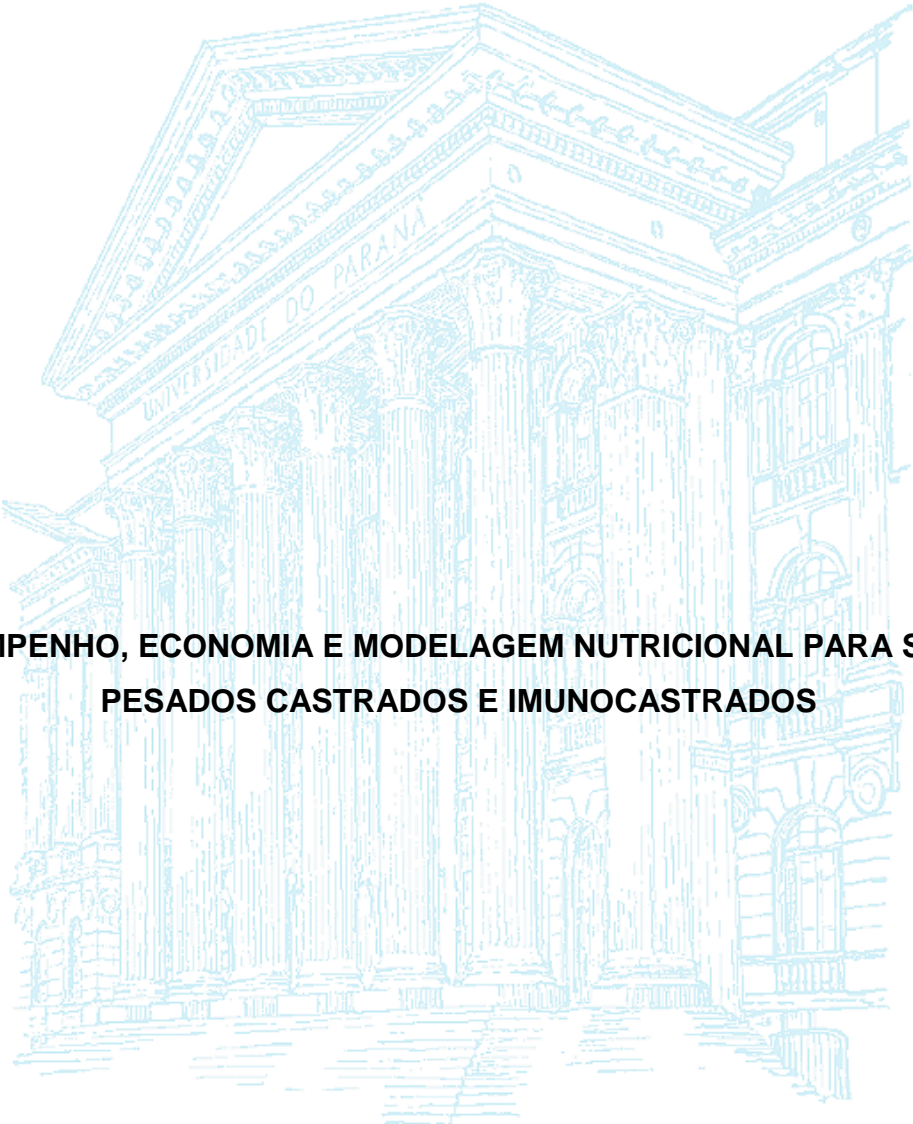


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO

RICARDO SCHMITT



**DESEMPENHO, ECONOMIA E MODELAGEM NUTRICIONAL PARA SUÍNOS  
PESADOS CASTRADOS E IMUNOCASTRADOS**

CURITIBA

2017

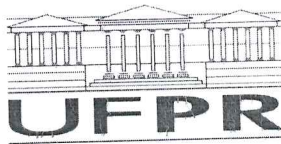
RICARDO SCHMITT

**DESEMPENHO, ECONOMIA E MODELAGEM NUTRICIONAL PARA SUÍNOS  
PESADOS CASTRADOS E IMUNOCASTRADOS**

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

Orientador: Prof. Dr. Marson Bruck Warpechowski  
Coorientadora: Dra. Marcia de Souza Vieira

CURITIBA  
2017



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
Setor CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
Programa de Pós-Graduação ZOOTECNIA

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em ZOOTECNIA da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de RICARDO SCHMITT intitulada: "DESEMPENHO, ECONOMIA E MODELAGEM NUTRICIONAL PARA SUÍNOS PESADOS CASTRADOS E IMUNOCASTRADOS"

, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 31 de Julho de 2017.

MARSON BRUCK WARPECHOWSKI  
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

ANTONIO JOÃO SCANDOLERA  
Avaliador Externo (UFPR)

CHEILA ROBERTA LEHNEN  
Avaliador Externo (UEPG)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por me abençoar com uma família maravilhosa, local de trabalho que permitiu conciliar o estudo e com isso a oportunidade de fazer este curso e ao mesmo tempo aplicar os conhecimentos adquiridos, na vida profissional.

À Minha esposa Leandréia, aos meus filhos Bruno e Eduardo, meu pai Romualdo e mãe Vera pela paciência a compreensão e apoio em todos os momentos.

Ao Professor Marson Bruck Warpechowski, por me orientar nesta fase importantíssima da vida.

À Dra. Márcia de Souza Vieira, por fazer a coorientação de forma impar e fornecer todo suporte necessário, tendo muita paciência e empenho no auxílio ao longo de todo o mestrado.

À Cooperativa Castrolanda Agroindustrial em especial ao setor de carnes: Mauro Cezar Faria, Danilo Leal Rocha, Anderson Batistel, Cristiano Carneiro, Daniel Leandro Marcilio, Euler Kiefer, Juany Lemes da Silva, Fabrício Penaforte Borges e aos demais colegas de setor.

Aos colegas de laboratório LabSisZoot em especial a Simona, Marcelo, Anna, Diego, pelo auxílio no experimento e a Ana Rosália e Eduardo pelo apoio.

Ao departamento de Zootecnia e Programa de Pós Graduação Zootecnia da UFPR pela oportunidade, informações e conhecimentos adquiridos nesta fase.

Ao INRA St-Gilles e à Association Française de Zootechnie de Paris – FR por ceder à licença do software Inraporc<sup>®</sup> e a utilização deste.

## RESUMO

O presente trabalho foi realizado com os seguintes objetivos: avaliar o efeito de dois métodos de castração (CC – castrados cirurgicamente e IM - imunocastrados), sobre o desempenho zootécnico e econômico de suínos machos criados até 158 ou 172 dias de idade; e avaliar uma estratégia nutricional, desenvolvida com auxílio de modelagem dinâmica integrada usando a ferramenta InraPorc<sup>®</sup>, para suínos machos CC e IM criados até 172 dias sob alimentação à vontade. Foram utilizadas três baias de 20 suínos de cada grupo. Os CC foram castrados até os 5 dias de idade, e os IM receberam duas doses de Vivax<sup>®</sup>, aos 98 e 126 dias de idade. No período desde o alojamento (60 dias de idade) até a liberação para abate dos IM 158 dias de idade, os suínos IM apresentaram melhor conversão alimentar (2,51 vs 2,38,  $P < 0,01$ ) e menor espessura de toucinho (16,35 vs 14,02 mm,  $P < 0,01$ ), mas consumo de alimento, ganho de peso diário e peso final, não foram afetados ( $P > 0,20$ ). No período acumulado até os 172 dias de idade, não houve diferença entre os métodos de castração para nenhuma dessas variáveis ( $P > 0,14$ ). Usando como referência o grupo CC aos 158 dias, os IM aos 158 dias resultaram em rentabilidade anual 3,8% maior. Já com o aumento da idade até os 172 dias, a rentabilidade anual aumentou em 20% para os CC, e 16% para IM. A calibração do InraPorc<sup>®</sup> foi muito eficiente para os dois grupos avaliados, com levemente menor precisão para os IM. A estratégia alimentar desenvolvida incluiu mais uma dieta, alterou os momentos de trocas de dietas, e ajustou os balanceamentos de aminoácidos e energia. Estas mudanças resultaram, respectivamente para CC e IM, em redução de 13 e 6% no fornecimento acumulado de lisina, com redução calculada em 27 e 20% na excreção urinária de N, além de redução de 7% no fornecimento de P total, aumento de 2% na retenção de P e redução em 20% na excreção urinária de P, para ambos os métodos de castração. A estratégia alimentar proposta resultou ainda em redução de 6,0 e 4,0% nas despesas calculadas com alimentação para CC e IM, respectivamente. A combinação do aumento da idade de abate e do uso de estratégia nutricional desenvolvida por modelagem multifatorial dinâmica integrada pode resultar em melhoria substancial no rendimento econômico e na eficiência zootécnica.

**Palavras-chave:** Alimentação, aminoácidos, economia, modelagem nutricional, sistemas de produção de suínos.

## ABSTRACT

This work was carried out with the following objectives: to evaluate the effect of two castration methods (SC - surgical castrated and IM – immunocastrated), on the performance and economic assessment of male pigs raised up to 158 or up to 172 d of age; and to evaluate nutritional strategies, developed by dynamic integrated modeling using the InraPorc<sup>®</sup> tool, for SC and IM male pigs fed *ad libitum* up to 172 d age. Three pens with 20 pigs of each group were used. SC pigs were castrated until the five d age, and IM received two Vivax<sup>®</sup> doses, at 98 and 126 d age. From the start (60 d age) to the time of IM pigs could be released for slaughter (158 d age), IM pigs had better feed conversion ratio (2.51 vs 2.38,  $P < 0.01$ ) and lower backfat thickness (16.35 vs 14.02 mm,  $P < 0.01$ ), but feed intake, average daily weight gain and final body weight were not affected ( $P > 0.20$ ). In the cumulated period just to 172 d age, there were no differences between castration method for any of these studied variables ( $P > 0.14$ ). Using the CC group just to 158 d age as a reference, IM just to the same age resulted in profitability 3.8% higher. However, to retard the final age just to 172 d resulted, respectively for SC and IM groups, an increment of 20% and 16% in the profitability. The calibration of InraPorc<sup>®</sup> was very efficient for both evaluated groups, but slightly less precise for the IM. The feeding strategy developed for each group just to 172 d age, included one more diet, changed the time to turn the diets, and adjusted the amino acids and energy balance. These alterations resulted, respectively for SC and IM, reduction of 13 and 6% in the cumulated Lys supply, with calculated increase in 21 and 2% in the N retention and reduction of 27 and 20% in the urinary N excretion, besides the reduction in 7% on the total P supply, the increase of 2% in the retained P and reduction of 20% in the urinary P excretion, for the both pig types. The proposed nutritional strategy also reduced feeding cost by 6 and 4% for SC and IM, respectively. The combination of the increase of slaughter age with the use of feed strategies developed by dynamic integrated multifactor modeling could result in substantial improvement in the economic profitability and the technical performance of the studied production systems.

**Key words:** Amino acids, economy, feeding, nutritional modeling, swine production systems.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos CC dados do experimento.....	39
Figura 2- Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos CC dados de simulação.....	40
Figura 3- Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos CC dados do experimento.....	40
Figura 4- Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos CC dados de simulação.....	41
Figura 5- Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos IM dados do experimento.....	41
Figura 6- Modelagem InraPorc® partição dinâmica da lisina digestível (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos IM dados de simulação. ....	42
Figura 7- Deposição de proteínas (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos IM InraPorc® dados do experimento.....	42
Figura 8- Deposição de proteínas (g/d) em função do peso vivo (kg) de machos IM InraPorc® dados de simulação. ....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Protocolo e fornecimento de rações por faixa de peso e idade e composição elementar das rações fornecidas aos animais durante o experimento.....	19
Tabela 2. Médias de peso final, consumo de ração diário, ganho de peso diário, conversão alimentar e espessura de toucinho de suínos castrado cirurgicamente e imunocastrado (Imuno).....	22
Tabela 3. Comparativo econômico anual entre machos castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IM) terminados até duas idades.....	25
Tabela 4. Composição das dietas experimentais, na matéria natural.....	36
Tabela 5. Resultados da calibração no InraPorc <sup>®</sup> para machos castrados cirurgicamente e imunocastrado.....	38
Tabela 6. Estratégia nutricional (protocolo de arraçoamento, por faixa de peso e idade e nível nutricional das dietas) proposta por modelagem no InraPorc <sup>®</sup> para machos castrados e imunocastrados abatidos pesados.....	44
Tabela 7. Fornecimento de ração e lisina por suíno macho castrado cirurgicamente e imunocastrado, níveis anteriores (experimento) e proposta.....	45
Tabela 8. Análise de custo alimentar das propostas de estratégia nutricional para machos pesados castrados cirurgicamente (CC) e imunocastrados (IM).....	46
Tabela 9. Excreção de nitrogênio e fósforo, modelado pelo InraPorc <sup>®</sup> para suínos pesados castrados cirurgicamente e imunocastrado.....	46

## SUMÁRIO

Apresentação geral.....	10
Capítulo 2. Desempenho e avaliação econômica de suínos pesados castrados cirurgicamente e imunocastrados.....	14
2.Introdução.....	16
2.2 Material e Métodos.....	18
2.3 Resultados e Discussão.....	21
2.4 Conclusões.....	26
2.5 Referências.....	27
Capítulo 3. Estratégia nutricional por modelagem para suínos pesados castrados e imunocastrados alimentados à vontade.....	31
3.1 Introdução.....	33
3.2 Material e Métodos.....	35
3.3 Resultados e Discussões.....	37
3.4 Conclusão.....	48
3.5 Referências.....	49
4.0 Considerações finais .....	53

## 1. APRESENTAÇÃO GERAL

A suinocultura industrializada é uma atividade de produção em escala e com margens econômicas cada vez menores. A busca por tecnologias e ferramentas que auxiliem na produção é constante, e a definição do peso ótimo de abate dos animais reflete diretamente na rentabilidade da atividade. O peso de abate tem impacto direto na receita com a venda dos animais, influenciando o número de lotes entregues por ano, bem como nos custos de produção tanto nos custos fixos em instalações e nos custos variáveis como, por exemplo, em rações que representam entre 60 e 70% do custo de produção.

O sistema de alimentação restrito ou a vontade em comedouros semi-automáticos, também tem sido alvo de discussões, tendo em vista que ambos os sistemas apresentam vantagens e desvantagens, e o peso de abate é um ponto decisivo nesta análise. Tendo em vista que com o aumento de peso ao abate a partir de 110 kg o animal entra numa curva de deposição de proteína menos eficiente do que até este peso, ou seja, até os 110 kg de peso os animais podem ser mantidos em alimentação à vontade sem grandes prejuízos e com os benefícios da praticidade e baixa necessidade de mão de obra. A partir deste peso, devido a uma série de alterações fisiológicas que mudam a relação de deposição de proteína e gordura, alguns trabalhos mostram que a restrição teria benefícios BELLAVÉ, 1995; BERTOL et al., 2001, 2015; BARBOSA et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2015. Estas alterações fisiológicas são mais evidentes nos machos castrados quando comparado às fêmeas, levando a maior deposição de gordura na carcaça e prejudicando a bonificação desta na indústria.

De acordo com a normativa 22 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA (BRASIL, 2000), são considerados suínos pesados animais com peso ao abate mínimo de 130 kg. O aumento do peso de abate pode ser mais econômico para o produtor (OLIVEIRA et al., 2011), especialmente em linhagens com menor apetite e menor deposição de gordura, ou terminados com alimentação restrita. Entretanto a consequência do aumento de peso de abate sobre as características de carcaça e a economia do sistema ainda precisam ser avaliadas em situações de consumo a vontade e com outras linhagens e sistemas de produção, especialmente no caso de suínos castrados, que normalmente

apresentam consumo mais elevado e deposição mais precoce de gordura na carcaça.

Segundo Kiefer et al. (2011), alternativamente à castração cirúrgica, tem-se utilizado a imunocastração, que é baseada na aplicação da vacina que contém uma forma modificada de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) conjugada a uma proteína que induz a formação de anticorpos direcionados contra o GnRH, nomeada Vivax® ou Improvac® (Zoetis Inc., Florham Park, NJ). O protocolo de aplicação desta vacina permite que os suínos recebam a segunda dose por volta de quatro a cinco semanas antes do abate. Neste período, qualquer substância responsável pelo odor sexual já presente nos tecidos é progressivamente metabolizada, permitindo que o macho inteiro, depois de vacinado, seja abatido com maior peso corporal e sem odor na carne, ao mesmo tempo em que é beneficiado com os efeitos de seus próprios esteroides testiculares durante o crescimento (DUNSHEA et al., 2001).

As necessidades nutricionais são descritas pelas empresas fornecedoras de material genético, baseadas em experimentos de balanço desenhados para os animais de cada linhagem e cruzamento expressarem o máximo potencial genético. Entretanto, uma prática comum na produção comercial de suínos é o uso de cruzamentos de linhas comerciais diferentes.

Neste sentido se torna interessante à utilização de ferramentas que permita modelar e fazer simulações de como seria o desempenho de cada tipo de animal, e com isso fazer ajustes nutricionais de acordo com as necessidades ao longo da curva de crescimento e com expressão do potencial genético, permitindo desenvolver estratégias adequadas para cada sistema produtivo, reduzindo o consumo e excreção de excessos de nutrientes, e o custo de produção.

O InraPorc® foi desenvolvido pelo Institut National de la Recherche Agronomique (INRA) na França, e é uma ferramenta de modelagem dinâmica que permite estimar as exigências nutricionais e simular o crescimento e desempenho dos suínos. No seu desenvolvimento, foram levados em conta conceitos nutricionais de aminoácidos digestíveis, proteína ideal e energia líquida (VAN et al., 2008; NOBLET et al., 1994).

Segundo Van et al., (2008) essa ferramenta ‘matemática’ aplica a modelagem com base na expressão do potencial genético, variações ambientais, nutricionais, instalações e manejo de granja. Permite prever e avaliar o desempenho animal e a excreção de nutrientes nas fezes e na urina. O módulo de

alimentação é utilizado por ambos os outros módulos e é necessário para definir a composição química e a digestibilidade dos nutrientes da dieta, utilizando a base de dados nutricionais de alimentos e as equações predição do valor nutricional desenvolvida pelo INRA – AFZ. Para calibrar uma situação ou para simular novas situações a partir de uma calibração, é necessário definir as dietas, a estratégia de alimentação e o perfil animal.

A estratégia de alimentação consiste de um plano ou sequência de alimentação. No perfil do animal, são informados o potencial de consumo de ração, desempenho de um suíno sob condição de granja por meio da importação de dados de desempenho realizados no sistema de produção a ser estudado. A calibração é um processo interativo e requer relativamente poucos dados. No módulo de suínos em crescimento, dispor de dados sobre alimentação consumo e ganho por dia durante os períodos de crescimento e terminação é suficiente para encontrar parâmetros do modelo que descrevem a dinâmica do consumo de ração e deposição de proteína (VAN et al., 2008).

Rossi et al. (2013) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho animal, as características de carcaça e os custos da alimentação de suínos alimentados com dietas ajustadas, em condições brasileiras, através do modelo InraPorc<sup>®</sup>. E concluíram que o InraPorc<sup>®</sup> pode ser utilizado, em condições brasileiras de produção para o ajuste das dietas para suínos machos castrados e fêmeas em crescimento e terminação, sem prejuízos ao desempenho zootécnico. O ajuste das dietas reduziu os níveis de inclusão dos aminoácidos essenciais e energia em relação às dietas controle. As dietas ajustadas pelo InraPorc<sup>®</sup> apresentam menor custo de elaboração e maior receita líquida, em relação às dietas controle.

Entretanto, no Brasil, ainda são poucos os trabalhos conhecidos com a utilização do InraPorc<sup>®</sup>, 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), métodos de calibração do InraPorc<sup>®</sup> e erros de predição para sistema de terminação de suínos pesados (MAGAGNIN, 2015) e desenvolvimento por modelagem de estratégias nutricionais e

alimentares para otimizar a terminação de suínos pesados (SIQUEIRA, 2016), sendo os quatro últimos trabalhos desenvolvidos com a mesma linhagem genética.

Entretanto, embora a imunocastração tenha sido adotada em alguns sistemas de produção do Brasil há vários anos, ainda não foram encontrados trabalhos realizados no país com uso de modelagem dinâmica, como o exemplo do InraPorc<sup>®</sup> para o desenvolvimento de estratégias nutricionais para suínos machos imunocastrados pesados.

Objetivos:

O Capítulo 2. Teve como objetivo avaliar o efeito de dois métodos de castração (cirúrgica e imunocastração), sobre o desempenho zootécnico e viabilidade econômica de suínos machos criados até 120 ou 135 kg de peso vivo.

No Capítulo 3. O objetivo foi desenvolver estratégias nutricionais ajustadas para produção de suínos pesados castrados e imunocastrados, terminados em sistema de alimentação à vontade, até 135 kg de peso vivo.

## 2. CAPÍTULO 2. DESEMPENHO E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE SUÍNOS PESADOS CASTRADOS CIRURGICAMENTE E IMUNOCASTRADOS

### RESUMO

Este estudo teve o objetivo de avaliar o efeito de dois métodos de castração (cirúrgica e imunocastração), sobre o desempenho zootécnico e viabilidade econômica de suínos machos criados até 120 ou 135 kg de peso vivo. Foram utilizados 120 leitões machos em que 60 foram castrados cirurgicamente (CC) e 60 imunocastrados (IM), distribuídos em blocos casualizados, com três baias por tratamento e 20 animais por baia. A castração cirúrgica ocorreu entre o terceiro e o quinto dia de vida. A imunocastração foi realizada em duas doses, aos 98 e 126 dias de idade com a vacina Vivax<sup>®</sup>, e liberados para abate aos 154 dias, sendo entretanto abatidos apenas aos 172 dias. Na avaliação de desempenho desde a fase de alojamento até a liberação para abate (60 a 158 dias de idade), suínos IM apresentaram melhor conversão alimentar ( $P < 0,05$ ) (CA; 2,51 vs 2,38) e menor espessura de toucinho (ET; 16,35 vs 14,02). Peso final (PF), consumo de ração (CR) e ganho de peso diário (GPD) não foram influenciados pelos tratamentos na fase. Na fase alojamento até o abate (60 a 172 dias de idade) não houve diferença entre os métodos de castração em relação ao PF, CRD, GPD, CA e ET. Conclui-se que após a segunda dose da imunocastração os animais IM se tornam semelhantes aos machos CC. O abate com quatro semanas de intervalo entre segunda dose e abate, permite melhorar a conversão alimentar em 5% e reduzir 15% a ET para imunocastrados ( $P < 0,05$ ), entretanto com seis semanas de intervalo entre segunda dose e abate, não foi observada diferença significativa entre os métodos de castração nos índices zootécnicos e econômicos avaliados. A alteração de 158 para 172 dias idade ao abate melhorou a rentabilidade da atividade para 16% para machos imunocastrados e 21% para castrados cirurgicamente, sendo esta uma oportunidade de melhoria na rentabilidade da atividade.

**Palavras-chave:** Idade, consumo a vontade, rentabilidade.

## **CHAPTER 2. PERFORMANCE AND ECONOMIC EVALUATION OF BARROWS AND IMMUNOCASTRATED HEAVY PIGS**

### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effect of two methods of castration (surgical and immunocastration) on the zootechnical performance and economical viability of male pigs raised up to 120 or 135 kg live weight. A total of 120 male piglets were used, 60 of which were surgically castrated (CC) and 60 immunocastrated (IM), distributed in randomized blocks, with three stalls per treatment and 20 animals per stall. Surgical castration occurred between the third and fifth day of life. Immunocastration was performed in two doses, at 98 and 126 days of age with the Vivax® vaccine, and released for slaughter at 154 days, but were slaughtered only at 172 days. From the lodge to the time pigs were released for slaughter (60 to 158 d of age), IM pigs had greater feed conversion ratio (FCR; 2.51 vs 2.38) and lower backfat thickness (BFT; 16.35 vs 14.02) ( $P < 0.05$ ), but there was no effect of the treatments on final body weight (BW), average daily feed intake (ADFI) and daily gain (ADG). In the lodging phase until slaughter (60 to 172 days of age) there was no difference between castration methods in relation to PF, CRD, GPD, CA and ET. It is concluded that after the second dose of immunocastration the IM animals become similar to CC males, slaughtering with a four-week interval between second dose and slaughter, allows a 5% feed conversion and 15% ET reduction to immunocastrates ( $P < 0.05$ ). However, with a six-week interval between the second dose and slaughter, no significant difference was observed between castration methods in the zootechnical and economic indices evaluated. The change from 158 to 172 days old at slaughter improved the profitability of the activity to 16% for immunocastrated males and 21% for surgically castrated males, which is an opportunity to improve the profitability of the activity.

Keywords: Age, consumption at will, profitability.

## 2.1 INTRODUÇÃO

O abate de suínos entre 120 e 135 kg de peso vivo requer atenção especial em relação ao acompanhamento do consumo de ração, ganho de peso e deposição de gordura. Principalmente em suínos machos, pois estes fatores tem impacto direto sobre a remuneração do produtor e na rentabilidade da atividade, tendo em vista que a alimentação corresponde aproximadamente 70% dos custos de produção.

Tendo em vista que com o aumento de peso ao abate a partir de 110 kg o animal entra numa curva de deposição de proteína menos eficiente do que até este peso, ou seja, até os 110 kg de peso os animais podem ser mantidos em alimentação à vontade sem grande prejuízos e com os benefícios da praticidade e baixa necessidade de mão de obra.

De acordo com a normativa 22 do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento-MAPA (BRASIL, 2000), são considerados suínos pesados animais com peso ao abate mínimo de 130 kg. O aumento do peso de abate pode ser mais econômico para o produtor (OLIVEIRA et al., 2011), especialmente em linhagens com menor apetite e menor deposição de gordura, ou terminados com alimentação restrita. Entretanto a consequência do aumento de peso de abate sobre as características de carcaça e a economia do sistema ainda precisam ser avaliadas em situações de consumo a vontade e com outras linhagens e sistemas de produção. Especialmente no caso de suínos castrados, que normalmente, apresentam consumo mais elevado e deposição mais precoce de gordura na carcaça comparado com fêmeas e machos inteiro.

Alternativamente à castração cirúrgica, tem-se utilizado a imunocastração, que é baseada na aplicação da vacina que contém uma forma modificada de GnRH (hormônio liberador de gonadotrofinas) conjugada a uma proteína que induz a formação de anticorpos direcionados contra o GnRH, nomeada Vivax® ou Improvac® (Zoetis Inc., Florham Park, NJ). O protocolo de aplicação desta vacina permite que os suínos recebam a segunda dose por volta de quatro a cinco semanas antes do abate. Neste período, qualquer substância responsável pelo odor sexual já presente nos tecidos é progressivamente metabolizada, permitindo que o macho inteiro, depois de vacinado, seja abatido com maior peso corporal e sem odor

na carne, ao mesmo tempo em que é beneficiado com os efeitos de seus próprios esteroides testiculares durante o crescimento (DUNSHEA et al., 2001).

Os animais imunocastrados apresentam manejo alimentar e necessidades nutricionais diferentes do manejo com macho castrado, buscando dar suporte e ajuste ao manejo e as recomendações nutricionais para estes animais foi conduzido este estudo com o objetivo de avaliar o efeito de dois métodos de castração (cirúrgico e imunocastração), sobre o desempenho e viabilidade econômica de suínos machos criados até 120 ou 135 kg de peso vivo.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos utilizados neste experimento foram aprovados pelo Comitê de Ética e Experimentação Animal da UFPR (protocolo nº 015/15). O experimento foi conduzido na Chácara Maracanã, localizada em Castro-PR, Brasil.

Foram utilizados 120 suínos machos, oriundos do cruzamento entre machos da linhagem Tallent (Topigs Norsvin, Curitiba, PR, Brasil) e Fêmea DB-90 (DB Agricultura e Pecuária, Pato de Minas, MG, Brasil), com 60 dias de idade, sendo 60 castrados cirurgicamente ( $19,31 \pm 1,86$  kg PV) e 60 machos inteiros para futura imunocastração ( $19,33 \pm 1,75$  kg PV) provenientes da Unidade de Produção de Leitões da Castrolanda Cooperativa Agroindustrial Ltda. A castração cirúrgica ocorreu entre o 3º e 5º d de idade, enquanto a imunocastração (Vivax®, Zoetis Inc., Florham Park, NJ, USA), a 1º dose foi aplicada aos 98 e a 2º dose aos 126 dias de idade, próxima pesagem ocorreu dia 130 de idade, sendo este o protocolo proposto para o abate aos 154 dias de idade (~120,0 kg). A vacina foi aplicada na dosagem de 2,0 mL por animal, pela via subcutânea com aplicador específico e por pessoal especializado. Aproximadamente 14 dias após a segunda dose foi realizada a inspeção dos animais para verificar a eficiência da vacinação, por meio de observação de comportamento sexual e tamanho de testículos.

Ao início do experimento os leitões foram identificados, pesados e alojados em blocos de acordo com peso inicial (variação de  $\pm 1$  kg dentro de cada baia, com três faixas de peso para cada bloco, sendo: 18, 20 e 22 kg). O alojamento foi feito em galpão convencional de crescimento-terminação, com controle automático de ventilação natural por meio de cortinas. As baias eram de piso cimentado com 40% da área vasada e proveram 1,0 m<sup>2</sup>/animal. Cada baia continha um comedouro semiautomático com capacidade para 40 animais sob consumo de alimento à vontade e dois bebedouros tipo nipple dimensionados para atender 20 animais.

Foram ofertadas três dietas, com níveis nutricionais adaptados às recomendados para suínos de alto potencial genético e desempenho superior (ROSTAGNO et al., 2011). Com níveis intermediários para atender machos castrados e inteiros até a realização da imunocastração. Os animais receberam ração e água à vontade durante todo o período experimental. As trocas de rações ocorreram após o consumo previsto em kg de ração, de acordo com a TABELA 1.

TABELA 1 - PROTOCOLO E FORNECIMENTO DE RAÇÕES POR FAIXA DE PESO E IDADE E COMPOSIÇÃO DAS RAÇÕES FORNECIDAS AOS ANIMAIS DURANTE O PERÍODO EXPERIMENTAL.

<b>Itens</b>	<b>Crescimento</b>	<b>Terminação I</b>	<b>Terminação II</b>
Peso (kg)	19 - 65	65 - 90	90 - 135
Idade (dias)	60 - 110	110 - 130	130 - 172
Consumo do período (kg/suíno)	80	65	155
<b>Níveis Nutricionais*</b>			
EM (kcal/kg)	3152,00	3162,00	3064,00
EL (kcal/kg)	2369,35	2383,68	2331,13
PB (%)	17,25	15,77	15,00
EE (%)	3,61	4,14	3,66
FB (%)	3,10	3,09	3,01
Cálcio (%)	0,69	0,66	0,65
Fósforo Total (%)	0,51	0,57	0,51
Lisina digestível (%)	1,00	0,90	0,71

FONTE: O autor (2017).

Foram realizadas pesagens semanais dos animais e das sobras de ração para o cálculo do ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD) e conversão alimentar (CA). A medida de espessura de tocinho (ET) foi tomada longitudinalmente a 6,5 cm da última costela na direção caudal e a 6,5 cm da linha média do lombo do animal através de um ultrassom portátil por scanner, NeuCrystal™ C40Vet com um transdutor de 5.0 MHz e 106-mm (Model DP-3300VET; Mindray do Brasil, São Paulo-SP, Brasil), a partir do momento em que os animais atingiram o peso de 70 kg.

Para análise dos dados de desempenho e as medidas de ET, estes foram agrupados nos seguintes intervalos: do alojamento até 2ª dose da vacina (60 a 130 dias idade); da 2ª dose até a liberação para o abate (130 a 158 dias); da liberação para abate até o abate (158 a 172 dias); da 2ª dose até o abate (130 a 172 dias); do alojamento até a liberação para o abate (60 a 158 dias); e do alojamento ao abate (60 a 172 dias).

O delineamento foi em blocos casualizados com dois tratamentos (castrado cirurgicamente e imunocastrado), três baias e 20 animais por baia. O peso inicial foi utilizado para critério de formação dos blocos. A baia foi considerada a unidade experimental para análise do consumo de ração e conversão alimentar. Para as variáveis peso final, ganho de peso e espessura de toucinho o animal foi

considerado a unidade experimental. Os dados foram submetidos a análise de variância utilizando-se o procedimento GLM do Statgraphics Centurion XV (StatPoint, Inc. 2007, Herdon, VA, USA).

Na avaliação econômica objetivou-se comparar os resultados obtidos entre dois métodos de castração para animais aos  $120,9 \pm 5,7$  kg e 136,5 kg. Para tanto, foram utilizadas informações à média anual referentes ao ano de 2015 do estado do Paraná, Brasil. No cálculo foram considerados: a) número de suínos por lote, b) intervalo entre lotes em dias e c) lotes por ano.

Para o cálculo do custo considerou-se: d) valor do leitão na saída de creche (R\$ 130,00/leitão); e) valor com ração, calculado multiplicando-se o valor de cada ração (crescimento R\$/kg 0,706; terminação I R\$/kg 0,648; terminação II R\$/kg 0,624) pelo consumo médio dos terminados; f) despesas com sanidade (R\$ 4,00/terminado) e considerando as duas doses vacina para imunocastração (R\$ 8,00/terminado); g) taxas administrativas e impostos funrural foram considerados 7,3% sobre as receitas; h) despesas fixas foram consideradas as despesas: com mão-de-obra, R\$ 980,00 de salário médio na proporção de um funcionário para 1000 terminados, acrescido de 46,7% de encargos e provisões; em relação ao investimento em instalações foram considerados: R\$ 550,00/terminado, manutenção das instalações 3% sobre valor do investimento e 3% para equipamentos, sendo estes valores adaptados de (MARTINS et al., 2012).

Para o cálculo do total de despesas por cabeça (i), foi realizado o somatório dos itens d+e+f+g+h, conforme TABELA 3. As despesas por quilograma (j) foram obtidas com a divisão entre os itens i/m, m) peso de venda. As despesas anuais foram calculadas multiplicando-se os itens a\*c\*i. Para o cálculo da receita por cabeça foram multiplicados os itens n\*m; n) preço do suíno, o) receita. As receitas anuais (p) foram calculadas multiplicando-se os itens a\*c\*o. O valor da margem anual (q) foi obtido a partir da subtração entre os itens p-l. O valor da margem relativa anual (r) foi obtido a partir da divisão dos valores do item q, conforme segue:  $(1 - (\text{IM } 158 \text{ dias} / \text{CC } 158 \text{ dias}))$ ;  $(1 - (\text{CC } 172 \text{ dias} / \text{CC } 158 \text{ dias}))$ ;  $(1 - (\text{IM } 172 \text{ dias} / \text{CC } 158 \text{ dias}))$ , sendo estes valores expressos em percentagem.

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os métodos de castração ( $P < 0,05$ ), onde os CC apresentaram índices superiores aos IM, para as variáveis PF, CRD, GPD, CA e ET, na fase do alojamento até a 2<sup>o</sup> dose da vacina, conforme observado na TABELA 3. Estes resultados concordam com aqueles observados na literatura (PAULY et al., 2009; DUNSHEA et al., 2001; SKRLEP et al., 2010), mostrando que, até a aplicação da 2<sup>a</sup> dose da vacina, animais imunocastrados apresentam desempenho semelhante ao observado em machos inteiros, com reduzida taxa de crescimento e maior eficiência na utilização dos nutrientes para deposição de carne magra na carcaça. A redução de 13,63% no CRD está relacionada à presença de hormônios sexuais. Weiler et al. (1996) reportaram correlação forte e negativa entre consumo de ração e níveis séricos de testosterona.

Na fase entre a segunda dose da vacina de imunocastração e liberação para abate cerca de 28 dias após a segunda dose, houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para as variáveis PF, GPD e CA, conforme TABELA 2. Embora o consumo dos animais imunocastrados foi menor que dos castrados cirurgicamente nos períodos anteriores à imunocastração (1,90 vs 2,20), esse comportamento mudou após a segunda dose da vacina (3,87 vs 3,50), de forma que não houve diferença significativa para as variáveis CRD e ET.

Na fase entre a liberação para abate e o abate, cerca de 14 dias entre a liberação e o abate, não houve diferença entre os métodos de castração em relação ao PF, CRD e GPD, mas houve diferença significativa entre os métodos de castração ( $P < 0,05$ ) em relação a CA (3,23 vs 3,50) onde os castrados apresentaram melhor CA. Os machos CC apresentaram maior ET (18,21 vs 17,04) ( $P < 0,05$ ).

Na fase entre a segunda dose e o abate houve diferença ( $P < 0,05$ ) para as variáveis PF (135,8 vs 137,3), GPD (1,11 vs 1,29) e CA (3,15 vs 3,03) entre os métodos de castração, os machos imuncastrados apresentaram maiores valores para PF e GPD e menor valor para CA. Não houve diferença para CRD e ET nesta fase.

TABELA 2 - MÉDIAS DE PESO FINAL, CONSUMO DE RAÇÃO DIÁRIO, GANHO DE PESO DIÁRIO, CONVERSÃO ALIMENTAR E ESPESSURA DE TOUCINHO DE SUÍNOS CASTRADO CIRURGICAMENTE E IMUNOCASTRADO (IMUNO).

Item	Método de castração		DPR	Probabilidade
	Cirúrgico	Imuno		
<b>Fase (60 a 130 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	19,3	19,3	1,69	0,970
Peso final (kg)	89,1	83,0	6,09	0,000
Espessura toucinho (mm)	15,18	11,45	2,54	0,000
Consumo de ração (kg/d)	2,22	1,90	0,05	0,004
Ganho de peso (kg/d)	0,99	0,91	0,08	0,000
Conversão alimentar	2,24	2,11	0,03	0,009
<b>Fase (130 a 158 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	89,1	83,0	6,09	0,000
Peso final (kg)	120,6	121,2	4,04	0,000
Espessura toucinho (mm)	16,34	14,01	2,79	0,074
Consumo de ração (kg/d)	3,50	3,87	0,17	0,064
Ganho de peso (kg/d)	1,13	1,37	0,14	0,000
Conversão alimentar	3,11	2,83	0,02	0,002
<b>Fase (158 a 172 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	120,5	121,3	7,70	0,679
Peso final (kg)	135,8	137,3	2,90	0,149
Espessura toucinho (mm)	18,21	17,04	3,13	0,028
Consumo de ração (kg/d)	3,51	4,01	0,22	0,070
Ganho de peso (kg/d)	1,08	1,14	0,20	0,149
Conversão alimentar	3,23	3,50	0,08	0,036
<b>Fase (130 a 172 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	89,1	83,0	6,09	0,000
Peso final (kg)	135,8	137,3	2,90	0,149
Consumo de ração (kg/d)	3,50	3,92	0,18	0,069
Ganho de peso (kg/d)	1,11	1,29	0,14	0,000
Conversão alimentar	3,15	3,03	0,02	0,028
<b>Fase (60 a 158 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	19,3	19,3	1,69	0,970
Peso final (kg)	120,5	121,3	7,70	0,679
Espessura toucinho (mm)	16,35	14,02	3,23	0,000
Consumo de ração (kg/d)	2,59	2,48	0,09	0,207
Ganho de peso (kg/d)	1,03	1,03	0,08	0,676
Conversão alimentar	2,51	2,38	0,02	0,004
<b>Fase (60 a 172 dias)</b>				
Peso inicial (kg)	19,3	19,3	1,69	0,970
Peso final (kg)	135,8	137,3	2,90	0,149
Consumo de ração (kg/d)	2,71	2,67	0,11	0,631
Ganho de peso (kg/d)	1,04	1,05	0,08	0,400
Conversão alimentar	2,60	2,53	0,03	0,809

FONTE: O autor (2017).

Na fase alojamento até a liberação para abate (60 a 158 dias de idade) houve diferença ( $P < 0,05$ ) CA (2,51 vs 2,38) e ET (16,35 vs 14,02) e não houve

diferença entre os métodos de castração em relação ao PF, CRD e GPD. BATOREK et al. (2012b) e MILLER et al. (2011), ao avaliarem o desempenho de suínos imunocastrados e abatidos quatro semanas pós segunda dose da vacina também reportam melhor desempenho para imunocastrados em comparação aos animais castrados cirurgicamente. Estes autores reportam que o melhor desempenho de suínos imunocastrados nesta fase geralmente é mantido quando o abate é realizado em curtos intervalos. Por isto, o intervalo de quatro semanas entre a segunda dose e o abate (~ 100–120 kg) é o mais comumente utilizado na indústria.

Na fase alojamento até o abate (60 a 172 dias de idade) não houve diferença entre os métodos de castração em relação ao PF, CRD, GPD, CA e ET. A ausência de efeito do método de castração sobre estas variáveis, pode ter ocorrido devido ao fato dos animais permanecerem na granja por mais de seis semanas após a segunda dose, ou seja, castrados perdendo as características de consumo e deposição de carne magra do macho inteiro. O mesmo resultado foi observado por Lealiifano et al. (2012) com aumento linear no consumo de ração e ausência de diferença significativa na conversão alimentar em função do aumento do intervalo entre a segunda dose da vacina e o abate (2 a 6 semanas). Entretanto o atraso na segunda dose da vacinação, permite aos machos não castrados a produção de hormônios anabolizantes andrógenos, até a aplicação da segunda dose da vacina (ZAMARATSKAIA et al., 2008).

Weiler et al. (2013) reportaram que, após a segunda dose da vacina, além da supressão dos efeitos dos hormônios sexuais, o aumento no consumo pode ser resultado da redução dos comportamentos agressivos e sexuais observados em machos inteiros, fazendo com que eles passem menos tempo se alimentando e aumente o gasto de energia com atividades não produtivas.

Embora os animais do experimento tenham sido abatidos com peso acima daquele preconizado para o protocolo de vacinação, eles ainda estavam dentro do prazo máximo para abate (8 semanas) pós segunda dose da vacina. Além disso, na inspeção das carcaças dos animais do presente experimento mostrou não haver nenhum animal com testículo não regredido, estes não apresentaram odor característico de escatol, confirmando que estavam sob efeito da vacina. Kubale et al. (2013) não observaram qualquer sinal de funcionalidade dos órgãos reprodutivos ou retorno morfofisiológico de tecidos produtores de hormônios esteróides em suínos imunocastrados, dentro de 8 semanas pós segunda dose da vacina.

Segundo Dunshea et al., (2013) o efeito da imunocastração sobre a composição corporal de suínos parece ser mais evidenciado na deposição de gordura, principalmente quando se aumenta a idade ao abate ou quando se aumenta o intervalo entre a segunda dose da vacina e o abate. O efeito da idade está diretamente relacionado ao alcance do platô de máxima deposição proteica, de forma que todo consumo extra acima daquele necessário para manutenção será utilizado para a deposição de gordura. O grande aumento de consumo associado à redução dos hormônios sexuais anabólicos e na redução dos comportamentos sexuais (brigas, tentativas de monta) aumenta a disponibilidade de energia para a deposição de gordura, sendo este efeito mais acentuado quando se aumenta o tempo entre a segunda dose da vacina e o abate.

Broeke et al. (2016) observaram um aumento de 2,0 mm na ET e uma tendência de redução no percentual de carne magra de suínos imunocastrados abatidos com peso médio de 133 kg (primeira dose aos 70 kg e segunda dose 105 kg). Já Boler et al. 2014 ao avaliarem peso de abate semelhante (130 kg) não observaram aumento na ET de suínos imunocastrados em relação aos castrados cirurgicamente. Em ambos os trabalhos o intervalo entre a primeira e a segunda dose foram de quatro semanas.

Na análise econômica foi observada diferença entre os pesos de abate (~120 - 135 kg). O aumento do peso do abate reduziu de 3,07 para 2,74 o número de lotes por ano, mas aumentou em 3% o kg produzido por ano e a rentabilidade anual da atividade foi 21% e 16% nos suínos castrados cirurgicamente e imunocastrados, respectivamente. O tempo que os suínos imunocastrados permaneceram na granja, após a segunda dose de vacina de seis semanas, resultou em um desempenho semelhante entre castrados cirurgicamente e imunocastrados, que mostrou que o protocolo de vacinação deveria ser ajustado para quatro semanas de acordo com peso alvo, no caso de produção de suínos pesados. Segundo Oliveira et al. (2015), suínos abatidos com 134,8 kg apresentaram menor custo de produção por quilo produzido. O peso de abate é determinado do ponto de vista econômico ideal para toda a cadeia de produção, e pode variar de acordo com preço de insumos, preços de venda e à aceitação do produto por parte dos consumidores.

TABELA 3 - COMPARATIVO ECONÔMICO ANUAL ENTRE MACHOS CASTRADOS CIRURGICAMENTE (CC) E IMUNOCASTRADOS (IM) TERMINADOS ATÉ DUAS IDADES.

Item	Até 158 dias		Até 172 dias	
	CC	IM	CC	IM
<b>Lotes</b>				
a) Suínos/lote	1000	1000	1000	1000
b) Intervalo/lotes (dias)	119	119	133	133
c) Lotes/ano	3,07	3,07	2,74	2,74
<b>Despesas</b>				
d) Leitões (R\$/cb)	130	130	130	130
e) Rações (R\$/cb)	167	160	198	195
f) Sanidade (R\$/cb)	4	12	4	12
g) Impostos/taxas (R\$/cb)	28	28	32	32
h) Fixas (R\$/cb)	23	23	25	25
i) Total despesa (R\$/cb)	352	353	389	394
j) Total despesa (R\$/kg)	2,92	2,91	2,86	2,87
l) Total despesa anual (R\$)	1.077.907	1.081.954	1.066.800	1.081.218
<b>Receita</b>				
m) Peso venda (kg)	120,5	121,3	135,7	137,3
n) Preço suíno (R\$/kg)	3,18	3,18	3,18	3,18
o) Receita (R\$/cb)	383	386	432	437
p) Receita anual (R\$)	1.175.428	1.183.134	1.184.350	1.198.401
<b>Margem</b>				
q) Margem anual (R\$)	97.521	101.180	117.550	117.182
r) Margem relativa anual (%)	100	103,8	121,0	116,0

FONTE: O autor (2017).

## **2.4 CONCLUSÕES**

Conclui-se que após a segunda dose da imunocastração os animais se tornam semelhantes aos machos castrados cirurgicamente, e o tempo que permanecem na granja após a segunda dose da vacina, influencia de forma significativa os índices zootécnicos e econômicos avaliados, principalmente conversão alimentar e espessura de toucinho. A alteração de 158 para 172 dias idade ao abate melhorou a rentabilidade da atividade em 16% para machos imunocastrados e 21% para castrados cirurgicamente, sendo esta uma oportunidade de melhoria na rentabilidade da atividade.

## 2.5 REFERÊNCIAS

BARBOSA, H.C.A. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.606-614, 2003.

BELLAVER, C. Qualidade de carcaça relacionada à restrição alimentar. In: **Simpósio Latino-Americano De Nutrição De Suínos E Aves**, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.21-33,1995.

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**, Viçosa, v. 30, n. 2, 2001.

BERTOL, T. M. et. Al. Meat quality and cut yield of pigs Slaughtered over 100kg of live weight. **Brazilian Journal Of Veterinary And Animal Science**, v.67, n.4, p.1166-1174, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. decreto, Nº 30.691, de 29 de março de 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **Brasília**, art. 121, 1952.

BATOREK N.; CANDEK-POTOKAR M.; BONNEAU M. AND VAN MILGEN J. Meta-analysis of the effects of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. **Animal** v. 6, p.1330–1338, 2012.

BOLER, D. D. et. al. Effects of immunological castration (Improvast) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs **Journal of Animal Science** v 91, p. 359–368, 2014.

BROEKE, V. D. et. al. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts **Journal of Animal Science** v. 94, p. 2811–2820, 2016.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA ESALQ/USP, disponível em: <<http://cepea.esalq.usp.br/suino/?page=183&Dias=15#/sériedepreços>>. Acessado em: 12 de junho de 2016.

DUNSHEA, F.R; et. al. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2524-2535, 2001.

DUNSHEA, F. R.; et.al. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: **a review** *Animal* v. 7:11, p. 1769–1778, 2013.

FRAGA, B.N. et al. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.45 n.10, 2015.

LEALIIFANO, A. K.; et. al. Reducing the length of time between slaughter and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs. *Journal of Animal Science* v.89, p.2782–2792, 2014.

LOVATO, G. D.; et. al. ONGARATTO, C. Utilização do modelo InraPorc<sup>®</sup> no ajuste de programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação: características de carcaça. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Anais. Vitória – ES, 2014.

KIEFER C., DONZELE J. L., OLIVEIRA R. F. M., Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.9, p.1955-1960, 2011.

KUBALE, V. et. al. Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter **Theriogenology** v. 79 p. 69–80, 2013.

MAGAGNIN, S. F. Métodos de calibração do InraPorc<sup>®</sup> e erros de predição para um sistema de terminação de suínos pesados, **Mestrado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARTINS, F.M.; SANTOS FILHO, J.I.; SANDI, A.J. ET AL. Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de suínos. **Embrapa Suínos e Aves, Concórdia: Comunicado Técnico**, 506, 36p. 2012.

MILLER, S.; GIELKENS, K.; DE BRABANDER, D. ;JANSSENS, G. P. J. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. *Animal* v. 5, p. 1119–1123, 2011.

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

OLIVEIRA, E.A. et.al. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.67, n.6, p.1743-1750, 2015.

OLIVEIRA, E.A. Peso ótimo de abate de abate de suínos. **Mestrado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

PAULY C.; SPRING P.; O'DOHERTY J. V.; Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (ImprovacR) and entire male pigs and individually penn edentire male pigs. **Animal** v.3:7, p. 1057–1066, 2009.

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

ROSSI, C. A. R. et. al. Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc<sup>®</sup>: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, 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**, 252p. 2011.

SIQUEIRA, M. S. Modelagem nutricional com o InraPorc<sup>®</sup> para produção de suínos pesados. **Mestrado em Zootecnia** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SKRLEP, M. et. al. Effect of immunocastration (Improvac) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds **Slov Vet Res**, v. 47, p. 57-64, 2010.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K. et al. Long-term effect of vaccination against gonadotropinreleasing hormone, using Improvac<sup>TM</sup>, on hormonal profile and behaviour of male pigs. **Animal Reproduction Science**, v. 108, p. 37-48, 2008.

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

WARPECHOWSKI, M. B. et. al. Evaluation du modèle nutritionnel InraPorc pour un système de finition de porcs lourds du sud du **Brésil Journées Recherche Porcine**, v.46, p.133-134, 2014.

WEILER, U.; CLAUS, R.; DEHNHARD, M. et al. Influence of the photoperiod and a light reverse program on metabolically active hormones and food intake in domestic pigs compared with a wild boar. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.531-539, 1996.

WEILER U.; GÖTZ M.; SCHMIDT A.; OTTO M.; MÜLLER S.; Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. **Animal** v. 7, p. 300 – 308, 2013.

### **3. CAPÍTULO 3. ESTRATÉGIA NUTRICIONAL POR MODELAGEM PARA SUÍNOS PESADOS CASTRADOS E IMUNOCASTRADOS ALIMENTADOS À VONTADE**

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi desenvolver estratégias nutricionais adequadas para produção de suínos pesados castrados e imunocastrados. A calibração foi realizada no modo padrão do sistema Inraporc<sup>®</sup>, por meio de sequência de cinco passos: 1) Introdução das dietas; 2) Introdução do programa alimentar, que corresponde ao protocolo de arraçoamento; 3) Introdução dos perfis animais com os dados do experimento apresentado no capítulo 2, tais como: idade (d) durante o experimento, PV (kg), consumo de ração acumulado (kg); 4) Definição da equação de melhor ajuste da curva de crescimento, avaliada em termos de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio padrão residual (DPR); 5) Após a calibração foram realizadas simulações com os dados da calibração e conforme necessidade foram realizadas alterações nas dietas. Conclui-se que a calibração do InraPorc<sup>®</sup> foi eficiente para os dois grupos avaliados, com leve diminuição da precisão para os IM. A estratégia alimentar, desenvolvida por modelagem dinâmica, resultou em uma redução de 20% no teor de lisina, a excreção N urinária reduziu em 27 e 20% para suínos CC e IM, respectivamente, principalmente na ração final de ambos os métodos de castração. Para ambos os métodos de castração houve uma redução de 7% no fornecimento de fósforo. Com o ajuste das dietas observou-se uma redução de 6,0 e 4,0% nas despesas com alimentação para CC e IM, respectivamente. A modelagem nutricional das dietas para suínos CC e IM criados até 172 dias de idade foi eficiente em manter o desempenho, reduzir a excreção de nutrientes e o custo da alimentação.

Palavras chaves: Ambiental, simulação dinâmica, nitrogênio e multifatorial.

## ABSTRACT

The objective of this study was to develop nutritional strategies suitable for the production of castrated and immunocastrated heavy pigs. Calibration was performed in the standard mode of the Inraporc® system, through a five-step sequence: 1) Introduction of diets; 2) Introduction of the food program, which corresponds to the protocol of feeding; 3) Introduction of animal profiles with data from the experiment presented in Chapter 2, such as: age (d) during the experiment, PV (kg), accumulated feed consumption (kg); 4) Definition of the equation of better fit of the growth curve, evaluated in terms of coefficient of determination ( $R^2$ ) and residual standard deviation (DPR); 5) After the calibration, simulations were performed with the calibration data and, as necessary, changes were made in the diets. It was concluded that the calibration of InraPorc® was efficient for the two groups evaluated, with a slight decrease in accuracy for MI. The feed strategy, developed by dynamic modeling, resulted in a 20% reduction in lysine content, urinary excretion reduced by 27 and 20% for CC and IM, respectively, mainly in the final ration of both castration methods. For both methods of castration there was a reduction of 7% in the phosphorus supply. With the adjustment of the diets, a reduction of 6.0 and 4.0% was observed in the feeding expenses for CC and IM, respectively. The nutritional modeling of diets for CC and IM pigs raised up to 172 days of age was efficient in maintaining performance, reducing nutrient excretion, and cost of feeding.

Key words: Environmental, dynamic simulation, nitrogen and multifactorial.

### 3.1 INTRODUÇÃO

O aumento no peso de abate de linhagens de alto desempenho tem sido proposto no Brasil por possibilitar diminuição do custo de produção por kg de suíno terminado (OLIVEIRA et al., 2015) e aumentar o peso e rendimento dos cortes comerciais (BERTOL et al., 2015), sem prejudicar o desempenho e a qualidade de carcaça (PIEROZAN, 2014; BERTOL et al., 2015; OLIVEIRA et al., 2015), nem aumentar a produção de efluentes (PIEROZAN, 2014). As vantagens do aumento do peso de abate podem ser otimizadas pelo uso de restrição alimentar na fase final (FRAGA et al., 2008; PIEROZAN, 2014), e mais ainda se a estratégia nutricional for ajustada à curva de deposição e às necessidades dos animais nessa fase (SIQUEIRA, 2016).

Entretanto, nem todos os sistemas de produção no Brasil estão equipados para utilizar a restrição alimentar quantitativa, e as consequências da extensão do período de terminação podem variar em função das interações entre genética, ambiência, alimentação e manejo. A imunocastração e o cruzamento entre linhagens comerciais de diferentes origens são exemplos de situações comuns e ainda pouco estudadas no Brasil. A imunocastração é método alternativo à castração cirúrgica, em que os machos são mantidos inteiros até a aplicação da segunda dose da vacina de imunocastração causando a supressão dos hormônios masculinos, quando então aumentam o apetite e a deposição de gordura (SKRLEP et al., 2010; MORALES et al., 2013; ELSBERND et al., 2014; BROEKE et al., 2016; ALUWÉ et al., 2016). Com isso, os animais imunocastrados apresentam padrão de deposição proteica e necessidades nutricionais específicos (SILVA et al., 2011; BOLER et al., 2011; KIEFER et al., 2011; DUNSHEA et al., 2013). Não foram encontrados trabalhos desenvolvidos no sistema de produção brasileiro avaliando por modelagem dinâmica as necessidades nutricionais de suínos imunocastrados terminados até pesos elevados.

Com a utilização da modelagem na definição de estratégias nutricionais é possível simular várias situações e combinação de fatores, antes de aplicar em prática e com isso reduzir deficiências de nutrientes e ou excessos que irão impactar nos custos de produção. O InraPorc<sup>®</sup> é uma ferramenta de

modelagem multifatorial dinâmica, que pode ser calibrado para cada situação de campo, de forma a ajustar o modelo à expressão do potencial genético de consumo de alimento e deposição adiposa e proteica em cada sistema de produção (VAN MILGEN et al., 2008), que se mostrou eficiente para definição de estratégias nutricionais em diversas situações do sistema de produção industrial brasileiro (ROSSI et al. 2013; PIEROZAN, 2014; WARPECHOWSKI et al., 2014; FRAGA et al., 2015; MAGAGNIN, 2015; SIQUEIRA, 2016; OLIVEIRA, 2016; PINTO, 2017).

O objetivo com este estudo foi desenvolver estratégias nutricionais ajustadas para produção de suínos pesados castrados e imunocastrados, terminados em sistema de alimentação à vontade, até 172 dias de idade.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Para fazer a calibração do InraPorc<sup>®</sup> foram utilizadas as informações de desempenho zootécnico apresentados no Capítulo 2 - desempenho e avaliação econômica de suínos pesados castrados cirurgicamente e imunocastrados pesados.

A calibração foi realizada no modo padrão do sistema Inraporc<sup>®</sup>, adaptado do procedimento de calibração basal do sistema (MAGAGNIN, 2015) por meio de sequência de cinco passos: 1) Introdução das dietas, conforme TABELA 4; 2) Introdução do programa alimentar, que corresponde ao protocolo de arraçoamento, conforme TABELA 4; 3) Introdução dos perfis animais com os dados do experimento apresentado no capítulo 2, tais como: idade (d) durante o experimento, PV (kg), consumo de ração acumulado (kg), de acordo com a TABELA 5; 4) Definição da equação de melhor ajuste da curva de crescimento, avaliada em termos de coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio padrão residual (DPR); 5) Após a calibração foram realizadas simulações com os dados da calibração e conforme necessidade foram realizadas alterações nas dietas, por exemplo suplementação de aminoácidos e alterando inclusão de milho e farelo de soja, e observando as curvas de deposição de proteínas (DP) e das necessidades de aminoácidos e energia líquida.

Estas curvas foram utilizadas para ajustar as necessidades nutricionais de machos CC e IM e para a proposição das estratégias nutricionais. O ajuste dos aminoácidos foram realizados considerando a exigência estimada para a população, que no sistema InraPorc<sup>®</sup> corresponde a curva de valores 10% acima da exigência do perfil animal médio calibrado (Brossard et al., 2006).

**TABELA 4. COMPOSIÇÃO DAS DIETAS EXPERIMENTAIS, NA MATÉRIA NATURAL.**

Item	Crescimento	Terminação I	Terminação II
<b>Ingredientes (%)</b>			
Quirera de milho	7,00	9,00	9,00
Milho	63,64	61,57	63,06
Gérmen milho desengordurado	0,00	0,00	1,00
Glúten de milho	3,00	7,00	7,00
Farelo de Canola	2,50	0,00	0,00
Farelo Soja 46%	20,50	19,50	17,00
Fosfato monocálcico	0,90	0,90	1,00
Calcário	0,70	0,70	0,70
Sal Comum	0,50	0,50	0,50
Oxido de Zinco	0,13	0,00	0,00
Fosfato bicálcico	0,09	0,09	0,09
PX SUI Cresc 0,4% <sup>11</sup>	0,40	0,00	0,00
PX SUI Term 0,4% <sup>2</sup>	0,00	0,40	0,40
DL-Metionina	0,06	0,02	0,01
Biolys <sup>3</sup>	0,45	0,27	0,22
L-Treonina	0,14	0,05	0,02
Quantum P5000 SUI <sup>4</sup>	0,01	0,01	0,01
<b>Níveis Nutricionais*</b>			
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3152,00	3162,00	3064,00
Energia Líquida (kcal/kg)	2369,35	2383,68	2331,13
Proteína Bruta (%)	17,25	15,77	15,00
Extrato Etéreo (%)	3,61	4,14	3,66
Fibra bruta (%)	3,10	3,09	3,01
Cálcio (%)	0,69	0,66	0,65
Lisina digestível (%)	1,00	0,90	0,71
Custo fórmula da dieta (R\$/t)	706,26	648,69	624,22
<b>Protocolo de arraçoamento</b>			
Faixa de peso (kg)	19 - 65	65 - 90	90 - 135
Faixa de idade (dias)	60 - 110	110 - 130	130 - 172
Consumo (kg/suíno)	80	65	161

FONTE: O autor (2017).

<sup>1</sup> Adicionado por kg dieta (premix crescimento): vitamina A, 50,0 UI; vitamina D3, 10,0 UI; vitamina E, 300,0 UI; vitamina K, 17,5 mg; vitamina B1, 10,0 mg; vitamina B2, 30,0 mg; vitamina B6, 10,0 mg; vitamina B12, 180,0 mcg niacina 250,0 mg; ácido pantotênico, 300,0 mg; colina, 2760,0; cobre, 1650,0 g; ferro, 600,0 g; manganês, 400,0 g; zinco, 880,0 g; iodo, 10,0 mg; selênio, 3,0 mg; enramicina, 50,0 g. <sup>2</sup>Adicionado por kg dieta (premix terminação):: vitamina A, 50,0 UI; vitamina D3, 10,0 UI; vitamina E, 240,0 UI; vitamina K, 14,0 mg; vitamina B1, 10,0 mg; vitamina B2, 30,0 mg; vitamina B6, 10,0 mg; vitamina B12, 150,0 mcg; niacina 250,0 mg; ácido pantotênico, 240,0 mg; colina, 2340,0 mg; cobre, 1650,0 g; ferro, 600,0 g; manganês, 350,0 g; zinco, 770,0 g; iodo,10,0 mg; selênio, 3,0 mg; virginamicina, 110,0 mg; <sup>3</sup>L-Lisina 56%; <sup>4</sup>Enzima Fitase.

### 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação que melhor descreveu o comportamento de consumo de ração em função do peso vivo foi a Gamma Manutença para os machos CC e Gompertz para IM, como pode ser observado na TABELA 5. As calibrações obtidas foram eficientes com  $R^2 > 99,9\%$  para as variáveis “uso acumulado de alimento” e PV, em ambos os tratamentos. O desvio padrão residual (DPR) das estimativas de PV e de uso de alimento foi extremamente baixo para o perfil CC, 0,5 e 0,4 respectivamente, mas para o perfil IM, embora com erro ainda baixo, foi relativamente muito maior 3,0 e 1,1 respectivamente. Isso pode ser atribuído à mudança brusca no comportamento de consumo e ganho dos animais após o efeito da imunocastração. A acurácia do InraPorc<sup>®</sup> depende da calibração do perfil animal pelo ajuste das equações que definem o metabolismo e a deposição aos dados reais de referencia de campo, o que permite alta precisão e exatidão (BROSSARD et al., 2009). Entretanto o modelo não tem mecanismo de inserção de algum fator ao longo da curva de crescimento que cause esse tipo de efeito brusco, portanto era esperado que a oscilação causada pela imunocastração piorasse a precisão, aumentando a dispersão dos dados em torno da curva média ajustada dia a dia entre os pontos reais, que no caso foram medidos semanalmente. Caso a calibração não fosse possível, uma alternativa seria a de calibrar perfis separados para as situações pré e pós-imunocastração, como a alternativa adotada por Pinto (2017), para estimar necessidades nutricionais de cada fase do ciclo estral de fêmeas púberes com o uso do mesmo modelo. Entretanto, a calibração direta do perfil animal no modo padrão para os IM foi considerada suficientemente acurada, dentro da faixa de erro obtida nas calibrações do InraPorc<sup>®</sup> para suínos pesados realizadas no Brasil por Pierozan (2014), Warpechowski et al., (2014), Siqueira (2016), Magagnin (2014), Oliveira (2016) e Pinto (2017).

A deposição proteica média para IM foi 6% superior à dos animais CC, de acordo com a TABELA 5. Este resultado reflete o efeito dos hormônios sexuais nestes animais até a segunda dose da vacina. Diversos estudos já mostraram que suínos IM apresentam maior capacidade de deposição proteica

que suínos castrados, com resultados de desempenho semelhante ao observado em animais inteiros (ALUWE et al., 2016; DUNSHEA et al., 2013). Entretanto é importante destacar que o cumprimento do protocolo de vacinação e intervalo entre segunda dose e abate é fundamental para garantir a deposição de proteínas, pois com o passar do tempo, após, a segunda dose da vacina, como castrado em regime de consumo a vontade, ocorre aumento na deposição de gordura.

**TABELA 5.** RESULTADOS DA CALIBRAÇÃO NO INRAPORC<sup>®</sup> PARA MACHOS CASTRADOS CIRURGICAMENTE E IMUNOCASTRADO.

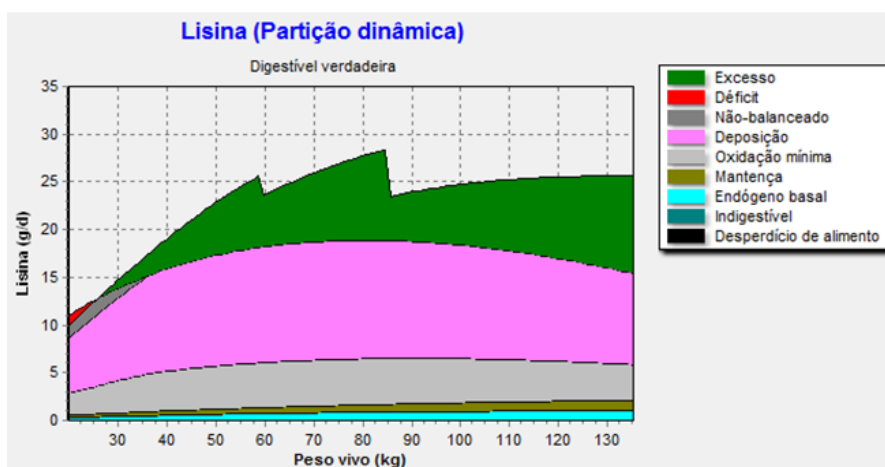
Item	Método de castração	
	Cirúrgico	Imunocastração
Equação (MJ/d)	Gama manutenção	$a*(1-\exp(-b*PV))$
Uso acumulado de alimento		
R <sup>2</sup>	>99,99	99,9
DPR (kg) <sup>1</sup>	0,5	3,0
Peso vivo		
R <sup>2</sup>	99,99	99,93
DPR (kg)	0,4	1,1
Consumo total de ração (kg)		
Medido	303,0±6,33	292,8±17,14
Predito	307,1	296,1
Peso vivo aos 172 dias (kg)		
Medido	135,6±4,27	137,3±7,59
Predito	135,2	138,8
Deposição proteica média dos 20 a 120 kg (g/d) ± DPR	158,1±0,38	167,6±1,75

FONTE: O autor (2017).

Na simulação da partição dinâmica dos nutrientes e da energia da situação experimental calibrada para os CC, foi possível observar que havia desbalanço de aminoácidos que limitavam a deposição de lisina até próximo dos 40 kg de peso vivo, e excesso de lisina consumida a partir deste peso até o final do período de avaliação, conforme FIGURA 1, os picos de observado nos gráficos ocorrem em decorrência das trocas de dietas em função do protocolo de arraçamento. Períodos de deficiência, desbalanço e excesso de aminoácidos e de proteína bruta são demonstrados na FIGURA 3, em que o consumo de cada nutriente é expresso em unidades, de acordo com a

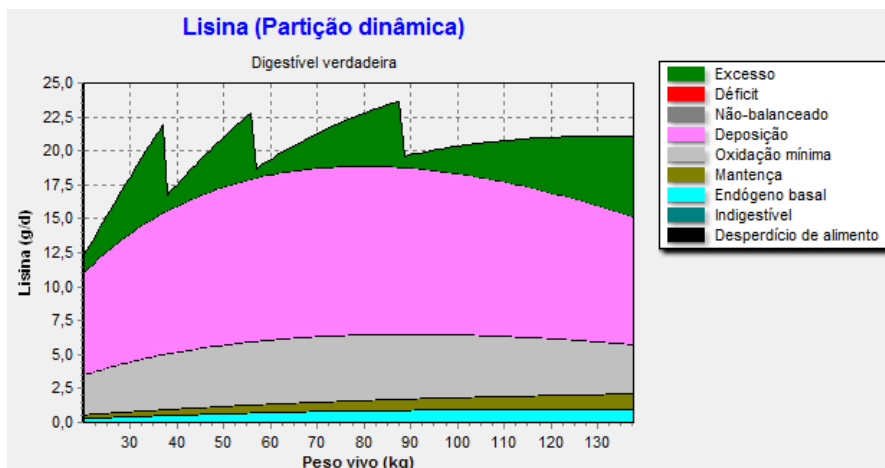
necessidade para manutenção+deposição e observa-se que houve deficiência de triptofano que leva ao não balanceamento de lisina e outros aminoácidos, prejudicando o desempenho dos animais. Após os ajustes nas dietas e no protocolo de arraçamento pode-se observar adequação no fornecimento de lisina mostrado na FIGURA 2 e com isso adequação no fornecimento de outros aminoácidos e proteínas, conforme FIGURA 4. Comportamento parecido foi observado nos machos IM deficiência de lisina no experimento, conforme FIGURA 5. Períodos de deficiência, desbalanço e excesso de aminoácidos e de proteína bruta são demonstrados na FIGURA 7. Após os ajustes nas dietas e no protocolo de arraçamento pode-se observar adequação no fornecimento de lisina simulado, de acordo com a FIGURA 6 e com isso adequação no fornecimento de outros aminoácidos e proteínas, que pode ser observados na FIGURA 8.

FIGURA 1 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS CC DADOS DO EXPERIMENTO.



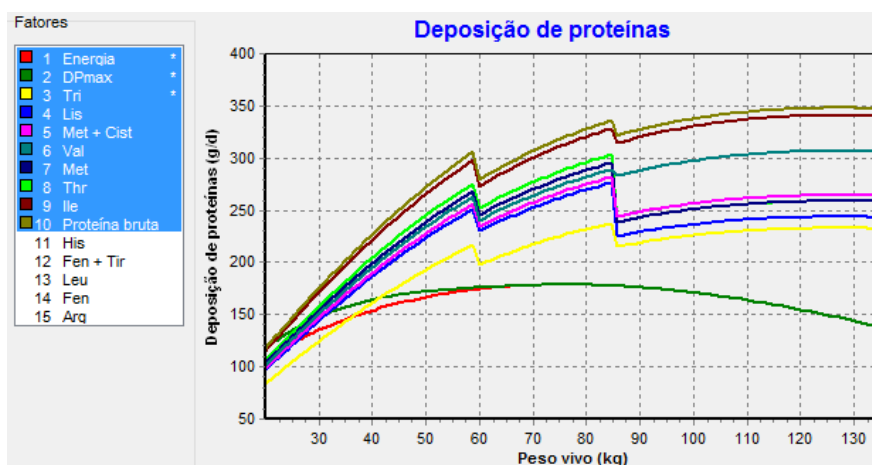
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 2 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS CC DADOS DE SIMULAÇÃO.



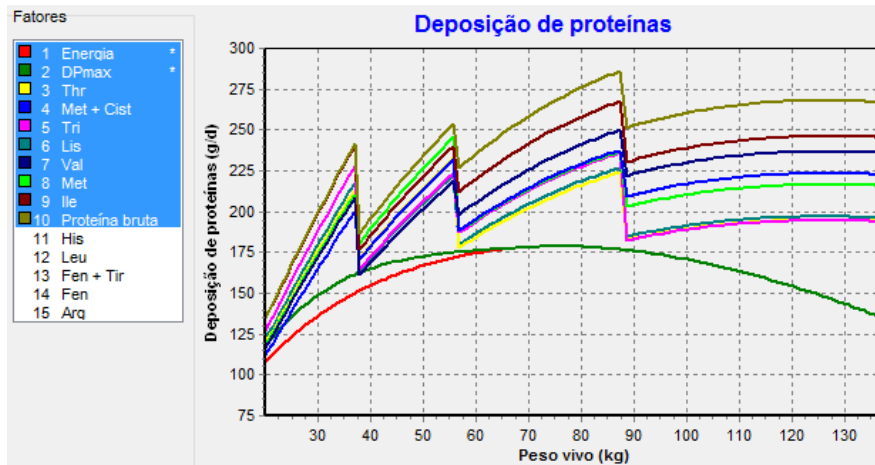
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 3 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS CC DADOS DO EXPERIMENTO.



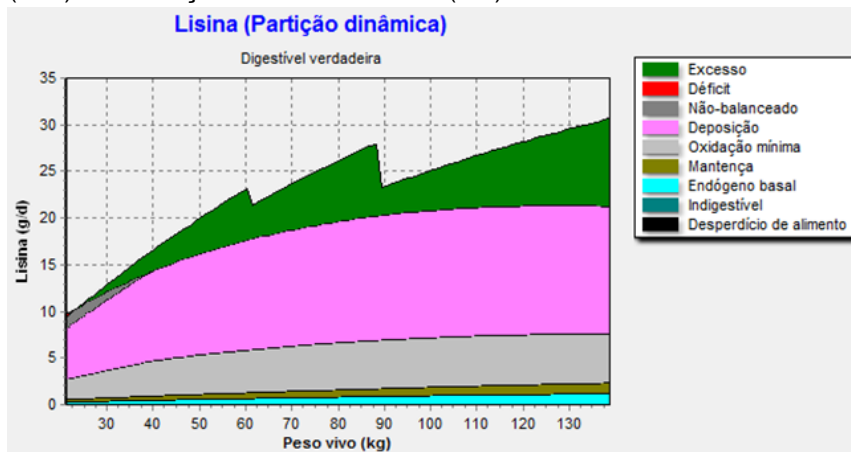
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 4 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS CC DADOS DE SIMULAÇÃO.



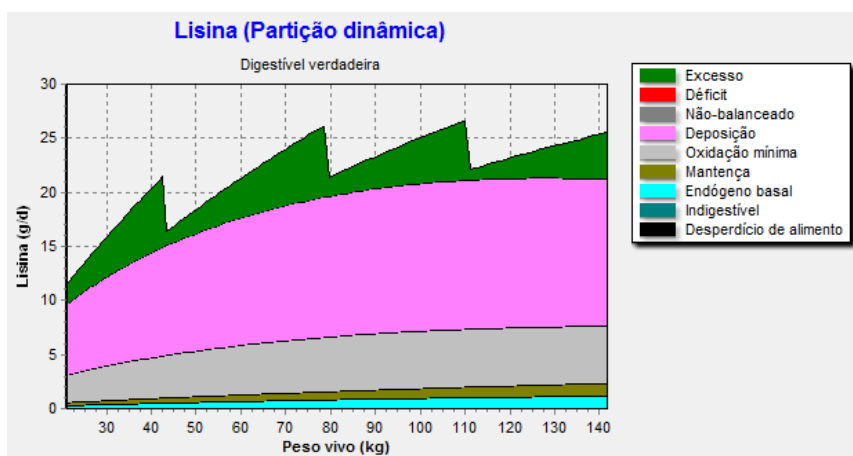
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 5 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS IM DADOS DO EXPERIMENTO.



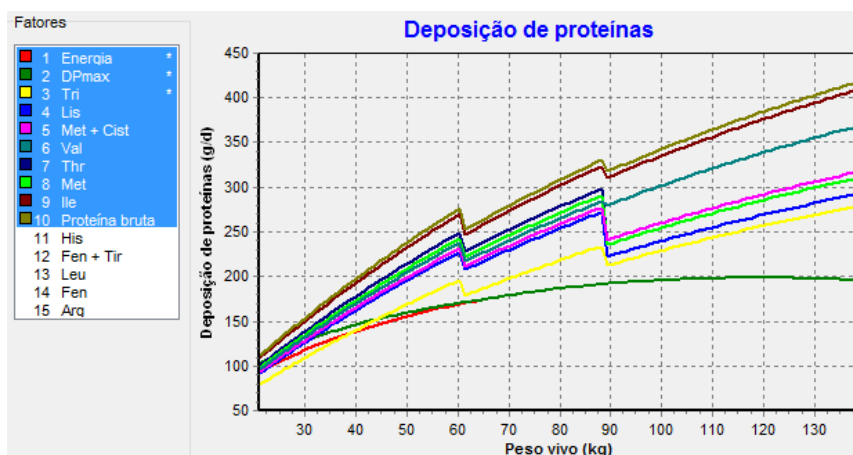
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 6 - MODELAGEM INRAPORC® PARTIÇÃO DINÂMICA DA LISINA DIGESTÍVEL (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS IM DADOS DE SIMULAÇÃO.



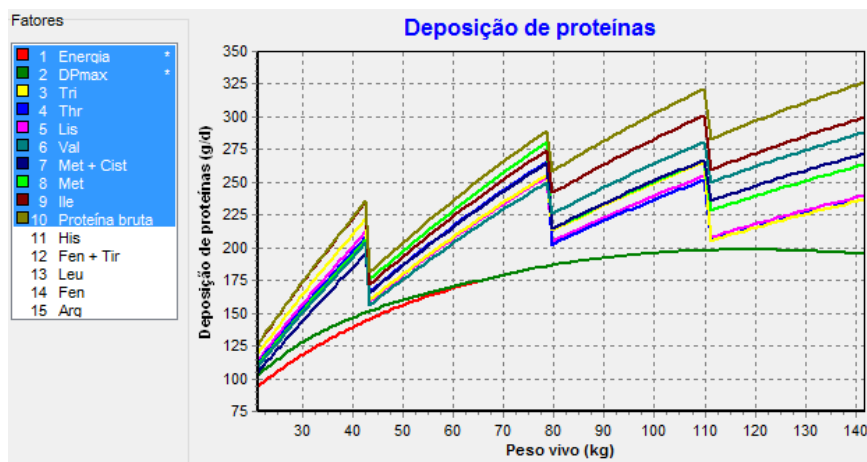
FONTE: O autor (2017).

FIGURA 7 - DEPOSIÇÃO DE PROTEÍNAS (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS IM INRAPORC® DADOS DO EXPERIMENTO.



FONTE: O autor (2017).

FIGURA 8 - DEPOSIÇÃO DE PROTEÍNAS (G/D) EM FUNÇÃO DO PESO VIVO (KG) DE MACHOS IM INRAPORC® DADOS DE SIMULAÇÃO.



FONTE: O autor (2017).

Em função da deficiência de aminoácidos observada, foi necessária a criação de mais uma ração, para a fase de 19 a 35 kg de PV, e desta forma, permitir o melhor ajuste nutricional, de acordo com a TABELA 6. O ajuste das dietas reduz os níveis de inclusão de aminoácidos essenciais e energia em relação às dietas controle. Rossi et al., (2013) demonstraram que o ajuste nutricional das dietas feitas com auxílio do InraPorc® resultou em menor custo de elaboração e maior receita líquida, em relação às dietas controle.

**TABELA 6** - ESTRATÉGIA NUTRICIONAL (PROTOCOLO DE ARRAÇOAMENTO, POR FAIXA DE PESO E IDADE E NÍVEL NUTRICIONAL DAS DIETAS) PROPOSTA POR MODELAGEM NO INRAPORC® PARA MACHOS CASTRADOS E IMUNOCASTRADOS ABATIDOS PESADOS.

Itens	Crescimento		Terminação		Total
	I	II	I	II	
<b>Protocolo de arraçamento proposto</b>					
Castrado cirúrgico					
Faixa de peso (kg)	19-33	34-53	54-85	86-135	
Faixa de idade (dias)	60-79	80-99	100-128	129-172	
Consumo (kg/suíno)	26	41	82	157	306
Imunocastrado					
Faixa de peso (kg)	19-42	43-78	79-110	111-138	
Faixa de idade (dias)	60-89	90-123	134-148	149-172	
Consumo (kg/suíno)	41	81	83	96	301
Níveis Nutricionais*					
EM (kcal/kg)	3171	3102	3066	3064	
EL (kcal/kg)	2335	2361	2359	2373	
PB (%)	19,10	15,00	13,45	12,07	
EE (%)	3,04	3,25	3,32	3,36	
FB (%)	3,05	3,15	3,00	2,85	
Ca (%)	0,61	0,60	0,59	0,60	
Fósforo Total (%)	0,60	0,57	0,57	0,58	
Lisina digestível (%)	1,18	0,90	0,72	0,60	

FONTE: O autor (2017).

Segundo Dunshea et al. (2013), deve-se ajustar o fornecimento de lisina digestível (% ou gramas/unidade de energia) em relação ao sexo dos animais expressando variações em comparação as exigências das fêmeas, para machos inteiros, imunocastrados e castrados, em função de faixas de peso vivo, sendo primeira faixa de peso entre 25 e 50 kg, 105% para machos inteiros e imunocastrados e 100% para castrados, na faixa de peso de 50 a 95 kg, 108% para machos inteiros e imunocastrados e 94% para castrados, na faixa de peso de 95 a 125 kg, 114% para machos inteiros e 94% para imunocastrados e castrados. A redução das exigências dos IM a faixa de peso de 95 a 125 kg em relação aos machos inteiros, ocorre devido ao aumento no consumo de ração a partir de 10 a 14 dias após a segunda dose da vacina.

Com o ajuste nos níveis de lisina digestível e no protocolo de arraçamento podemos observar a redução na inclusão de lisina digestível quando fazemos comparativo entre a somatória do fornecimento de lisina no

experimento e da proposta para CC e IM, observa-se que houve redução de 13 e 6% de lisina em comparação entre o oferecido no experimento e proposto para CC e IM respectivamente, conforme TABELA 7.

**TABELA 7** - FORNECIMENTO DE RAÇÃO E LISINA POR SUÍNO MACHO CASTRADO CIRURGICAMENTE E IMUNOCASTRATO, NÍVEIS ANTERIORES (EXPERIMENTO) E PROPOSTA.

Itens	Crescimento		Terminação		Total
	I	II	I	II	
<b>Lisina digestível anterior (%)</b>		1,04	0,9	0,7	
<b>Lisina digestível proposta (%)</b>	1,18	0,9	0,72	0,6	
<b>Consumo ração anterior (kg)</b>		81	65	161	307
<b>Consumo lisina anterior (g)</b>		0,842	0,585	1,288	2,538
<b>Consumo ração proposta CC (kg)</b>	26	41	82	157	306
<b>Consumo lisina proposta CC (g)</b>	0,307	0,369	0,590	0,942	2,208
<b>Consumo ração proposta IM (kg)</b>	41	81	83	96	301
<b>Consumo lisina proposta IM (g)</b>	0,484	0,729	0,598	0,576	2,386

FONTE: O autor (2017).

Esta é uma excelente oportunidade de redução de custo de produção, sem prejudicar o desempenho, pois foi fornecido lisina na fase de alojamento em que o animal necessitava, e reduzido na fase final onde ocorre redução no ganho de peso e deposição de proteína. Melhorando com isso a rentabilidade da atividade com redução no custo com rações, conforme TABELA 8.

A proposta permitiu reduzir o custo calculado com alimentação em 6,0% para castrados cirurgicamente e em 4,1% para imunocastrados. No sistema de produção de referência, com 1000 animais por lote e 2,74 lotes por ano, a diferença de resultado econômico seria respectivamente de R\$33.428,00 e R\$22.276,20, sem contar eventual custo aumentado de fabricação e transporte de uma ração a mais na fase inicial. O resultado obtido depende dos preços sazonais e da oportunidade de uso de ingredientes, mas é possível afirmar que a utilização de ferramentas de modelagem como o InraPorc<sup>®</sup> podem ser úteis na melhoria dos sistemas de produção e na avaliação de cenários produtivos para tomada de decisão.

**TABELA 8** - ANÁLISE DE CUSTO ALIMENTAR DAS PROPOSTAS DE ESTRATÉGIA NUTRICIONAL PARA MACHOS PESADOS CASTRADOS CIRURGICAMENTE (CC) E IMUNOCASTRADOS (IM).

Itens	Estratégia anterior		Estratégia proposta		
Preço R\$/kg			0,753	26	41
Consumo					
Kg/suíno	Preço				
R\$/kg CC					
kg/suíno	IM				
kg/suíno					
Crescimento I					
Crescimento II	0,704	81	0,678	41	81
Terminação I	0,649	65	0,610	82	83
Terminação II	0,625	161	0,576	157	96
Total (kg/suíno)		307		306	301
Total (R\$/suíno)		199,85		187,83	191,72
Diferença (R\$/suíno)				12,02	8,13
Diferença (%)				-6,0	-4,1

FONTE: O autor (2017).

O ajuste nos níveis nutricionais além de benefícios econômicos traz também benefícios ambientais com redução na excreção de Nitrogênio e Fósforo, de acordo com a TABELA 9. Estes que são os principais contaminantes do solo e da água e itens de controle dos órgãos de controle ambiental.

**TABELA 9** - EXCREÇÃO DE NITROGÊNIO E FÓSFORO, MODELADO PELO INRAPORC® PARA SUÍNOS PESADOS CASTRADOS CIRURGICAMENTE E IMUNOCASTRADO.

Itens	Castrado		Imunocastrado	
	Anterior	Proposta	Anterior	Proposta
Nitrogênio				
Retido (g)	2798	2857	2947	3019
Urínario (g)	3516	2544	3159	2530
Fecal (g)	1409	1321	1358	1299
Total (g)	7723	6722	7464	6849
Fósforo				
Retido (g)	578	590	590	603
Urínario (g)	711	575	653	522
Fecal (g)	674	647	637	631
Total (g)	1963	1811	1880	1756

FONTE: O autor (2017).

A proposta permitiu reduzir em 13% o fornecimento de Nitrogênio (N) total por suíno CC e 8% de redução para IM comparado com anterior. Com redução significativa da excreção N urinário em 27 e 20% para machos CC e IM respectivamente, e incremento no N retido em 21 e 2% para machos CC e IM respectivamente. Este nutriente é altamente impactado pelos níveis de proteínas e aminoácidos da dieta, validando que realmente existia excesso de aminoácidos na fase final, que estavam sendo excretados na urina e nas fezes, com prejuízo econômico e ao meio ambiente. Também foi possível observar redução de 7% para ambos os métodos de castração, nos níveis de fósforo total (P). Com redução significativa da excreção P urinário em 20% para ambos os métodos de castração, e incremento no P retido em 2% para ambos os métodos de castração. A redução nos níveis de nitrogênio e fosforo podem ser baseadas nos ajustes das dietas, intensificando a redução dos níveis das dietas para animais com peso acima de 100 kg que apresentam melhor digestibilidade de matéria orgânica, energia e minerais (PIEROZAN, 2014).

### 3.4 CONCLUSÃO

A calibração do InraPorc<sup>®</sup> foi eficiente para os dois grupos avaliados, com leve diminuição da precisão para os imunocastrados. A estratégia alimentar, desenvolvida por modelagem, resultou em uma redução de 20% no teor de lisina, principalmente na ração final, de ambos os métodos de castração. A excreção de nitrogênio urinário foi reduzida em 27 e 20% para suínos CC e IM, respectivamente. Para ambos os métodos de castração houve uma redução de 7% no fornecimento de fósforo. Com o ajuste nutricional das dietas observou-se uma redução de 6,0 e 4,0% nas despesas com alimentação para CC e IM, respectivamente. A modelagem nutricional das dietas para suínos CC e IM criados até 17 dias de idade foi eficiente em manter o desempenho, reduzir a excreção de nutrientes e o custo da alimentação.

### 3.5 REFERÊNCIAS

- ALUWÉ M., I. et. al. Immunocastrated male pigs: effect of 4 v. 6 weeks time post second injection on performance, carcass quality and meat quality. **Animal**. v. 6, p. 1466 – 1473, 2016.
- BERTOL, T. M. Et. Al. 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.
- BOLER D. D. et. al. Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. **Journal of Animal Science** v. 89, p. 2189–2199, 2011.
- BROEKE, VAN DEN. et. al The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts **Journal of Animal Science** v. 94, p. 2811–2820, 2016.
- BROSSARD, L. et. al. Analyse des relation entre croissance et ingestion à partir de cinétiques individuelles: implications dans la définition de profils anim aux pour la modélisation. **Journées Recherche Porcine**, v.38, p.217-224, 2006.
- BROSSARD, L. et. al. The variation in performance of a population of growing pig as affected by lysine supply and feed strategy. **Animal**, v. 3, n.8, p.1114-1123, 2009.
- DUNSHEA, F. R. et. al. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: **a review Animal** v. 7, p. 1769–1778, 2013.
- ELSBERND, A. J., DE LANGE, C. F. M.; PATIENCE, J. F. Characterizing the feed intake pattern of immunologically castrated male pigs following administration of the second anti-GnRF injection **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 147, 2014.
- FRAGA, A.L. et. al. Avaliação econômica do uso da restrição alimentar qualitativa para suínos com elevado peso de abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1050-1054, 2008.
- FRAGA, B.N. et. al. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45 n.10, 2015.
- KIEFER C., DONZELE J. L., OLIVEIRA R. F. M., Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.9, p.1955-1960, 2011.

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

MORALES, J. I. et. al. Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires **Journal of Animal Science** v. 91, p. 3955–3964, 2013.

OLIVEIRA, E.A. et. al. Live performance, carcass quality, and economic assessment of over 100kg slaughtered pigs. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.67, n.6, p.1743-1750, 2015.

OLIVEIRA, E.A. Carcass traits, meat quality, growth curves and nutritional needs estimated by inraporc® of mouro crossbreed pigs. **Doutorado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

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

PINTO M. A. F.; Necessidades nutricionais de marrãs púberes estimadas com auxílio do inraporc®. **Mestrado em Zootecnia** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

ROSSI, C. A. R. S. et. al. Dietas ajustadas para suínos através do modelo InraPorc®: desempenho, características de carcaça e impacto econômico. **Ciência Rural**, v. 43, n. 4, 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**, 252p. 2011.

SILVA, M. A.; BARBARINO JÚNIOR, P. E.; GUASTALE, S. R. Recomendações nutricionais para machos inteiros submetidos à imunocastração. In: **International Symposium on Nutritional requirements of Poultry and Swine, 3. Proceedings**, Viçosa. p.353-375, 2011.

SIQUEIRA, M. S. Modelagem nutricional com o inraporc® para produção de suínos pesados. **Mestrado em Zootecnia** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SKRLEP, M. et.al. Effect of immunocastration (Improvac) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds **Slov Vet Res**, v. 47, p. 57-64, 2010.

VAN MILGEN J.et.al. 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. et.al. Evaluation du modèle nutritionnel InraPorc pour un système de finition de porcs lourds du sud du Brésil **Journées Recherche Porcine**, v.46, p.133-134, 2014.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os machos castrados cirurgicamente e imunocastrados apresentam diferença de desempenho ao longo da curva de crescimento e principalmente em relação ao tempo que permanecem na granja após a segunda dose da vacina de imunocastração, entretanto o aumento na idade ao abate de 158 para 172 trouxe benefícios econômicos ao sistema estudado. Mas é importante destacar a necessidade de seguir o protocolo da imunocastração ajustando a para quatro semanas de intervalo entre a segunda dose da vacina e o abate. Foi possível fazer a calibração dos InraPorc<sup>®</sup> e utilizando esta ferramenta de modelagem multifatorial dinâmica permitiu avaliar a deposição de nutrientes ao longo da curva de crescimento dos animais, e fazer ajustes no fornecimento de energia e aminoácidos conforme a necessidade dos animais, tornando o sistema produtivo mais eficiente e sustentável. Também foi possível reduzir a excreção de N e P, e os níveis de fornecimento de aminoácidos e minerais, mantendo os índices zootécnicos e melhorando os resultados econômicos. Na situação estudada, a combinação das duas propostas: aumento da idade de abate e uso de estratégia alimentar desenvolvida por modelagem, permitiria um aumento calculado no rendimento econômico de mais de 27% para castrados cirurgicamente e mais de 20% para imunocastrados. Embora a importância quantitativa da melhoria possa ser variável de acordo com o sistema de produção considerado, os resultados do presente trabalho demonstram que os sistemas de produção atual apresentam oportunidades importantes de melhoria utilizando ferramentas como modelagem e análise econômica, que poderiam ser devidamente aproveitadas.

## 5 REFERÊNCIAS GERAIS

ALUWÉ M., I.; DEGEZELLE, L.; DEPUYDT, D.; FREMAUT, A. ; BROEKE VAN DEN and MILLET S. Immunocastrated male pigs: effect of 4 v. 6 weeks time post second injection on performance, carcass quality and meat quality. **Animal**. v. 6, p. 1466 – 1473, 2016.

BARBOSA, H.C.A.; VIEIRA, A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.606-614, 2003.

BELLAVER, C. Qualidade de carcaça relacionada à restrição alimentar. In: **Simpósio Latino-Americano De Nutrição De Suínos E Aves**, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.21-33,1995.

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**, Viçosa, v. 30, n. 2, 2001.

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 of live weight. **Brazilian Journal Of Veterinary And Animal Science**, v.67, n.4, p.1166-1174, 2015.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. DECRETO, Nº 30.691, DE 29 DE MARÇO DE 1952. Aprova o Novo Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal. **BRASÍLIA**, art. 121, 1952.

BATOREK N.; CANDEK-POTOKAR M.; BONNEAU M. AND VAN MILGEN J. Meta-analysis of the effects of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. **Animal** v. 6, p.1330–1338, 2012.

BOLER, D. D.; PULS, C. L.; CLARK, D. L.; ELLIS, M.; SCHROEDER, A. L.; MATZAT, P. D.; KILLEFER, J.; MCKEITH, F. K. AND DILGER, A. C. Effects of immunological castration (Improvest) on changes in dressing percentage and carcass characteristics of finishing pigs **J. Anim. Sci.** v 91, p. 359–368, 2014.

BOLER D. D.; KUTZLER L. W.; MEEUWSE D. M.; KING V. L.; CAMPION D. R.; MCKEITH F. K. AND KILLEFER J. Effects of increasing lysine on carcass composition and cutting yields of immunologically castrated male pigs. **Journal of Animal Science** v. 89, p. 2189–2199, 2011.

BROEKE, VAN DEN; LEEN, F.; ALUWÉ, M.; AMPE, B.; MEENSEL, J. VAN AND MILLET, J. S. The effect of GnRH vaccination on performance, carcass, and meat quality and hormonal regulation in boars, barrows, and gilts **J. Anim. Sci.** v. 94, p. 2811–2820, 2016.

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 anim aux pour la modélisation. **Journées Recherche Porcine**, v.38, p.217-224, 2006.

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**, v. 3, n.8, p.1114-1123, 2009.

CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA ESALQ/USP,  
<http://cepea.esalq.usp.br/suino/?page=183&Dias=15#/sériedepreços>,  
acessado em 12/06/2016.

DUNSHEA, F.R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K.; MCCAULEY, I.; JACKSON, P.; LONG, K.A.; LOPATICKI, E.A.; NUGENT, J.A.; SIMONS, J.A.; WALKER, J. AND HENNESSY, D.P. Vaccination of boars with a GnRH vaccine (Improvac) eliminates boar taint and increases growth performance. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2524-2535, 2001.

DUNSHEA, F. R.; ALLISON, J. R. D.; BERTRAM, M.; BOLER, D. D.; BROSSARD, L.; CAMPBELL, R.; CRANE, J. P.; HENNESSY, D. P.; HUBER, L.; DE LANGE, C.; FERGUSON, N.; MATZAT, P.; MCKEITH, F.; MORAES, P. J. U.; MULLAN, B. P.; NOBLET, J.; QUINIOU N. AND TOKACH, M. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: **a review Animal** v. 7:11, p. 1769–1778, 2013.

ELSBERND, A. J., DE LANGE, C. F. M., & PATIENCE, J. F. Characterizing the feed intake pattern of immunologically castrated male pigs following administration of the second anti-GnRF injection **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 147, 2014.

FRAGA, B.N. et al. Modeling performance and nutritional requirements of pigs lots during growth and finishing. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45 n.10, 2015.

LEALIFANO, A. K.; PLUSKE, J. R.; NICHOLLS, R. R.; DUNSHEA, F. R.; CAMPBELL, R. G.; HENNESSY, D. P.; MILLER, D. W.; HANSEN, C. F.; MULLAN, B. P. Reducing the length of time between slaughter and the secondary gonadotropin-releasing factor immunization improves growth performance and clears boar taint compounds in male finishing pigs. **J. Anim. Sci.** v.89, p.2782–2792, 2014.

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<sup>®</sup> no ajuste de programas nutricionais para suínos em crescimento e terminação: características de carcaça. In: **XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia**, Anais. Vitória – ES, 2014.

KIEFER C., DONZELE J. L., OLIVEIRA R. F. M., Planos nutricionais de lisina digestível para suínos machos imunocastrados em crescimento e terminação, **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.9, p.1955-1960, 2011.

KUBALE, V.; BATOREK, N.; SKRLEP, M.; PRUNIER, A.; BONNEAU, M.; FAZARINC, G.; CANDEK-POTOKAR, M., Steroid hormones, boar taint compounds, and reproductive organs in pigs according to the delay between immunocastration and slaughter **Theriogenology** v. 79 p. 69–80, 2013.

MAGAGNIN, S. F. Métodos de calibração do InraPorc<sup>®</sup> e erros de predição para um sistema de terminação de suínos pesados, **Mestrado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

MARTINS, F.M.; SANTOS FILHO, J.I.; SANDI, A.J. ET AL. Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de suínos. **Embrapa Suínos e Aves, Concórdia: Comunicado Técnico**, 506, 36p. 2012.

MILLER, S.; GIELKENS, K.; DE BRABANDER, D. AND JANSSENS, G. P. J. Considerations on the performance of immunocastrated male pigs. **Animal** v. 5, p. 1119–1123, 2011.

MORALES, J. I.; SERRANO, M. P.; CÁMARA, L.; BERROCOSO, J. D.; LÓPEZ, J. P. AND MATEOS, G. G. Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires **Journal of Animal Science** v. 91, p. 3955–3964, 2013.

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

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. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.67, n.6, p.1743-1750, 2015.

OLIVEIRA, E.A. Peso ótimo de abate de abate de suínos. **Mestrado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

OLIVEIRA, E.A. Carcass traits, meat quality, growth curves and nutritional needs estimated by inraporc<sup>®</sup> of moura crossbreed pigs. **Doutorado em**

**Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

PAULY C.; SPRING P.; O'DOHERTY J. V.; Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (ImprovacR) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **Animal** v.3:7, p. 1057–1066, 2009.

PIEROZAN, E. A. Avaliação e predição da excreção de nutrientes na terminação de suínos pesados. **Mestrado em Ciências Veterinárias** – Setor de Ciências Agrárias, 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, n. 4, 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**, 252p. 2011.

SILVA, M. A.; BARBARINO JÚNIOR, P. E.; GUASTALE, S. R. Recomendações nutricionais para machos inteiros submetidos à imunocastração. In: **International Symposium on Nutritional requirements of Poultry and Swine, 3. Proceedings**, Viçosa. p.353-375, 2011.

SIQUEIRA, M. S. Modelagem nutricional com o InraPorc® para produção de suínos pesados. **Mestrado em Zootecnia** – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

SKRLEP, M.; SEEGULA, B.; ZAJEC, M.; KASTELIC, M.; KOSOROK, S.; FAZARINC, G. AND CANDEK-POTOKAR, M. Effect of immunocastration (Improvac) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds **Slov Vet Res**, v. 47, p. 57-64, 2010.

ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, L.; ANDERSSON, H.K. et al. Long-term effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone, using Improvac™, on hormonal profile and behaviour of male pigs. **Animal Reproduction Science**, v. 108, p. 37-48, 2008.

VAN MILGEN J.; VALANCOGNE A.; DUBOIS S.; DOURMAD J-Y.; SÈVE B. and 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 nutritionnel InraPorc pour un système de finition de

porcs lourds du sud du Brésil **Journées Recherche Porcine**, v.46, p.133-134, 2014.

WEILER, U.; CLAUS, R.; DEHNHARD, M. et al. Influence of the photoperiod and a light reverse program on metabolically active hormones and food intake in domestic pigs compared with a wild boar. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, p.531-539, 1996.

WEILER U.; GÖTZ M.; SCHMIDT A.; OTTO M.; MÜLLER S.; Influence of sex and immunocastration on feed intake behavior, skatole and indole concentrations in adipose tissue of pigs. **Animal** v. 7, p. 300 – 308, 2013.