a média das exigências, podendo acarretar períodos de “*déficit*” e de excesso de nutrientes em alguns momentos.

5.5. Desempenho dos suínos com a dieta reformulada

Na Tabela 10 são apresentadas as médias de desempenho dos leitões em crescimento, submetidos às novas dietas reformuladas em função dos dois tratamentos estudados, uma só com FS e outra com adição de PCS.

Tabela 10 - Médias de desempenho dos leitões em crescimento submetidos às novas dietas reformuladas.

Variáveis	Farelo de soja		PCS	
	INRAPORC [®] PADRÃO	INRAPORC [®] REFORMULADO	INRAPORC [®] PADRÃO	INRAPORC [®] REFORMULADO
CRMD (kg/leitão/d)	1,200	1,210	1,170	1,190
GPMD (kg/d)	0,783	0,789	0,781	0,787
CA	1,53	1,53	1,50	1,52

FS - farelo de soja; PCS - proteína concentrada de soja; CRMD= consumo de ração médio diário; GPMD= ganho de peso médio diário; CA= conversão alimentar.

Fonte: elaborada pela autora (2017).

De acordo com a Tabela 10, para o tratamento FS, o consumo de ração médio diário estimado no INRAPORC[®] padrão foi 1,200 kg/leitão/d, sendo que a

nova estimativa exibiu um CRMD de 1,210 kg/leitão/d (+ 0,01 kg/leitão/d). Em relação ao ganho de peso médio diário, os leitões com a dieta reformulada no tratamento FS aumentaram 0,789 kg/d, tendo o INRAPORC® padrão estimado um GPMD de 0,783 kg. A reformulação da dieta um ganho de 0,006 kg/leitão/d. A CA não apresentou alterações com a reformulação da dieta.

No tratamento com adição de PCS, verificou-se que o consumo de ração médio diário estimado no INRAPORC® padrão foi de 1,170 kg/leitão/d, sendo que a nova estimativa do INRAPORC® com a dieta reformulada foi superior em 0,020 kg, ou seja, 1,190 kg/leitão/d. Em relação ao ganho de peso médio diário, os leitões da estimativa padrão para a nova dieta reformulada apresentou também um aumento de 0,006kg/d (de 0,781 para 0,787 kg/d). No que respeita à CA, a nova formulação apresentou um aumento de 0,02, ou seja, uma piora na eficiência alimentar de 1,32%.

6. CONCLUSÃO

O software INRAPORC®, quando calibrado com os dados do experimento previamente realizado em condições brasileiras, mostrou-se válido para estimar o desempenho dos leitões na Fase Inicial II, a partir dos 15 kg de peso vivo, quando sujeitos a duas dietas experimentais com diferentes fontes de processamento da soja: farelo de soja de alta proteína e adição de proteína concentrada de soja.

Nas estimativas realizadas pelo programa foi constatada a existência de um “*déficit*” do aminoácido lisina nas rações experimentais cadastradas no software sendo proposta nova formulação das dietas com o objetivo de eliminar os “*déficits*” de lisina. Na reformulação das dietas o “*déficit*” do aminoácido não foi eliminado totalmente, embora tenha sido reduzido, sendo possível constatar que o “*déficit*” ocorreu especificamente a partir dos 21 kg de peso vivo dos leitões.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABPA. **Mercado Externo de Carne Suína**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/suinocultura/mercado-externo/porco/estados-exportadores-de-carne-suina>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

AMORIM, B., A.; ZANGERONIMO, M.G.; THOMAZ, M.C. Enzimas Exógenas para suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 8, n. 2, p. 1469-1481, Março/Abril 2011. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/133V8N2P1469_1481_MAR2011_.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2016.

AROUCA, C.L.C. et al. Exigências de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de 95 a 122kg selecionados para deposição de carne magra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.56, n.6, Dez. 2004. Acesso em: 13 mar. 2017.

BARBOSA, F.; FERREIRA, A.S.; GATTAS, G.; SILVA, F. C. O.; ZONZELE, J. L.; BRUSTOLINI, P. C.; LOPES, D. C. Níveis de plasma sanguíneo em pó em dietas para leitões desmamados aos 21 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1052-1060, 2007.

BERTOL, M. T., LUDKE, V. J., MORES, N. Efeito de Diferentes Fontes Protéicas sobre Desempenho, Composição Corporal e Morfologia Intestinal em Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6. p. 1735-1742, 2000.

BERTOL, M. T., MORES, N., LUDKE, V. J., FRANKE, R. M. Proteínas da Soja Processadas de Diferentes Modos em Dietas para Desmame de Leitões. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p. 150-157, 2001.

CHAMONE, J. M. A.; MELO, M.T.P.; AROUCA, C.L.C.; BARBOSA, M.M.; SOUZA, F.A.; SANTOS, D. Fisiologia Digestiva de Leitões. **Revista Eletrônica Nutritime**. v. 7, n. 5, p.1353-1363, set. 2010. Disponível em: <http://www.nutritime.com.br/arquivos_internos/artigos/123V7N5P1353_1363SET2010_.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2014.

CHIBA, L.I.; LEWIS, A.J.; PEO, E.R. Amino acid and energy nterrelationships in pigs weighing 20 to 50 kilograms. I. Rate and efficiency of weight gain. **Journal of Animal Science**, v.69, p.694, 1991. Acesso em: 13 mar. 2017.

CIAS – Central de Inteligência de aves e suínos - **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)**. Custos de produção – ICP Suínos, julho de 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/custos/icpsuino>>. Acesso em: 06 set. 2016.

GONÇALVES, R.G.; PALMEIRA, E.M. Suinocultura Brasileira. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 71, 2006. Disponível em <<http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/br/>>. Acesso em: 13 nov. 2016.

HAUSCHILD, L. **Modelagem Individual e em tempo real das exigências nutricionais de suínos em crescimento**. 142 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2010.

HUISMAN, J., AND G. H. TOLMAN. Antinutritional factors in the plant proteins of diets for non-ruminants. In: **Recent Advances in Animal Nutrition**. P. C. Garnsworthy, W. Haresign, and D. J. A. Cole, ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, U.K. p.3,1992.

KUMMER, R.; GONÇALVES, M.A.D.; LIPPKE, R.T. et al. Fatores que influenciam o desempenho dos leitões na fase de creche. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, n. 1, p. 195-209, 2009.

LEITE, S. C. B.; ESPÍNDOLA, G. B.; CARVALHO, L. E.; OLIVEIRA, S. M. P.; AQUINO, T. M. F.; NEPOMUCENO, R. C. Desempenho Zootécnico e Ocorrência de Diarréia em Leitões Desmamados Submetidos a Dietas à Base de Sorgo e Soja, Enriquecidas com Caseína e Lactose Isoladas. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.13, n.1, p.67-70, 2011.

MAPA - Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Animal, Espécies, Suínos**. Disponível em <<http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/suinos>>. Acessado em: 16 set. 2016.

MAPA. **Balança Comercial**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/internacional/indicadores-e-estatisticas/balanca-comercial>>. Acesso em: 12 nov. 2016.

MACLEOD, M.; GERBER, P.; MOTTET, A.; TEMPIO, G.; FALCUCCI, A.; OPIO, C.; VELLINGA, T.; HENDERSON, B.; STEINFELD, Henning **Greenhouse gas emissions from pig and chicken supply chains: a global life cycle assessment**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2013. 196p.

NOGUEIRA, E.T. Aminoácidos: essenciais para Suínos. Suinocultura Industrial, Edição 191, v. 08, p. 26 - 28. 2005 SÁ, L.; NOGUEIRA, E.T. Atualização das relações valina e isoleucina com a lisina na proteína ideal para frangos de corte e suínos. 2010. Disponível em: . Acesso em: 02 mar. 2017.

OLIVEIRA, E. L.; LUDKE, M. C. M. M.; LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; GUIDONE, A. L.; SALVAGNI, G. Desempenho de leitões na fase de creche alimentados com rações contendo proteína concentrada de soja. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 34, n. 2, p. 131-136, Apr.-June, 2012.

PASCOAL, L. A. F. **Complexo enzimático em dietas a base de milho e farelo de soja para Leitões desmamados os 21 dias**. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Paraiba- UFPB, Areia, p. 55, 2005.

QUADROS, A. R. B., KIEFER, C., HENN, J.D., SCARIOT, G., SILVA, J.H.S. Dietas simples e complexa sobre o desempenho de leitões na fase de creche. **Revista Ciência Rural**, v.32, n.1, p.109-114, 2002.

REGINA, R.; LIMA, G. J. M. M. de; ANDRADE, A. N. O milho e sua qualidade na produção de dietas para aves e suínos. In: REGINA, R. (Coord.). **Nutrição animal, principais ingredientes e manejo de aves e suínos**. São Paulo: Fundação Cargill, 2010. p. 86-125.

SOARES, J. L.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; FERREIRA, A. S.; FERREIRA, C. L. L. F.; HANNAS, M. I.; APOLÔNIO, L. R. Soja Integral Processada (Fermentada e Extrusada) e Farelo de Soja em Substituição ao Leite em Pó em Dieta de Leitões Desmamados aos 14 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 29(4):1153-1161, 2000.

SOARES, T. G. Efeito da desmama com 12, 15 e 18 dias de idade sobre o desenvolvimento dos leitões. 2004. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. Disponível em: http://www.tede.ufv.br/tedesimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo 297>. Acesso em: 17 mar. 2014.

SUREK, D. Peletização de Dietas Pré-iniciais para Leitões Desmamados. 2012. 49 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências Veterinárias, Departamento de Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/32236/R - D - DIEGO SUREK.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 21 mar. 2014.

TAVARES, J. M. R. 2016. **Modelagem do consumo de água, produção de dejetos e emissão de gases de efeito estufa e amônia na suinocultura**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

TEIXEIRA, A.O.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S. Efeito de dietas simples e complexas sobre a morfo-fisiologia gastrointestinal de leitões até 35 dias de idade. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.32, n.4, p.926-934, 2003.

TRINDADE NETO, M.A. et al. Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1777-1789, 2004. Acesso em: 13 mar. 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign agricultural service. Livestock and poultry: world markets and trade. Trade of All Meats to Expand in 2015**. Disponível em: <http://www.pork.org/pork-quick-facts/home/stats/u-s-pork-exports/world-per-capita-pork-consumption-2/>. Acesso em 27 jul. 2017.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Foreign agricultural service. Livestock and poultry: world markets and trade. Trade of All Meats to Expand in 2016**. 2016, 25p. Disponível em: <http://www.apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/livestock_poultry.pdf>. Acesso em: 20 de março de 2017.

VAN MILGEN, J. et al. INRAPORC®: A model and decision support tool for the nutrition of growing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, 143,p. 387–405, 2008.

VAN MILGEN, J.; DOURMAD, J.Y. ; NOBLET, J.; LABUSSIÈRE, E.; GARCIA-LAUNAY, F.; DUBOIS, S.; VALANCOGNE, A.; BROSSARD, L. INRAPORC®: where do we come from and where do we want to go? In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM: MODELLING IN PIG AND POULTRY PRODUCTION, 2013. **Proceedings...**, p.1-17, 2013, Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

WHITTEMORE, C.T.; GREEN, D.M. Growth of the Young pig. In: VARLEY, M.A.; WISEMAN, J. The Weaner Pig: **Nutrition and Manegement. Cabi Publishing**, p.1-16, 2001.