

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE SUÍNOS MACHOS IMUNO E  
CIRURGICAMENTE CASTRADOS**

*TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF MALE PIGS IMUNO AND  
SURGICALLY CASTRATED*

**HELOISA VASQUEZ BRUNO**

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL  
ABRIL 2012**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE SUÍNOS MACHOS IMUNO E  
CIRURGICAMENTE CASTRADOS**

*TECHNICAL-ECONOMIC EVALUATION OF MALE PIGS IMUNO AND  
SURGICALLY CASTRATED*

**Heloisa Vasquez Bruno**

Médica Veterinária

**Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer**

**Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Carneiro Brumatti**

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Área concentração: Produção Animal

**CAMPO GRANDE  
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL  
ABRIL 2012**

“Não há diferença fundamental entre o Homem e os animais

nas suas faculdades mentais(...)

Os animais, como o Homem,

demonstram sentir prazer, dor, felicidade e sofrimento”.

Charles Darwin

À minha família, em especial aos meus pais  
Elena e Oswaldo, pela dedicação, educação e suporte ao longo de minha vida,  
ao meu esposo Fernando,  
sem seu apoio não seria possível realizar este trabalho,  
e aos meus filhos  
Giovana e João Bruno, Minha força motriz.

Dedico.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa Mestrado em Ciência Animal, pela oportunidade de realização do curso;

Ao Professor Charles Kiefer, pela orientação, paciência e serenidade;

Ao Professor Ricardo Carneiro Brumatti, pelo apoio e orientação;

Ao Professor Alfredo Sampaio Carrijo (*in memoriam*), pelo seu bom humor contagiante, sorriso amigo e o carinho durante toda a Minha vida acadêmica;

À Professora Karina Márcia Ribeiro de Souza pela ajuda na execução do trabalho;

Aos professores do Programa Mestrado em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul;

Aos acadêmicos de Zootecnia da UFMS, Gabriela Rodrigues, Leandro Martins, Caiki Fantini pela ajuda na execução do trabalho;

Às Minhas colegas de mestrado, Renata Padovan pela amizade e especialmente às amigas, Iara Helena Domingos, Ana Beatriz Castelão e Juliana Araujo companheiras de longas horas de estudos;

Aos funcionários da FAMEZ, especialmente ao Valdecir Marques Braga sempre pronto a ajudar;

Aos acadêmicos de Zootecnia, turmas de 2012 e 2013, não poderiam ser melhores alunos;

E a todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para que eu pudesse realizar este curso.

**LISTA DE FIGURAS**

	“Página”
Figura 1 - Ranking mundial dos principais países do mercado de carne suína em 2011.....	04
Figura 2 - Principais destinos da carne suína brasileira no ano de 2011.....	05
Figura 3 - Consumo mundial de carne suína per capita (kg/habitante/ano) em 2011.....	06
Figura 4 - Custo médio de produção de carne suína para Santa Catarina em 2011.....	07
Figura 5 - Média mensal dos preços pagos ao produtor do suíno vivo (R\$/kg), no ano de 2011.....	08
Figura 6 - Técnica de medição para avaliação do tamanho testicular.....	10
Figura 7 - Representação esquemática do GnRH natural e de seu análogo sintético.....	11
Figura 8 - Representação esquemática de diversas cópias do análogo sintético do GnRH ligadas à superfície de uma proteína carreadora grande.....	12
Figura 9 - Percentual de aceitação dos consumidores de carne suína de animais imunocastrados e castrados cirurgicamente.....	14
Figura 10 - Preços médios do milho e do farelo de soja, pago à vista no estado de São Paulo no ano de 2011 em R\$/kg.....	26

**LISTA DE TABELAS**

	“Página”
Tabela 1- Variação de custos de acordo com os cenários por animal.....	27
Tabela 2 - Desempenho de suínos imuno e cirurgicamente castrados na fase de terminação (Experimento 1).....	28
Tabela 3 - Desempenho de suínos imuno e cirurgicamente castrados nas fases crescimento I e II e terminação (Experimento 2).....	29
Tabela 4 - Análise de sensibilidade para o cenário mais provável por animal..	31
Tabela 5 - Análise de sensibilidade para o cenário otimista por animal.....	32
Tabela 6 - Análise de sensibilidade para o cenário pessimista por animal.....	33

## SUMÁRIO

	“Página”
RESUMO.....	01
ABSTRACT.....	02
INTRODUÇÃO.....	03
REVISÃO DE LITERATURA.....	04
1 O mercado mundial de carne suína.....	04
2 O mercado interno de carne suína.....	06
3 Custos de produção.....	07
4 A castração de suínos machos.....	08
5 Legislação brasileira para abate de suínos imunocastrados.....	10
6 Efeito da vacina anti-GnRH.....	11
7 Influência da imunocastração no desempenho e na qualidade da carcaça...	12
8 Segurança alimentar quanto ao uso da vacina anti-GnRH.....	13
9 Aceitação da carne suína de animais imunocastrados.....	13
10 Bem-estar animal.....	14
11 Análise de sensibilidade.....	15
REFERÊNCIAS.....	16
AVALIAÇÃO TÉCNICO-ECONÔMICA DE SUÍNOS MACHOS IMUNO E CIRURGICAMENTE CASTRADOS.....	21
Resumo.....	21
Abstract.....	22
Introdução.....	23
Materiais e métodos.....	24
Resultados e discussão.....	28
Conclusões.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

## **Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados**

**RESUMO** – Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o desempenho técnico-econômico e determinar a lucratividade, por meio da análise de sensibilidade econômica, de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. Foram realizados dois experimentos, em delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos (machos imuno e cirurgicamente castrados), com oito repetições de 10 animais cada, totalizando 160 suínos por experimento. Verificou-se que suínos não castrados apresentam menor consumo de ração e melhor conversão alimentar nas fases de crescimento em relação aos castrados cirurgicamente. Na fase de terminação, suínos imunocastrados apresentam melhor ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e porcentagem de carne magra em relação aos castrados cirurgicamente. A utilização de machos imunocastrados aumenta a lucratividade na produção de suínos. A análise de lucratividade diferencial entre suínos imuno e cirurgicamente castrados deve considerar todas as fases de criação, uma vez que o desempenho diferencial dos suínos não castrados na fase de crescimento influencia economicamente os resultados da produção.

**Palavras-chave:** análise de sensibilidade, carcaça, imunocastração, lucratividade, machos inteiros

## **Technical-economic evaluation of male pigs immunocastrated and surgically castrated**

**Abstract** – This study was conducted to evaluate the technical and economic performance and determine profitability through the economic sensitivity analysis of immunocastrated and male pigs surgically castrated. Two experiments were conducted in a completely randomized design, consisting of two treatments (surgically castrated males and immunocastrated) with eight replicates of 10 animals each, totaling 160 pigs per experiment. It was found that not castrated pigs have lower feed intake and feed conversion during the growth phases in relation to surgically castrated. In the finishing phases, pigs immunocastrated have better weight gain, feed conversion, carcass yield and lean meat percentage in relation to surgically castrated. The use of male immunocastrated increases the profitability in pig production. The analysis of profitability differential between immunocastrated and surgically castrated pigs should consider all stages of creation, since the differential performance of not castrated pigs during growth influences economic results of production.

**Keywords:** sensitivity analysis, carcass, immunocastration, profitability, boars

## INTRODUÇÃO

As exportações brasileiras de carne suína vêm crescendo acima da média, em relação aos demais competidores, apesar do acirramento da concorrência, do aumento do protecionismo e da incerteza sanitária, que tiveram impacto restritivo nos volumes exportados em alguns anos.

A União Européia, englobando 27 países, é o segundo maior produtor e exportador mundial de carne suína, porém tem sua produção restringida e encarecida devido à sua capacidade territorial limitada e a alta concentração local de suas granjas, que propicia sérios problemas ambientais.

A China maior produtor mundial, produz o equivalente a quase 50% do mercado, porém sua produção é insuficiente para abastecer seu mercado interno, sendo atualmente o quinto maior importador mundial de carne suína, abaixo do Japão e Rússia.

Com grande extensão territorial e oferta de grãos a baixo custo, o Brasil tem enorme potencial para aumentar sua produção de carne suína. A adoção de tecnologias que aumentem a eficiência produtiva, segurança sanitária, qualidade da carne e atendam as questões de bem-estar animal, são preponderantes para o crescimento do mercado externo e interno.

A imunocastração é uma alternativa a castração cirúrgica, que proporciona bem-estar animal, melhora o desempenho e a qualidade da carcaça, atendendo os requisitos de biossegurança.

Apesar dos inúmeros benefícios obtidos com a imunocastração, a sua adoção por parte dos produtores ocorrerá se for viável economicamente, sendo necessário, além de estudos sobre o desempenho zootécnico dos animais, análises econômicas que avaliem a lucratividade desta nova tecnologia.

## REVISÃO DE LITERATURA

### 1 O mercado internacional de carne suína

A carne suína é a fonte de proteína animal mais importante no mundo, representando quase metade do consumo e da produção de carnes (Embrapa, 2006). Com a produção de 100 milhões de toneladas por ano, das quais aproximadamente metade é produzida na China, e o restante em demais países (Figura 1), o Brasil é o quarto maior produtor e exportador, com 3% da produção, 11% das exportações e crescente inserção internacional (USDA, 2012).

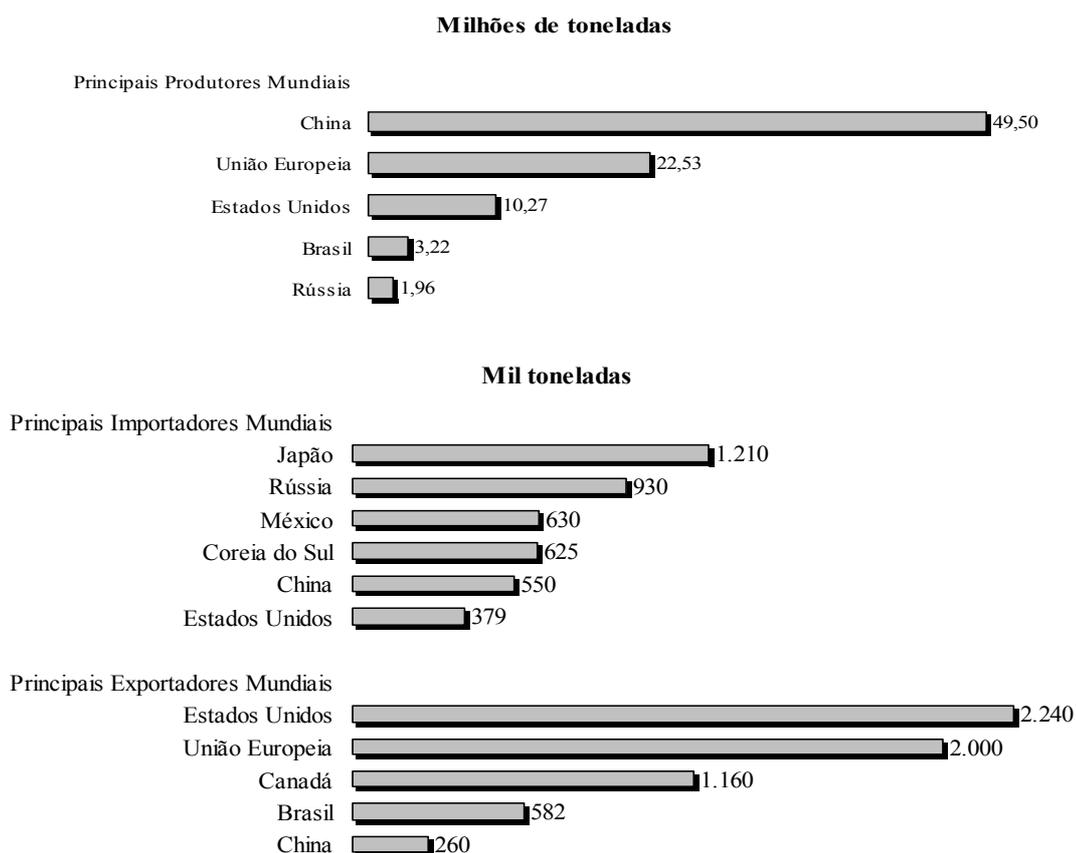


Figura 1. Ranking mundial dos principais países do mercado de carne suína em 2011 (adaptado do USDA, 2012).

Em 2011, as importações de carne suína movimentaram US\$ 11,9 bilhões e 5,4 milhões de toneladas, se concentrando em cinco importadores, com aproximadamente dois terços das importações mundiais (Japão, Rússia, México, Coreia do Sul e China) e cinco exportadores com 96% das exportações mundiais (USDA, 2012).

As exportações brasileiras de 2011 (516.479 toneladas) apresentaram uma queda em relação ao ano de 2010 (540.417 toneladas), principalmente devido ao embargo da Rússia às carnes brasileiras, a qual foi responsável por 43,3% do volume exportado de carne suína em 2010, pressionando o setor para a abertura de novos mercados, e a independência do mercado russo (ABIEPCS, 2012).

Apesar do embargo sanitário russo, o Brasil apresentou um faturamento com as exportações de carne suína em 2011 (US\$ 1,43 bilhão), superior ao de 2010 (US\$ 1,34 bilhão). A abertura de novos mercados, como o da China, e o aumento das exportações para a Ucrânia, Hong Kong e Argentina, ajudaram a manter o volume exportado. O ranking dos importadores do produto brasileiro em 2011 mudou para: Hong Kong como principal mercado, seguido de Rússia, Ucrânia, Argentina e Angola (Figura 2) (ABIEPCS, 2012).

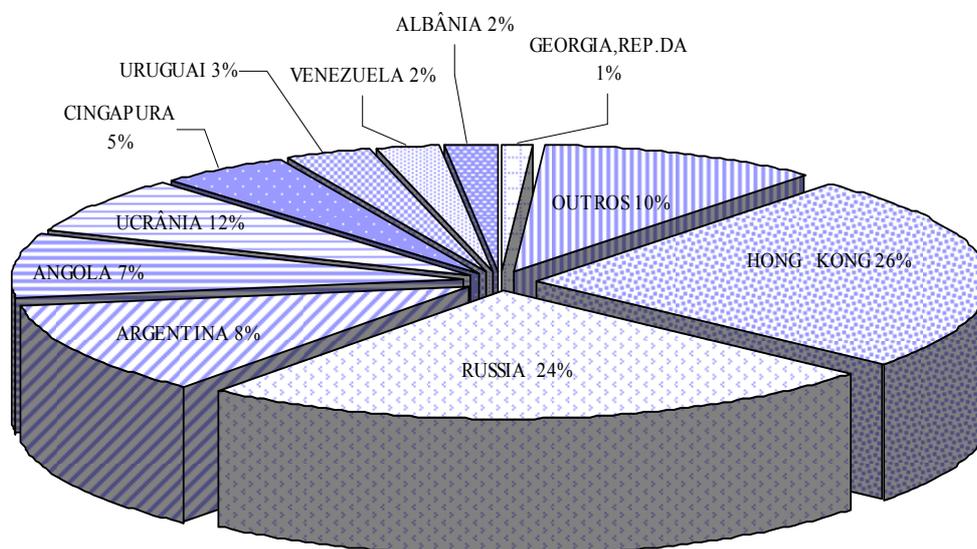


Figura 2. Principais destinos da carne suína brasileira no ano de 2011 (adaptado do ABIEPCS, 2012).

A abertura de recentes mercados como o chinês e norte-americano, além de investidas para a inserção em países como Japão e Coréia do Sul tendem a reduzir a sazonalidade das vendas externas brasileiras (CEPEA, 2012).

## 2 O mercado interno de carne suína

Ao contrário do perfil mundial, o consumo de carne suína per capita no Brasil é inferior ao das carnes de frango e bovina (47,4 e 35 kg, respectivamente). Em 2011, o consumo de carne suína per capita brasileiro atingiu uma média histórica de 15,1 kg, porém este resultado ainda é muito baixo em relação aos países europeus e asiáticos, (Figura 3) (USDA, 2012).

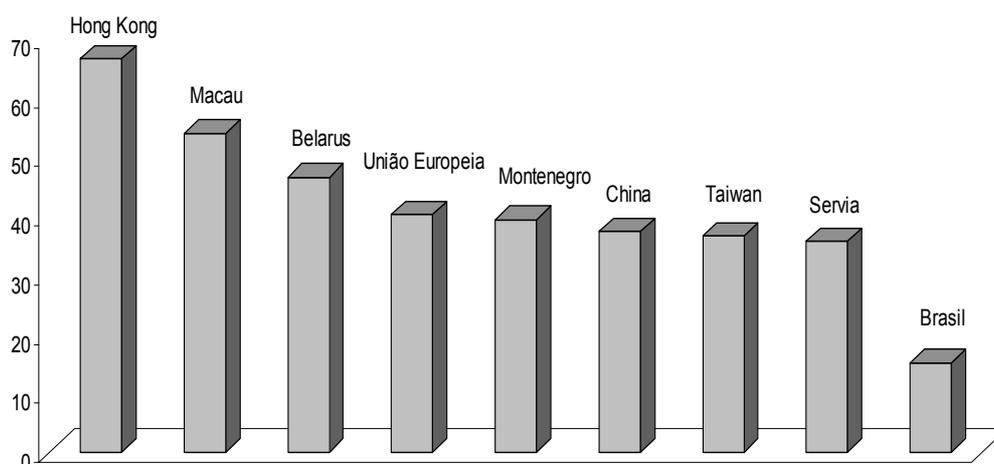


Figura 3. Consumo mundial de carne suína per capita (kg/habitante/ano) em 2011 (adaptado do USDA, 2012).

No Brasil, o consumo ocorre preferencialmente através de produtos processados em detrimento da carne suína *in natura*. Em 2011 o mercado interno apresentou aumento além da meta esperada, no consumo per capita de carne suína pelos brasileiros, principalmente devido ao barateamento da carne suína (ABIPECS, 2012).

### 3 Custos de produção

Avaliando a série histórica dos custos de produção de suínos no Brasil, a alimentação nas granjas estabilizadas e de ciclo completo corresponde em média a 65% do custo. Em épocas de crise na atividade o valor atinge a cifra de 70 a 75% (EMBRAPA, 2003). No estado de Santa Catarina em 2011, no custo médio de produção de carne suína a alimentação representou 76% do custo total de produção (Figura 4) (CONAB, 2012).

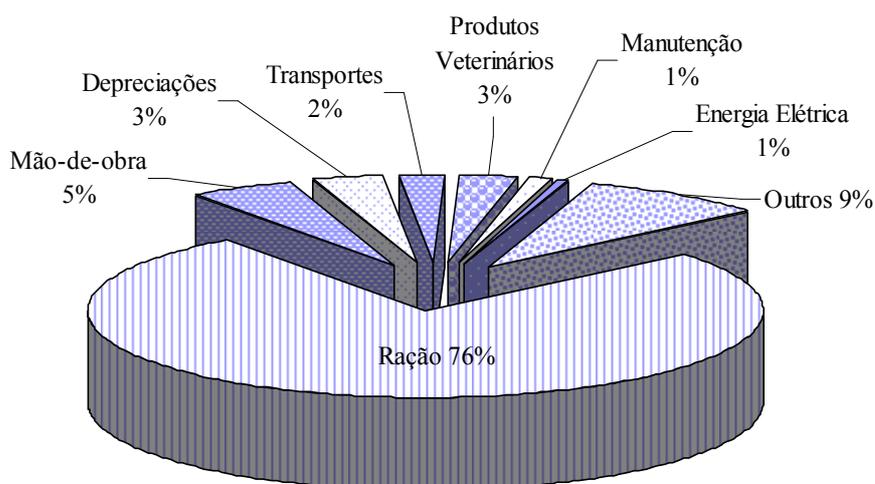


Figura 4. Custo médio de produção de carne suína para Santa Catarina em 2011 (adaptado da CONAB, 2012).

A possibilidade de auferir lucros com a suinocultura depende fundamentalmente de um adequado planejamento da alimentação e da conversão alimentar dos animais, (EMBRAPA, 2003). Como o custo da dieta é impactante, pequenas reduções de consumo e desperdício têm implicações maiores sobre o resultado final da produção do que reduções de gastos em outros itens.

Dentre os insumos mais utilizados nas rações de suínos no Brasil, estão o milho e o farelo de soja, portanto qualquer variação no preço desses insumos reflete-se diretamente na margem de lucro do suinocultor (Trindade Neto et al., 1995).

O preço pago pelo quilograma do suíno vivo no ano de 2011, para os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, oscilou entre R\$ 1,75 à R\$ 3,40, com média de R\$ 2,40 (Figura 5) (CEPEA, 2012). Quando se analisou as médias de preços, observou-se uma variação média em torno de 19% em relação à média do anual.

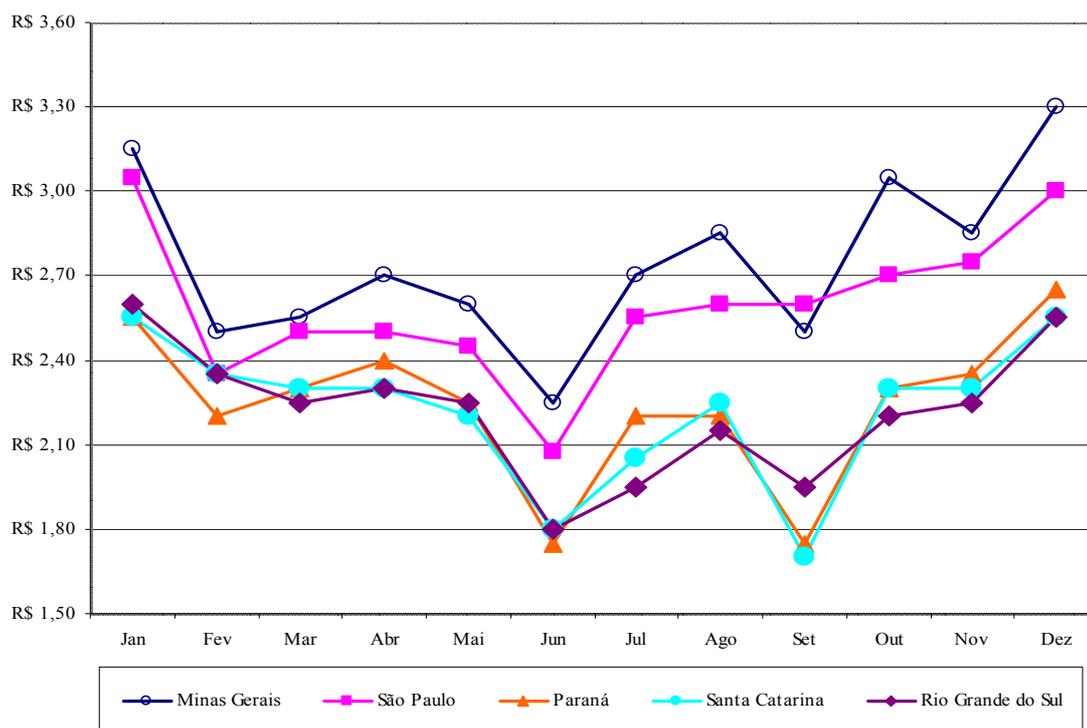


Figura 5. Média mensal dos preços pagos ao produtor do suíno vivo (R\$/kg), no ano de 2011 (adaptado do CEPEA, 2012).

#### 4 A castração de suínos machos

No Brasil a castração de suínos é medida obrigatória segundo o Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA, 1952), devido às altas concentrações de androsterona e escatol na gordura subcutânea e intramuscular de machos não castrados, que ocorrem durante o desenvolvimento e a maturidade sexual (Patterson, 1968).

O androsterona é um esteróide testicular que produz um cheiro similar à urina, e o escatol tem um odor semelhante ao fecal sendo um subproduto do metabolismo bacteriano do triptofano no intestino. O nível de androsterona influi na concentração de escatol (Walstra et al., 1999). Acredita-se que suas vias metabólicas sejam interdependentes, e que o androsterona afeta o metabolismo de escatol no fígado (Babol et al., 1999).

Machos não castrados também apresentam comportamento mais agressivo (Zamaratskaia et al., 2008b), podendo prejudicar a qualidade da carcaça e causando prejuízos financeiros para a indústria de carnes (Warriss, 1984). Com a maturidade

sexual podem ocorrer montas e tentativas de montas, podendo prejudicar o consumo de ração e o ganho (Bonneau & Squieres, 2000).

Para evitar o consumo de carne com odor sexual e prevenir o comportamento agressivo, os machos não castrados devem ser abatidos antes da maturidade sexual ou castrados antes do desmame (Campbell & Taverner, 1988; Dunshea et al., 2001).

Entre os métodos de castração empregados, a orquiectomia é uma prática realizada durante séculos, porém os consumidores modernos se preocupam tanto com o teor de gordura na carne dos animais castrados como com questões relacionadas ao bem-estar animal (Jensen, 2010).

Em países como a Austrália e Reino Unido a castração cirúrgica não é mais rotineira e tem diminuído gradativamente em países como Portugal, Irlanda e Espanha. Entretanto, na maioria dos países, os suínos para produção de carne continuam sendo castrados. Aproximadamente 100 milhões de machos são castrados por ano em 25 países da União Européia, representando mais de 80% da população de suínos machos (EFSA, 2004).

Usualmente, a castração de machos é realizada sem anestesia ou analgesia pós-operatória, sendo um procedimento doloroso e estressante (Leidig et al., 2009). Um método alternativo de castração é o anel de borracha que é colocado para restringir o fluxo de sangue para o escroto, com o passar do tempo os testículos caem, porém também é um processo doloroso (Stevenson, 2000).

A imunização contra o hormônio liberador de gonadotropina (GnRH) representa uma forma alternativa para inibir o desenvolvimento sexual (Dunshea et al., 1993; Bonneau et al., 1994). Conhecida como imunocastração, ou castração imunológica, sua aplicação possibilita a produção de carcaças isentas de odores sexuais sem a necessidade de submeter os animais ao stresse e sofrimento da orquiectomia (Metz et al., 2002; Turkstra et al., 2002; Jaros et al., 2005), além de reduzir o comportamento agressivo (Cronin et al., 2003).

## 5 Legislação brasileira para abate de suínos imunocastrados

De acordo com o MAPA (2007), para que o abate de suínos imunocastrados possa ocorrer sem restrições, os seguintes procedimentos são adotados pelo Sistema de Inspeção Federal (SIF) junto aos matadouros de suínos:

1. as empresas devem apresentar uma declaração assinada pelo responsável técnico informando que os animais foram submetidos a castração imunológica por meio de vacina, citando o número de animais, produto utilizado, data da primeira e segunda aplicação da vacina, observando-se que a data da última vacina não deve ser superior a oito semanas;
2. Os animais não podem apresentar odor sexual característico de suínos não castrados, sendo que a carcaça dos animais não aprovados será destinada a produção de produtos não comestíveis;
3. Os animais que apresentarem o diâmetro testicular acima de 11 cm conforme a técnica de medição apresentada na Figura 6, devem ser submetidos ao teste de cocção.

### Procedimento para Avaliação do Tamanho Testicular

1. Identificar as partes inferior e superior dos testículos;
2. Parear e empurrar os testículos para parte superior do escroto, até que este esteja esticado;
3. Posicionar o paquímetro no ponto médio e mensurar a largura testicular.

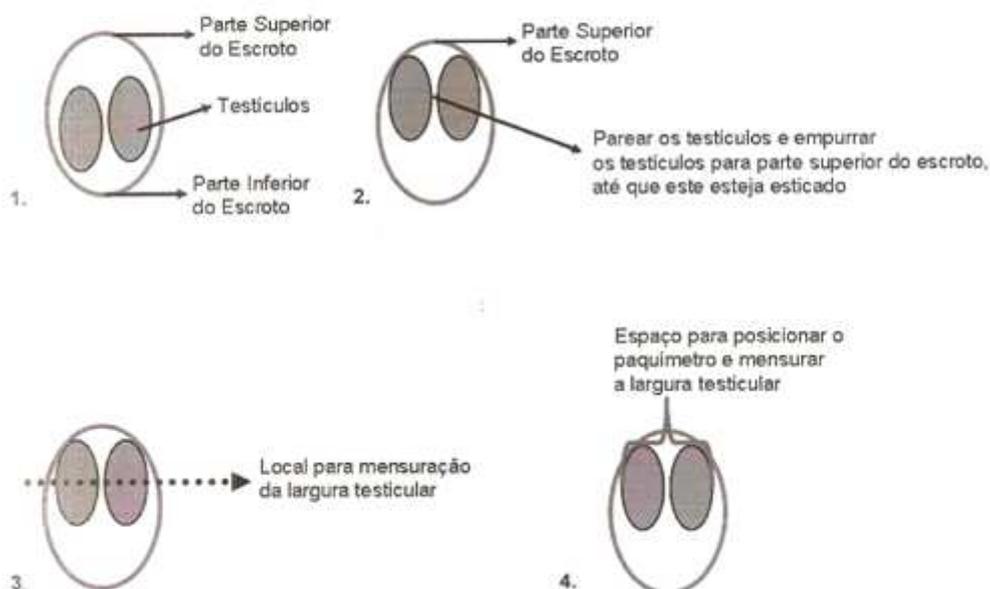


Figura 6. Técnica de medição para avaliação do tamanho testicular (MAPA, 2007).

## 6 Efeito da vacina anti-GnRH

Na década de 70, vários estudos foram realizados sobre a produção de anticorpos anti-GnRH em diversas espécies (Arimura et al., 1973; Fraser et al., 1974). Através destes estudos, observou-se que a imunização ativa contra o GnRH causava prejuízo na função reprodutiva caracterizado pela diminuição das concentrações séricas dos hormônios gonadotróficos e de esteróides gonadais (Fraser, 1982).

A partir da década de 80, pesquisas buscando protocolos eficientes na castração imunológica foram realizadas (Shenoy et al., 1982; Williamson et al., 1985; Brooks et al., 1986), até o desenvolvimento de uma vacina com uma forma modificada do GnRH conjugada com uma proteína carreadora (Figuras 6 e 7), uma vez que o GnRH é muito pequeno para ser imunogênico (Bonneau et al., 1994; Jaros et al., 2005).

A imunocastração é realizada por meio da aplicação de duas doses da vacina, induzindo a formação de anticorpos contra GnRH, que se ligam ao GnRH endógeno impedindo a secreção do hormônio folículo estimulante (FSH) e do hormônio luteinizante (LH), causando redução da secreção de esteróides testiculares, incluindo androsterona (Zamaratskaia et al., 2008a; Zamaratskaia et al., 2008b).

As vacinas devem ser administradas com intervalo mínimo de quatro semanas, sendo que a segunda dose deve ser aplicada quatro semanas antes da data de abate. A primeira dose sensibiliza o sistema imune, somente após a segunda dose ocorrerá a resposta imunológica inibindo a função testicular (Jaros et al., 2005).

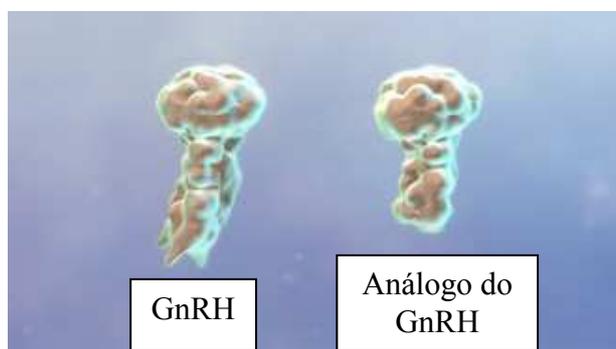


Figura 7. Representação esquemática do GnRH natural e de seu análogo sintético (Pfizer<sup>®</sup>, 2010).

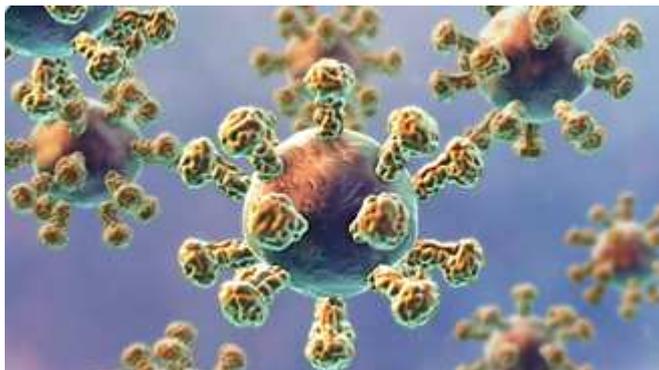


Figura 8. Representação esquemática de diversas cópias do análogo sintético do GnRH ligadas à superfície de uma proteína carreadora grande (Pfizer<sup>®</sup>, 2010).

## **7 Influência da imunocastração no desempenho e na qualidade da carcaça**

Suínos machos imunocastrados apresentam carcaças isentas de odor sexual e com maior quantidade de carne magra, maiores taxas de crescimento e melhor eficiência alimentar até o momento da imunocastração (Diekman, 2007).

A castração cirúrgica leva a redução drástica da síntese de hormônios esteróides, modificando o potencial anabólico do animal, afetando o crescimento, desempenho zootécnico e composição da carcaça. Comparando machos castrados cirurgicamente com imunocastrados, estes mantêm por mais tempo o efeito anabólico dos hormônios esteróides, beneficiando o desempenho do animal (Metz & Claus, 2003; Pauly, 2009).

Após a segunda dose da vacina, observa-se a redução do comportamento agressivo, que está relacionado a concentração de testosterona (Giersing et al., 2000). Consequentemente, imunocastrados apresentam menor atividade social que machos não castrados contribuindo com a melhora da conversão alimentar devido ao menor custo energético relacionado ao comportamento (Noblet et al., 1993).

Através de mudanças no metabolismo hepático, a redução de androsterona leva a redução de escatol no tecido adiposo (Dunshea et al., 2001; Jaros et al., 2005; Zamaratskaia et al., 2008a), reduzindo o odor sexual das carcaças (Pauly, 2009).

## **8 Segurança alimentar quanto ao uso do vacina anti-GnRH**

A vacina anti-GnRH não apresenta nenhuma atividade hormonal para os consumidores da carne de animais imunocastrados. A segurança para o consumo humano de carne suína se deve ao fato da vacina ser projetada para funcionar apenas quando injetada. Estudos envolvendo altas dosagens atestaram que a vacina não possui qualquer atividade ou efeito quando administrada oralmente (Clarke et al., 2008).

Nos países onde a utilização da vacina é autorizada, não existe período de carência após a aplicação da vacina, indicando que a carne suína pode ser consumida a qualquer momento após a injeção. A carne de suínos imunocastrados tem sido consumida em países como Austrália e Nova Zelândia desde 1998 (Pfizer<sup>®</sup>, 2010).

A vacina também é comprovadamente segura para os animais, reações no local da aplicação são incomuns e clinicamente insignificantes, não existindo nenhuma reação detectável e observações clínicas anormais atribuídas a vacina até o momento do abate (Haemonic, 2009).

## **9 Aceitação da carne suína de animais imunocastrados**

Em testes realizados sobre avaliação sensorial da carne de suínos imunocastrados comparativamente com a carne de suínos castrados cirurgicamente (Figura 8), o percentual de aceitação da carne dos imunocastrados, foi superior ao dos castrados cirurgicamente (Tonietti, 2008).

Os consumidores contemporâneos podem questionar a utilização de novas técnicas aplicadas na produção de alimentos, porém também se preocupam com o sofrimento e estresse causado aos leitões durante e após a castração cirúrgica. Uma vez esclarecido ao consumidor sobre o processo da imunocastração, as preocupações sobre a qualidade da carne e bem-estar animal superam a sua cautela sobre o uso de uma nova tecnologia (Jensen, 2010).

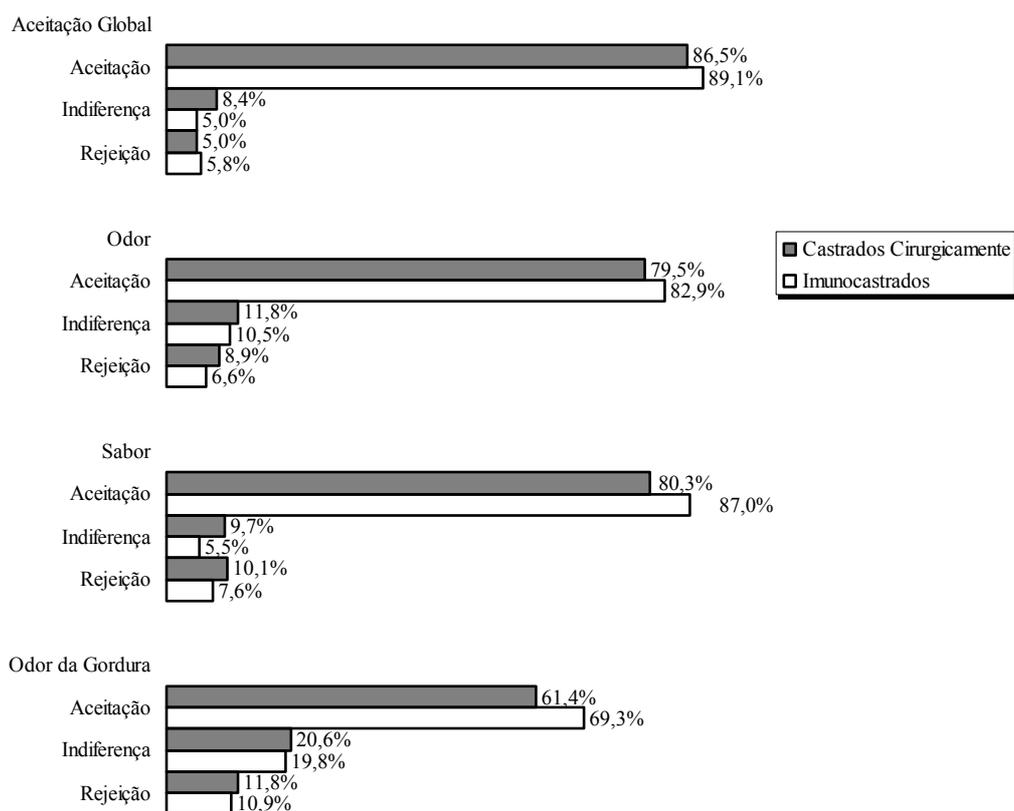


Figura 9. Percentual de aceitação dos consumidores de carne suína de animais imunocastrados e castrados cirurgicamente (adaptado de Toniatti, 2008).

## 10 Bem-estar animal

Juntamente com as questões ambientais e a segurança alimentar, o bem-estar representa um desafio para a sociedade (Rollin, 1995). O bem-estar animal pode ser considerado uma demanda para qualquer sistema criatório eticamente defensável e socialmente aceitável (Machado Filho, 2000). As pessoas desejam comer carne com “qualidade ética”, isto é, carne de animais que tenham sido criados, tratados e abatidos em sistemas que promovam o bem-estar, mas que também sejam sustentáveis e ambientalmente corretos (Warriss & Brown, 2000).

Falta de bem-estar durante a vida do animal também pode resultar em carne de qualidade inferior. Confinamento intensivo, isolamento social, ausência de substrato, fome, alta densidade, agressão de animais dominantes, monotonia do ambiente, mutilação, baixa qualidade do ar, são fatores estressores que podem levar os animais a

redirecionar o seu comportamento natural para “vícios”, estereótipos ou comportamentos anômalos (Machado Filho & Hötzel, 2000).

Os fatores estressores não necessariamente influenciam a qualidade da carne, mas os animais sob estresse crônico ou severo têm, em geral, maior incidência de carne pálida, mole, exsudativa ou escura, firme e seca (Warriss et al., 1998; Van der Wal et al., 1999; Machado Filho, 2000).

À medida que a sociedade passa a reconhecer o sofrimento animal como um fator relevante, pode-se inferir ao bem-estar animal um valor econômico integrante dos cálculos de valor dos produtos de origem animal. Nas sociedades de demanda mais desenvolvida de bem-estar animal existem estudos detalhados do impacto que o padrão de bem-estar pode ter nas relações de custo benefício (Molento, 2005).

Atendendo o crescente interesse mundial em torno do bem-estar animal e às técnicas aplicadas aos animais de produção (Braun, 2000), a imunocastração é uma medida que evita o sofrimento e estresse causados pela castração cirúrgica.

## 11 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade é uma das técnicas de análise financeira empregadas para se medir o risco isolado de um investimento (Weston & Brigham, 2000). Esta análise usa um número de estimativas de retornos possíveis para obter uma percepção da variabilidade entre os resultados, envolvendo a estimativa de pessimista (pior), o mais provável (esperado) e o otimista (melhor). Sendo um método que fornece uma percepção do comportamento dos retornos econômicos, podendo ser utilizada como uma avaliação bruta dos riscos envolvidos (Gitman, 2000).

Neste contexto, realizou-se o presente estudo para avaliar o desempenho técnico-econômico de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. Os resultados obtidos foram abordados no artigo intitulado “**Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados**”, redigido conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia e adaptações as normas para elaboração de dissertações do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal.

## REFERÊNCIAS

- ABIPECS – Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína. **Principais destinos da carne suína brasileira jan/dez 2011**. Disponível em: <[http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/destinos/dados-anuais/DEZEMBRO\\_11\\_PRINCIPAIS\\_DESTINOS.pdf](http://www.abipecs.org.br/uploads/relatorios/mercado-externo/destinos/dados-anuais/DEZEMBRO_11_PRINCIPAIS_DESTINOS.pdf)> Acesso em: 30 jan. 2012.
- ARIMURA, A.; SATO, H.; KUMASAKA, T. et al. Production of antiserum to LH releasing hormone (LH-RH) associated with gonadal atrophy in rabbits: development of radioimmunoassay for LH-RH. **Endocrinology**, v.93, p.1092-1103, 1973.
- BABOL, J.; SQUIRES, J.; LUNDSTROM, K. Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.77, p.84-92, 1999.
- BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVET, C. et al. The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.14-20, 1994.
- BONNEAU, M.; SQUIRES, E.S. O uso de machos inteiros na produção de suínos. **Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**. Anais... p. 137-189, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acessado em: 6 nov. 2011.
- BRAUN, J.A. O bem-estar animal na suinocultura. **Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína**, Anais..., p.1-3, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acesso em: 6 nov. 2011.
- BROOKS, R.I.; PEARSON, A.M.; HOGBERG, M.G. et al. An immunological approach for prevention of boar odor in pork. **Journal of Animal Science**, v.62, p.1279-1289, 1986.
- CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. **Boletim do suíno**, n.17, p.1, 2012. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/CepeaBoletimSuino17.pdf>> Acesso em: 1 mai. 2012.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.676-686, 1988.
- CLARKE, I.; WALKER, J.; HENNESSY, D. et al. Inherent food safety of a synthetic gonadotropin-releasing factor (GnRF) vaccine for the control of boar taint in entire male pigs. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v.6, p.7-14, 2008.

- CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Custos de produção - Suínos - Série histórica**, 2012. Disponível em: [http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_03\\_02\\_10\\_40\\_16\\_suinos\\_uf\\_2011.xls](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_03_02_10_40_16_suinos_uf_2011.xls). Acesso em: 02 mai. 2012.
- CRONIN, G.M.; DUNSHEA, F.R.; BUTLER, K. et al. The effects of immuno-and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v.81, p.111-126, 2003.
- DIKEMAN, M.E. Effects of metabolic modifiers on carcass traits and meat quality. **Meat Science**, v.77, p.121-135, 2007.
- DUNSHEA, F.R.; BIDEN, R.S.; MOSS, B.A. et al. Immunization against gonadotropin releasing hormone inhibits testes growth in young boars. Pig Production IV, **Pig Science Association**, p.182, 1993.
- DUNSHEA, F.R.; COLANTONI, C.; HOWARD, K. 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.
- EFSA - European Food Safety Authority. **Welfare aspects of the castration of piglets**. Scientific Report of the Scientific Panel for Animal Health and Welfare on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets, 2004. Disponível em: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/91.pdf>. Acesso em: 22 jan. 2012.
- EMBRAPA – CNPSA - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Embrapa Suínos e Aves**. Sistema de produção, 2, 2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/nutricao.html> Acesso em: 6 nov. 2011.
- EMBRAPA – CNPSA – - Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Boas Práticas de produção de Suínos. Circular Técnica**, v.50 p.1, 2006. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/publicacao\\_k5u59t7m.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/publicacao_k5u59t7m.pdf). Acesso em: 1 de mai. 2012.
- FRASER, H.M. Antifertility effects of GnRH. **Journal of Reproduction Fertility**, v.64, p.503-515, 1982.
- FRASER, H.M.; GUNN, A.; JEFFCOAT, S.L. et al. Effect of active immunization to luteinizing hormone-releasing hormone on serum and pituitary gonadotropins, testes and accessory sex organs in male rat. **Endocrinology**, v.63, p.993-406, 1974.
- GIERSING, M., LUNDSTROM, K. and ANDERSSON, A. Social effects and boar taint: significance for production of slaughter boars (*Sus scrofa*). **Journal of Animal Science**, v.78, p.296–305, 2000.
- GITMAN, L.J. **Princípios da administração financeira essencial**, 2ª edição. Artmed® Editora S.A. p.207, 2000.

- HEMONIC, A.; COURBOULAY, V.; KUHN, G. et al. Evaluation of the safety, efficacy and production benefits of vaccination against boar taint in male pigs raised under commercial field conditions in France. **Revue Médecine Vétérinaire**, v.160, p.383-393, 2009.
- JAROS, P.; BÜRGI, E.; STÄRK, K.D.C. et al. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v.92, p.31–38, 2005.
- JENSEN, J.C. Consumer research on attitudes to vaccination against boar taint in Denmark. Proceedings of the 21st International Pig Veterinary Society Congress IPVS, **Anais...** p.1128, 2010.
- LEIDIG, M.S.; HERTRAMPF, B.; FAILING, K. Pain and discomfort in male piglets during surgical castration with and without local anaesthesia as determined by vocalisation and defence behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v.116, p.174-178, 2009.
- MACHADO FILHO, L.C.P. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão brasileira. 1ª. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade Carne Suína, **Anais eletrônicos...**, p.34-42, 2000. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acesso em: 15 jan. 2012.
- MACHADO FILHO, L.C.; HÖTZEL, M.J. Bem-estar dos suínos. **Seminário Internacional de Suinocultura. Anais...** p.70–82, 2000.
- MAPA – MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Autorização para o abate de suínos imunocastrados por meio de vacina. **Circular No. 001/2007/DICS/CGI/DIPOA**, 2007.
- METZ, C.; CLAUS, R. Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-I in plasma. **Livestock Production Science**, v.81, p.129–137, 2003.
- METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S. et al. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. **Livestock Production Science**, v.74, p.147-57, 2002.
- MOLENTO, C.F. Bem-estar e produção animal: aspectos econômicos. **Archives of Veterinary Science**, v.10, p.1-11, 2005.
- NOBLET, J.; SHI, X.S.; DUBOIS, S. Energy cost of standing activity in sows. **Livestock Production Science**, v.34, p.127-136, 1993.
- PATTERSON, R.L.S. 5 $\alpha$ -Androst-16-en-3-one: compound responsible for taint in boar taint. **Journal of Science Food Agriculture**, v.68, p.31, 1968.

- PAULY, C.; SPRING, P.; O'DOHERTY, J.V. et al. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac\_R ) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. **The Animal Consortium**, p.1057–1066, 2009.
- PFIZER® SAÚDE ANIMAL**, 2010. Disponível em: <<http://www.vacinavivax.com.br/sites/improvac/pt-BR/Pages/faq.aspx>>. Acesso em: 1 de maio de 2012.
- RIISPOA - Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**, BRASIL, Título I, Disposições Preliminares, Art. 121 e 172, 1952.
- ROLLIN, B.E. Farm animal welfare: social, bioethical, and research issues. **Iowa State University Press. Ames**. p.168, 1995.
- SHENOY, E.V.B.; DANIEL, M.J.; BOX, P.G. The boar taint steroid 5 $\alpha$ -androst-16-ene-3-one: an immunization trial. **Acta Endocrinology**, v.100, p.131-136, 1982.
- STEVENSON, P. Questões de bem-estar animal na criação intensiva de suínos na união européia. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade Carne Suína, **Anais eletrônicos...**, p.4-11, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acesso em: 15 jan. 2012.
- TONIETTI, A.P. **Avaliações do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado**. 2008. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- TRINDADE NETO, M.A.; LIMA, J.A.F.; FIALHO, E.T. et al. Farelo de glúten de Milho (FMG) para suínos em crescimento e terminação (desempenho). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.108-116, 1995.
- TURKSTRA, J.A.; ZENGT, X.Y.; VAN DIEPENT, J.T. et al. Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2953-2959, 2002.
- USDA – United States Department of Agriculture. **Foreign Agricultural Service**. 2012. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov>>. Acesso em: 30 jan. 2012.
- VAN DER WAL, P. G.; ENGEL, B.; REIMERT, H.G.M. The effect of stress, applied immediately before stunning, on pork quality. **Meat Science**, v.53, p.101-106, 1999.
- WALSTRA, P.; CLAUDI-MAGNUSSEN, C.; CHEVILLON, P. et al. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. **Livestock Production Science**, v.62, p.15-28, 1999.
- WARRISS, P.D. Exsanguination of animals at slaughter and the residual blood content of meat. **Veterinary Record**, v.22, p.292-295, 1984.

- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N. Bem-estar de suínos e qualidade da carne: uma visão britânica. 1ª. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade Carne Suína, **Anais eletrônicos...**, p.17-20, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acesso em: 15 jan. 2012.
- WARRISS, P.D.; BROWN, S.N.; EDWARDS, J.E. et al. Effect of lairage time on levels of stress and meat quality in pigs. **Animal Science**, v.66, p.255-261, 1998.
- WESTON, J.F.; BRIGHAM, E.F. **Fundamentos da administração financeira**. 10ª. edição p.580-581. São Paulo: Makron Books, 2000.
- WILLIAMSON, E.D.; PATTERSON, R.L.S.; BUXTON, E.R. et al. Immunization against 5a-androstenone in boars. **Livestock Production Science**, v.12, p.251, 1985.
- ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, K.H.; CHEN, G. et al. Effect of a Gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac<sup>TM</sup>) on steroid Hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.351-359, 2008a.
- ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMERB, L.; ANDERSSON, K.H. 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, 2008b.

### **Avaliação técnico-econômica de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados**

**RESUMO** – Realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o desempenho técnico-econômico e determinar a lucratividade, por meio da análise de sensibilidade econômica, de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados. Foram realizados dois experimentos, em delineamento inteiramente casualizado, composto por dois tratamentos (machos imuno e cirurgicamente castrados), com oito repetições de 10 animais cada, totalizando 160 suínos por experimento. Verificou-se que suínos não castrados apresentam menor consumo de ração e melhor conversão alimentar nas fases de crescimento em relação aos castrados cirurgicamente. Na fase de terminação, suínos imunocastrados apresentam melhor ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e porcentagem de carne magra em relação aos castrados cirurgicamente. A utilização de machos imunocastrados aumenta a lucratividade na produção de suínos. A análise de lucratividade diferencial entre suínos imuno e cirurgicamente castrados deve considerar todas as fases de criação, uma vez que o desempenho diferencial dos suínos não castrados na fase de crescimento influencia economicamente os resultados da produção.

**Palavras-chave:** análise de sensibilidade, carcaça, imunocastração, lucratividade, machos inteiros

## **Technical-economic evaluation of male pigs immunocastrated and surgically castrated**

**Abstract** – This study was conducted to evaluate the technical and economic performance and determine profitability through the economic sensitivity analysis of immunocastrated and male pigs surgically castrated. Two experiments were conducted in a completely randomized design, consisting of two treatments (surgically castrated males and immunocastrated) with eight replicates of 10 animals each, totaling 160 pigs per experiment. It was found that not castrated pigs have lower feed intake and feed conversion during the growth phases in relation to surgically castrated. In the finishing phases, immunocastrated pigs have better weight gain, feed conversion, carcass yield and lean meat percentage in relation to surgically castrated. The use of male immunocastrated increases the profitability in pig production. The analysis of profitability differential between immunocastrated and surgically castrated pigs should consider all stages of production, since the differential performance of not castrated pigs during growth influences economic results of production.

**Keywords:** sensitivity analysis, carcass, immunocastration, profitability, boars

## Introdução

A alimentação representa o maior custo na produção de suínos, correspondendo em média 65% do valor, chegando em 70 a 75% em condições desfavoráveis (EMBRAPA, 2003), tornando o custo da dieta e a conversão alimentar fatores determinantes para a lucratividade do negócio.

Suínos machos não castrados apresentam melhor conversão alimentar e carcaças mais magras do que os castrados cirurgicamente (Bonneau, 1998), porém a castração é necessária, devido às altas concentrações de androsterona e escatol acumuladas na gordura subcutânea e intramuscular de machos não castrados, que ocorrem durante o desenvolvimento e a maturidade sexual (Patterson, 1968).

A imunização contra o hormônio liberador de gonadotropina (GnRH) representa uma alternativa para inibir o desenvolvimento sexual (Dunshea et al., 1993; Bonneau et al., 1994), e possibilitando a produção de carcaças isentas de odores sexuais (Metz et al., 2002; Turkstra et al., 2002; Jaros et al., 2005).

A imunocastração é realizada por meio da aplicação de duas doses de uma vacina que contém um peptídeo sintético análogo do GnRH, induzindo a formação de anticorpos contra o GnRH, que se ligam ao GnRH endógeno bloqueando o estímulo a secreção do hormônio folículo estimulante (FSH) e do hormônio luteinizante (LH), causando redução da secreção de esteróides testiculares, incluindo androsterona (Zamarastkaia et al., 2008a, Zamarastkaia et al., 2008b).

Suínos castrados imunologicamente apresentam melhor eficiência alimentar e carcaças mais magras que suínos machos castrados (Pauly et al., 2009; Moraes et al., 2010). Também se observa a redução da frequência de montas e do comportamento agressivo dos machos imunocastrados quando comparados aos não castrados (Cronin et al., 2003; Rydhmer et al., 2010).

Atendendo ao crescente interesse mundial em torno do bem-estar animal (Braun, 2000), a imunocastração pode reduzir o sofrimento e estresse causados pela castração cirúrgica. Além disso, o consumo da carne de suínos imunocastrados é seguro, não apresentando riscos para a saúde humana (Clarke et al., 2008).

Em vista dos benefícios que a imunocastração pode oferecer à suinocultura, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar o desempenho técnico-econômico e determinar a lucratividade, por meio da análise de sensibilidade econômica, de suínos machos imuno e cirurgicamente castrados.

### **Material e Métodos**

O estudo foi realizado na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande/MS. Foram realizados dois experimentos com suínos machos imunocastrados (IM) e castrados cirurgicamente (MC), da mesma linhagem genética.

No experimento 1, foram utilizados 160 suínos (80 IM e 80 MC), avaliados dos 94,99 ±5,96 kg aos 124,22 ±5,08 kg (IM) e 96,78 ±5,22 kg aos 121,38 ±4,94 kg (MC). No experimento 2, foram utilizados 160 suínos (80 IM e 80 MC), avaliados dos 27,86 ±1,00 kg aos 118,91 ±5,30 kg (IM) e 27,19 ±1,00 kg aos 110,06 ±3,56 kg (MC). Em cada experimento, os animais foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois tratamentos (IM e MC), com dez repetições e oito animais cada.

As dietas experimentais foram elaboradas seguindo as recomendações propostas por Rostagno et al. (2005), para suínos machos castrados de alto potencial genético e

desempenho superior. As dietas foram fornecidas a vontade aos animais durante todo o período experimental.

Nos dois experimentos os protocolos de castração e imunocastração adotados foram os mesmos, em que os animais castrados cirurgicamente foram submetidos à orquiectomia até o sétimo dia de vida. Para a obtenção dos suínos imunocastrados, os machos receberam duas doses de vacina anti-GnRH, via subcutânea, 60 e 30 dias pré-abate.

As variáveis analisadas foram as de desempenho (peso final, consumo de ração diário, ganho de peso diário e conversão alimentar) e as características quantitativas de carcaça (peso e rendimento de carcaça quente e percentual de carne magra).

Para a avaliação econômica, as variáveis utilizadas foram o custo das dietas (R\$/kg), custo da imunocastração, preço do suíno vivo (R\$/kg), receita de bonificação (R\$) e lucro bruto (R\$). As equações de custo da dieta foram:

$$\text{Custo da dieta (R\$ Dieta)} = (\text{Consumo}) * (\text{R\$/kg da dieta}) * (\text{Período}).$$

Mediante consulta comercial, o preço obtido para a dose da vacina foi de R\$ 5,00. Considerando que são necessárias duas doses por animal, o custo da imunocastração foi considerado R\$ 10,00/cabeça.

O Custo Total (CT) foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\text{CT} = (\text{R\$ Dieta}) + (\text{Custo da Imunocastração}).$$

Para a obtenção da receita pelo sistema de bonificação (BF) foi utilizada a equação proposta por Guidoni (2000):

Receita BF =  $\text{R\$/PV} * [(\text{PCarc}/\% \text{Rend}) * (23,6 + 0,286 * \text{PCarc} + \% \text{CarnM})]$ , onde:  
 R\$/PV = preço pago ao produtor por quilograma de suíno vivo; PCarc = peso de carcaça; %Rend = percentual de rendimento de carcaça e %CarnM = percentual de carne magra da carcaça.

Uma vez obtidas as equações, receitas e custos, a diferença entre elas resultou no lucro bruto de cada sistema, considerado o cenário padrão do mercado. Não foram computados os demais custos por serem considerados iguais para a produção tanto de animais imuno como cirurgicamente castrados.

A diferença entre machos IM e MC foi obtida através da seguinte fórmula:

$$\text{Diferença (IM-MC)} = \text{Lucro bruto IM} - \text{Lucro bruto MC.}$$

A diferença percentual foi obtida através da fórmula:

$$\text{Diferença \% (IM-MC)} = \text{Diferença (IM-MC)} / \text{Lucro bruto MC.}$$

Após a determinação dos resultados das equações, realizou-se a análise de sensibilidade, pressupondo a construção de três cenários: mais provável (M); Otimista (O); Pessimista (P) e denominada análise MOP (Gitman, 2000). Esses cenários foram idealizados de acordo com a oscilação do custo da dieta, receita obtida com a bonificação de carcaça e custo da vacina.

A variação utilizada no custo da dieta foi de 10%, valor estabelecido de acordo com a média variação de preços dos principais ingredientes das dietas (milho e farelo de soja) durante o ano de 2011 (Figura 9), obtida através do indicador de preços CEPEA (2011).

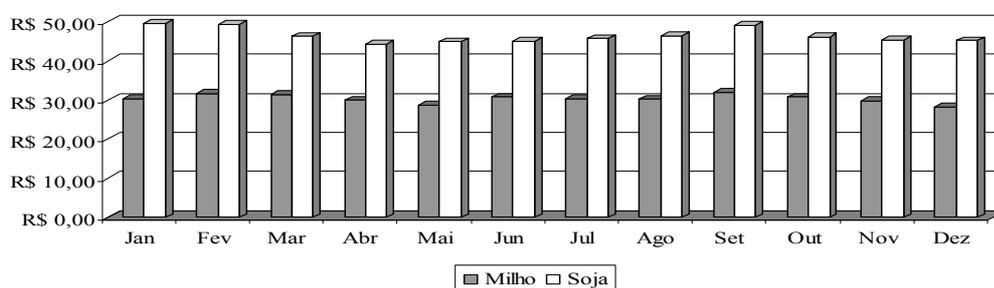


Figura 10. Preços médios do milho e do farelo de soja, pago à vista no estado de São Paulo no ano de 2011 em R\$/kg (adaptado do CEPEA, 2011).

A variação na receita de bonificação foi obtida através da média dos indicadores de preços do suíno vivo (2,40 R\$/kg), pago ao produtor no decorrer do ano de 2011, em quatro estados (São Paulo, Minas Gerais, Santa Catarina e Rio Grande do Sul), sendo observada uma variação média de 19% (CEPEA, 2011). Para composição da variação de custos no valor da vacina, optou-se por uma oscilação de 10% no preço.

O cenário mais provável reflete o cenário padrão da produção em 2011. Para o cenário pessimista foi utilizado aumento no custo de alimentação de 10%, queda na receita de bonificação de 19% e aumento do custo da imunocastração de 10%, em relação ao cenário mais provável. No cenário otimista, aplicou-se um decréscimo de 10% no custo de alimentação e aumento de 19% na receita de bonificação e decréscimo no custo da imunocastração de 10% (Tabela 1). Os modelos e equações utilizadas permitem a atualização dos custos a qualquer momento.

Tabela 1. Variação de custos de acordo com os cenários por animal

Receitas e Custos	Mais Provável	Otimista	Pessimista
Experimento 1 – dieta terminação, R\$/kg	0,57	0,51	0,63
Experimento 2 – dieta crescimento I, R\$/kg	0,64	0,58	0,70
Experimento 2 – dieta crescimento II, R\$/kg	0,63	0,56	0,69
Experimento 2 – dieta terminação, R\$/kg	0,61	0,55	0,67
Imunocastração, R\$/dose	5,00	4,50	5,50
Preço suíno vivo, R\$/kg	2,40	2,86	1,94

Os dados zootécnicos foram submetidos à análise de co-variância a 5% de probabilidade, considerando o peso inicial como co-variável, utilizando o procedimento GLM do programa estatístico SAS versão 9.1.

## Resultados e Discussão

No experimento 1 (Tabela 2), os suínos IM apresentaram melhor ( $P \leq 0,05$ ) ganho de peso, conversão alimentar, percentual de carne magra e rendimento de carcaça em relação aos suínos MC. As demais variáveis de desempenho e de características de carcaça não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) nas categorias avaliadas.

Tabela 2. Desempenho de suínos imuno e cirurgicamente castrados na fase de terminação (Experimento 1)

Variáveis	Terminação		Valor P	CV (%)
	IM	MC		
Peso inicial, kg	94,99	96,78	-	-
Peso final, kg	124,22	121,38	0,148	3,07
Consumo de ração diário, kg	3,43	3,28	0,391	10,67
Ganho de peso diário, kg*	0,97	0,81	0,026	14,40
Conversão alimentar*	3,60	4,27	0,050	16,05
Peso de carcaça quente, kg	105,82	103,76	0,194	7,44
Rendimento de carcaça, %*	85,93	84,94	0,002	1,39
Comprimento de carcaça, cm	101,50	100,75	0,649	2,17
Espessura de toucinho, mm	11,17	14,50	0,114	19,21
Profundidade de músculo, cm	64,50	61,92	0,275	4,72
Carne magra, %*	58,93	57,47	0,040	2,29

IM (machos imunocastrados), MC (machos castrados cirurgicamente).

\*Efeito significativo ( $P < 0,05$ )

No experimento 2 (Tabela 3), na fase crescimento I, os suínos IM apresentaram melhor ( $P < 0,05$ ) conversão alimentar em relação aos MC, enquanto as demais variáveis avaliadas não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pelas categorias avaliadas. Na fase de crescimento II, os suínos MC apresentaram menor ( $P \leq 0,05$ ) consumo de ração diário em relação aos IM, porém as demais variáveis não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ).

Tabela 3. Desempenho de suínos imuno e cirurgicamente castrados nas fases crescimento I e II e terminação (experimento 2)

Variáveis	Crescimento I		Valor P	CV (%)
	IM	MC		
Peso inicial, kg	27,86	27,19	-	-
Peso final, kg	58,87	56,93	0,187	4,80
Consumo de ração diário, kg	1,65	1,78	0,196	11,32
Ganho de peso diário, kg	0,78	0,75	0,461	11,62
Conversão alimentar*	2,12	2,37	0,050	11,20
	Crescimento II		Valor P	CV (%)
	IM	MC		
Peso final, kg	81,55	79,89	0,198	3,76
Consumo de ração diário, kg*	2,02	2,20	0,031	9,55
Ganho de peso diário, kg	0,80	0,82	0,667	13,51
Conversão alimentar	2,54	2,72	0,144	11,22
	Terminação		Valor P	CV (%)
	IM	MC		
Peso final, kg*	118,91	110,06	0,002	3,94
Consumo de ração diário, kg	3,34	3,23	0,405	7,50
Ganho de peso diário, kg*	1,03	0,82	0,017	16,13
Conversão alimentar*	3,26	4,18	0,025	19,48
Peso de carcaça quente, kg*	93,55	88,68	0,015	3,83
Rendimento de carcaça, %*	82,94	84,23	0,026	1,28
Comprimento de carcaça, cm*	100,25	96,80	0,006	2,14
Espessura de toucinho, mm*	8,75	11,20	0,023	19,19
Profundidade de músculo, cm	67,43	65,04	0,375	7,89
Carne magra, %*	61,67	60,01	0,014	1,91

IM (machos imunocastrados), MC (machos castrados cirurgicamente).

\* Efeito significativo ( $P < 0,05$ )

Na fase de terminação, os suínos IM apresentaram maiores ( $P \leq 0,05$ ) peso final e ganho de peso diário e menor ( $P \leq 0,05$ ) conversão alimentar, bem como maiores ( $P \leq 0,05$ ) peso de carcaça e rendimento de carcaça quente, comprimento de carcaça, espessura de toucinho e percentagem de carne magra, em relação aos castrados cirurgicamente. Por sua vez, o consumo de ração diário e a profundidade de músculo não foram influenciados ( $P > 0,05$ ) pelas categorias avaliadas.

Como os animais imunocastrados conservam as características positivas e normais de crescimento de machos não castrados durante as fases crescimento I e de crescimento II, uma vez que o efeito inibidor da secreção de esteróides testiculares começará a partir da aplicação da segunda dose da vacina, 30 dias antes do abate, era esperada a melhor eficiência alimentar dos suínos imunocastrados em relação aos castrados cirurgicamente. O resultado obtido neste estudo está de acordo com os resultados disponíveis na literatura (Knudson et al., 1985; Bonneau et al., 1994; Xue et al., 1997) em que se constata superioridade absoluta da eficiência alimentar dos machos não castrados em relação aos castrados.

Diversos pesquisadores (Turkstra et al., 2002; Jaros et al., 2005; Pauly et al., 2009) relataram o aumento do consumo de ração diário na fase de terminação dos animais imunocastrados. Porém, no presente estudo não foram constatadas diferenças ( $P>0,05$ ) entre os grupos testados para esse parâmetro. O aumento do consumo de ração era esperado nesta fase devido a redução do nível plasmático de testosterona (Campbell & Taverner, 1988), sendo a produção de testosterona e o consumo de ração negativamente correlacionados em suínos machos não castrados (Weiler et al., 1996).

Os melhores resultados no rendimento de carcaça e na percentagem de carne magra nos experimentos 1 e 2 para os animais imunocastrados também foram observados por outros autores (Xue et al., 1997; Pauly et al., 2009). Como a gonadectomia leva a drástica redução da síntese dos esteróides gonadais (Claus et al., 1994), modificando o potencial anabólico do suíno, afetando sua performance de crescimento e composição da carcaça, os imunocastrados mantêm este potencial anabólico por mais tempo (Metz & Claus, 2003).

Não foi constatada diferença ( $P>0,05$ ) no experimento 1, para peso final e peso de carcaça quente, assim como relatado por Fuchs et al. (2010). No experimento 2,

observou-se melhor desempenho ( $P < 0,05$ ) dos animais imunocastrados em várias variáveis indicadoras de qualidade de carcaça, como: maior peso de carcaça quente, comprimento de carcaça e menor espessura de toucinho, resultado que está de acordo com Bonneau et al. (1994).

A partir das variações de custo de acordo com os cenários, a projeção da lucratividade dos sistemas de produção foi calculada, comparando os resultados entre os machos imuno e cirurgicamente castrados, com base na receita obtida pelo sistema de bonificação e os custos com a alimentação e a imunocastração.

Na análise de sensibilidade para o cenário mais provável (Tabela 4), no experimento 1, os animais IM apresentaram maior lucro bruto, resultando numa diferença monetária de R\$ 1,07 (0,04%) em relação ao grupo MC. No experimento 2, a lucratividade dos animais IM em relação aos MC foi superior aquela observada no experimento 1, em que o lucro bruto dos suínos IM apresentou superioridade de R\$ 22,39 (16,98%) em relação ao dos MC.

Tabela 4. Análise de sensibilidade para o cenário mais provável por animal

Receita e Custos Mais Provável	Experimento 1		Experimento 2	
	IM	MC	IM	MC
Receita de bonificação, R\$	336,26	322,63	303,25	275,35
Custo dieta crescimento (fase I), R\$	-	-	42,24	45,57
Custo dieta crescimento (fase II), R\$	-	-	35,63	38,81
Custo dieta terminação, R\$	58,65	56,09	61,12	59,11
Custo total da dieta, R\$	58,65	56,09	138,99	144,57
Custo da imunocastração, R\$	10,00	-	10,00	-
Custo total, R\$	68,65	56,09	148,99	143,49
Lucro bruto, R\$	267,61	266,54	154,26	131,87
Diferença monetária (IM-MC), R\$		1,07		22,39
Diferença relativa (IM-MC), %		0,04		16,98

IM (machos imunocastrados), MC (machos castrados cirurgicamente).

Desta maneira ficou evidenciado o efeito do ganho acumulado durante as três fases da produção, uma vez que o desempenho zootécnico dos animais IM foi melhor desde a fase de crescimento I, com melhor conversão alimentar, menor consumo e, conseqüentemente, menor custo de alimentação.

Na análise de sensibilidade para o cenário otimista (Tabela 5), os resultados seguiram o mesmo padrão do cenário mais provável. No experimento 1, ocorreu uma diferença maior no lucro bruto para os animais IM, resultando numa diferença monetária de R\$ 4,92 (1,47%) em relação ao grupo MC. No experimento 2, a lucratividade dos animais IM em relação aos MC foi superior aquela observada no experimento 1, em que o lucro bruto dos suínos IM apresentou superioridade de R\$ 28,25 (14,23%) em relação aos MC. A maior diferença monetária no cenário otimista em relação ao mais provável pode estar relacionada ao potencial diferencial de eficiência alimentar dos machos não castrados nas fases de crescimento I e II em relação aos castrados cirurgicamente (Xue et al., 1997).

Tabela 5. Análise de sensibilidade para o cenário otimista por animal

Receita e Custos Otimista	Experimento 1		Experimento 2	
	IM	MC	IM	MC
Receita de bonificação, R\$	400,15	383,93	360,87	327,67
Custo dieta crescimento (fase I), R\$	-	-	38,02	41,01
Custo dieta crescimento (fase II), R\$	-	-	32,07	34,93
Custo dieta terminação, R\$	52,79	50,48	55,01	53,20
Custo total da dieta, R\$	52,79	50,48	125,10	129,14
Custo da imunocastração, R\$	9,00	-	9,00	-
Custo total, R\$	61,79	50,48	134,10	129,14
Lucro bruto, R\$	338,36	333,45	226,76	198,53
Diferença monetária (IM-MC), R\$		4,92		28,25
Diferença (IM-MC) %		1,47		14,23

IM (machos imunocastrados), MC (machos castrados cirurgicamente).

Na análise de sensibilidade para o cenário pessimista (Tabela 6), no experimento 1 o lucro bruto dos animais IM não foi maior que o do grupo MC, resultando numa diferença monetária de (-) R\$ 2,78 (-1,39%), diferente do observado nos cenários mais provável e otimista, isto se deve ao fato de que no cenário pessimista ocorreu diminuição na receita de bonificação devido a redução no preço pago ao suíno vivo (R\$/kg), diminuindo a diferença na receita entre os grupos IM e MC, associado ao aumento no custo da vacina.

No experimento 2 a lucratividade dos animais IM em relação aos MC foi superior aquela observada no experimento 1, em que o lucro bruto dos suínos IM apresentou superioridade de R\$ 16,54 (25,37%) em relação aos MC. Este resultado evidencia a importância de analisar todo o processo de produção, pois os ganhos obtidos nas fases de crescimento I e II influenciaram diretamente no lucro bruto.

Tabela 6. Análise de sensibilidade para o cenário pessimista por animal

Receita e Custos Pessimista	Experimento 1		Experimento 2	
	IM	MC	IM	MC
Receita de bonificação, R\$	272,37	261,33	245,64	223,03
Custo dieta crescimento (fase I), R\$	-	-	46,46	50,12
Custo dieta crescimento (fase II), R\$	-	-	39,20	42,69
Custo dieta terminação, R\$	64,52	61,70	67,23	65,02
Custo total dieta, R\$	64,52	61,70	152,89	157,83
Custo da imunocastração, R\$	11,00	-	11,00	-
Custo total, R\$	75,52	61,70	163,89	157,83
Lucro bruto, R\$	196,85	199,63	81,74	65,20
Diferença monetária (IM-MC), R\$		-2,78		16,54
Diferença (IM-MC), %		-1,39		25,37

IM (machos imunocastrados), MC (machos castrados cirurgicamente).

A maior lucratividade para os animais imunocastrados do experimento 2, no cenário pessimista em relação aos demais cenários, pode ser explicada principalmente pelo aumento do custo da dieta, variável que representa a maior parte dos custos, em média 70% dos custos de produção (Embrapa, 2003).

No presente estudo, os animais imunocastrados apresentaram significativamente melhor conversão alimentar na fase de crescimento I, menor consumo de ração na fase crescimento II, melhor conversão alimentar e maior ganho de peso diário na fase de terminação, a relação de troca (kg de suíno por kg de ração) foi menor, impactando diretamente na diminuição dos custos e aumentando a lucratividade.

Mesmo em condições de mercado desfavoráveis a imunocastração se mostra mais lucrativa, diminuindo os custos com a alimentação, desde que as fases de crescimento I e II, sejam incorporadas nos cálculos.

As diferenças de custos entre os sistemas de produção dos animais IM e MC ocorreu, no presente estudo, sobre o consumo de ração diário e o custo de aquisição da vacina. Como os animais do grupo IM permanecem não castrados durante as fases de crescimento I e II, apresentaram consumo superior aos MC, porém, este custo é compensado financeiramente devido ao melhor desempenho zootécnico.

Por sua vez, o custo da vacina implica diretamente no custo de produção dos animais IM, em que a redução no custo da vacina aumenta o ganho por cabeça. Considerando uma redução de 10% (R\$ 1,00) sobre o custo da imunocastração, para um produtor com média de abate de 1.000 cabeças/mês poderia representar um lucro adicional de R\$ 1.000,00.

Desta maneira, a medida que a vacina apresente redução do valor e se torne economicamente mais viável, associado a adequação dos matadouros para receberem suínos imunocastrados e a ampla difusão do conhecimento sobre as vantagens da prática

da imunocastração no setor suinícola em relação a castração cirúrgica, a adoção dessa tecnologia será uma realidade na produção brasileira de carne suína.

### **Conclusões**

Suínos não castrados apresentam menor consumo de ração e melhor conversão alimentar nas fases de crescimento em relação aos castrados cirurgicamente. Na fase de terminação, suínos imunocastrados apresentam melhor ganho de peso, conversão alimentar, rendimento de carcaça e porcentagem de carne magra em relação aos castrados cirurgicamente.

A utilização de machos imunocastrados aumenta a lucratividade na produção de suínos. A análise de lucratividade diferencial entre suínos imuno e cirurgicamente castrados deve considerar todas as fases de criação, uma vez que o desempenho diferencial dos suínos não castrados na fase de crescimento influencia economicamente os resultados da produção.

## Referências

- BONNEAU, M. Use of entire males for pig meat in the European Union. **Meat Science**, v.49, p.S257–S272, 1998.
- BONNEAU, M.; DUFOUR, R.; CHOUVET, C. et al. The effects of immunization against luteinizing hormone-releasing hormone on performance, sexual development, and levels of boar taint-related compounds in intact male pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.14-20, 1994.
- BRAUN, J.A. O bem-estar animal na suinocultura. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade Carne Suína, **Anais eletrônicos...** p.1-3, 2000. Disponível em: <[http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_portugues.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_portugues.pdf)> Acesso em: 6 nov. 2011.
- CAMPBELL, R.G.; TAVERNER, M.R. Genotype and sex effects on the relationship between energy intake and protein deposition in growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.66, p.676–686, 1988.
- CEPEA- CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA - ESALQ/USP. **Boletim do suíno**. n.16, p.2, 2011. Disponível em:<<http://www.cepea.esalq.usp.br/comunicacao/CepeaBoletimSuino14.pdf>> Acesso: 6 dez. 2011.
- CLARKE, I.; WALKER, J.; HENNESSY, D. et al. Inherent food safety of a synthetic gonadotropin-releasing factor (GnRF) vaccine for the control of boar taint in entire male pigs. **International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, v.6, p.7-14, 2008.
- CLAUS, R.; WEILER, U.; HERZOG A. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar: review with experimental data. **Meat Science**, v.38, p.289–305, 1994.
- CRONIN, G.M.; DUNSHEA, F.R.; BUTLER, K. et al. The effects of immuno-and surgical-castration on the behaviour and consequently growth of group-housed, male finisher pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v.81, p.111-126, 2003.
- DUNSHEA, F.R.; BIDEN, R.S.; MOSS, B.A. et al. Immunization against gonadotropin releasing hormone inhibits testes growth in young boars. **Pig Production IV, Pig Science Association**, p.182, 1993.
- EMBRAPA – CNPSA -Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves (Concórdia, SC). **Embrapa Suínos e Aves**. Sistema de produção, 2, 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SPSuinos/nutricao.html>> Acesso em: 6 nov. 2011.
- FUCHS, T.; NATHUES, H.; KOEHRMANN, A. et al. A comparison of the carcass characteristics of pigs immunized with a gonadotrophinreleasing factor (GnRF)

vaccine against boar taint with physically castrated pigs. **Proceedings of the 21st International Pig Veterinary Society Congress**, v.,p.1132, 2010

GITMAN, L.J. **Princípios da administração financeira essencial**, 2ª edição. Artmed® Editora S.A. p.207, 2000.

GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína, **Anais eletrônicos...**, p.221-234 2000. Disponível em: [http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc\\_publicacoes/anais00cv\\_guidoni\\_pt.pdf](http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_publicacoes/anais00cv_guidoni_pt.pdf) Acesso em: 6 nov. 2011.

JAROS, P.; BÜRGUI, E.; STÄRK, K.D.C. et al. Effect of active immunization against GnRH on androstenone concentration, growth performance and carcass quality in intact male pigs. **Livestock Production Science**, v.92, p.31–38, 2005.

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

KNUDSON, B.K.; HOBERG, M.G.; MERKEL, R.A. et al. Developmental comparisons of boars and barrows: I. Growth Rate, Carcass and Muscle Characteristics. **Journal of Animal Science**, v.61, p.789-796, 1985.

METZ, C.; CLAUS, R. Active immunization of boars against GnRH does not affect growth hormone but lowers IGF-I in plasma. **Livestock Production Science**, v.81, p.129–137, 2003.

METZ, C.; HOHL, K.; WAIDELICH, S. et al. Active immunization of boars against GnRH at an early age: consequences for testicular function, boar taint accumulation and N-retention. **Livestock Production Science**, v.74, p.147-57, 2002.

MORAES, E.; KIEFER, C.; SILVA, I.S. RactopalMna em dietas para suínos machos imunocastrados, castrados e fêmeas. **Ciência Rural**, v.40, p.409-414, 2010.

PATTERSON, R.L.S. 5 $\alpha$ -Androst-16-en-3-one: compound responsible for taint in boar taint. **Journal Science Food Agriculture**, v.68, p.31, 1968.

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

RYDHMER, L.; LUNDSTROM, K.; ANDERSSON, K. Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. **The Animal Consortium**, v.4, p.965–972, 2010.

SANTOS, A.P; KIEFER, C.; MARTINS, L.P. et al. Restrição alimentar para suínos machos castrados e imunocastrados em terminação. **Ciência Rural**, v.42, p.147-153, 2012.

- TONIETTI, A.P. **Avaliações do desempenho zootécnico, qualidade da carcaça e carne em suíno macho inteiro imunocastrado**. 2008. Dissertação (Mestrado Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- TURKSTRA, J.A.; ZENGT, X.Y.; VAN DIEPENT, J.T. et al. Performance of male pigs immunized against GnRH is related to the time of onset of biological response. **Journal of Animal Science**, v.80, p.2953–2959, 2002.
- 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.
- XUE, J.L.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E. Performance, carcass, and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. **Swine Health and Production**, v.5, p.21-28, 1997.
- ZAMARATSKAIA, G.; ANDERSSON, K.H.; CHEN, G. et al. Effect of a Gonadotropin-releasing hormone vaccine (Improvac<sup>TM</sup>) on steroid Hormones, boar taint compounds and performance in entire male pigs. **Reproduction in Domestic Animals**, v.43, p.351-359, 2008a.
- ZAMARATSKAIA, G.; RYDHMER, B.L.; ANDERSSON, K.H. 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, 2008b.