

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

**NÍVEIS DE RACTOPAMINA NAS DIETAS DE SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS NA FASE DE TERMINAÇÃO**

RACTOPAMINE LEVELS IN DIET FOR FINISHING BORROWS

Josilene Figueiredo Sanches

**CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL – BRASIL
FEVEREIRO 2009**

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

**NÍVEIS DE RACTOPAMINA NAS DIETAS DE SUÍNOS
MACHOS CASTRADOS NA FASE DE TERMINAÇÃO**

RACTOPAMINE LEVELS IN DIET FOR FINISHING BORROWS

Josilene Figueiredo Sanches
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Charles Kiefer

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
FEVEREIRO 2009**

*“Nunca deixe que lhe digam que não vale a pena
acreditar nos sonhos que se tem, ou que seus
planos nunca vão dar certo ou que você nunca vai
ser alguém... Se você quiser alguém em quem
confiar, confie em si mesmo, quem acredita
sempre alcança...”*

Renato Russo

A minha família, em especial aos meus pais Francisco e Dorildes e ao meu esposo Jedielson, por todo apoio, carinho e incentivo que me deram ao longo de todo esse tempo, e especialmente por todo o amor que me dedicaram.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela vida e pela oportunidade de realização dos meus sonhos;

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado do Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela bolsa de estudo durante o curso e pelo apoio financeiro necessário à realização do projeto;

À empresa Ouro Fino, pelo apoio durante os experimentos;

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 amizade, orientação e apoio em toda minha formação profissional;

Ao Professor Alfredo Sampaio Carrijo, pela amizade, companheirismo e apoio durante a realização deste trabalho;

À todos os estagiários dos cursos de Zootecnia e Medicina Veterinária da UFMS, em especial à Camilla Mendonça, Clariana Nantes, Mohammed Luz e Alexandre Pereira, pela ajuda que me deram durante a execução dos trabalhos. Agradeço não só pelo trabalho, mas pela amizade de cada um de vocês;

À todos os meus colegas de Mestrado especialmente à Mariana Moura e Elizangela Silva, pela amizade e pelo apoio na condução dos experimentos;

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

LISTA DE FIGURAS

	“Página”
Figura 1 - Estrutura química da epinefrina e norepinefrina .....	.....03
Figura 2 - Estrutura química da ractopamina.....	.....03
Figura 3 - Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos.....	.....05

LISTA DE TABELAS

	“Página”
Tabela 1 – Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais (conforto térmico).....	.....21
Tabela 2 – Desempenho de suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina.....	.....23
Tabela 3 – Características de carcaça de suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina.....	.....25
Tabela 4 – Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais (estresse por calor).....	.....34
Tabela 5 – Desempenho de suínos em terminação mantidos em ambiente de estresse térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina.....	.....36
Tabela 6 – Características de carcaça de suínos em terminação mantidos em ambiente de estresse térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina.....	.....39
Tabela 7 – Pesos relativos dos órgãos e comprimento de intestino delgado de suínos machos castrados suplementados com ractopamina e submetidos a estresse por calor.....	.....40

SUMÁRIO

	“Página”
INTRODUÇÃO.....	01
1 Mecanismo de Ação da Ractopamina.....	02
2 Ractopamina e Desempenho.....	06
3 Ractopamina e Características de Carcaça	07
4 Ractopamina e Qualidade da Carne Suína.....	09
5 Ractopamina e Meio Ambiente.....	10
6 Segurança Quanto ao Uso da Ractopamina.....	11
7 Ractopamina e Níveis de Lisina na Ração.....	11
8 Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho de Suínos.....	12
REFERÊNCIAS.....	14
NÍVEIS DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE CONFORTO TÉRMICO.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Materiais e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	22
Conclusões.....	27
Literatura citada.....	27
NÍVEIS DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS MACHOS CASTRADOS EM TERMINAÇÃO MANTIDOS EM AMBIENTE DE ESTRESSE TÉRMICO.....	30
Resumo.....	30
Abstract.....	31
Introdução.....	32
Materiais e Métodos.....	33
Resultados e Discussão.....	35
Conclusões.....	41
Literatura citada.....	41
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	44

NÍVEIS DE RACTOPAMINA NAS DIETAS DE SUÍNOS MACHOS CASTRADOS NA FASE DE TERMINAÇÃO

Resumo – A suinocultura no Brasil passou a ser nos últimos anos, uma atividade altamente dinâmica, pois o consumidor está ficando cada vez mais exigente principalmente com relação ao produto que consome. Este fato, associado à necessidade do produtor em se manter na atividade, fizeram com que as pessoas envolvidas na cadeia suinícola estivessem em constante aprendizagem e na busca de novas tecnologias nas mais diversas áreas, principalmente na nutrição animal. Um dos objetivos buscados tanto pelos consumidores quanto pelos produtores é a redução na quantidade de gordura produzida na carcaça dos suínos e aumento na produção de carne, pois assim há melhora na rentabilidade, redução nos custos de produção além de atender as exigências do mercado por um produto mais saudável. Atualmente, o desenvolvimento de linhagens genéticas magras, de crescimento rápido e mais eficiente combinado com a adoção de novas tecnologias, principalmente as relacionados com a nutrição, tem resultado em aumento do peso ao abate sem prejuízo do teor de tecido magro na carcaça e na eficiência alimentar. Os repartidores de energia beta-adrenérgicos como, por exemplo, a ractopamina, vêm ganhando grande destaque dentre os aditivos alimentares utilizados com esta finalidade. Este aditivo possui a capacidade de atuar modificando os padrões de deposição de tecidos muscular e adiposo sem, no entanto afetar a deposição dos demais tecidos do organismo animal. Além de benefícios relacionados com o desempenho e características de carcaça, os animais que recebem a ractopamina na dieta não apresentam alterações sobre a qualidade da carne e subprodutos dela resultantes. Embora existam muitos trabalhos avaliando as respostas do uso da ractopamina para animais em fase de terminação, tem-se constatado que estes estudos são realizados geralmente em situações de conforto térmico para esses animais. No entanto, sabe-se que no estado de Mato Grosso do Sul são registradas altas temperaturas durante praticamente o ano todo, sendo de extrema importância avaliar o efeito da ractopamina sobre os suínos quando submetidos a estas condições climáticas. Neste contexto, realizou-se o presente estudo para avaliar diferentes níveis de inclusão de ractopamina na dieta de suínos em terminação mantidos em diferentes ambientes térmicos. Foram realizados dois experimentos com duração de 28 dias cada. Em ambos foram avaliados os mesmos níveis de inclusão de ractopamina na dieta (0, 5, 10 e 20 ppm), diferindo apenas com relação ao ambiente térmico. No primeiro experimento os animais foram mantidos em conforto térmico, e constatou-se efeito linear dos níveis de ractopamina sobre o ganho de peso diário e a conversão alimentar. Para as características quantitativas de carcaça,

observou-se redução linear da espessura de toucinho e aumento da profundidade de músculo e da porcentagem de carne magra na carcaça de acordo com o aumento dos níveis de ractopamina na dieta. Conclui-se que, em situações de conforto térmico, o nível ótimo de inclusão do aditivo na dieta é de 20 ppm. No segundo experimento, os animais foram mantidos em ambiente de estresse por calor e observou-se redução linear da conversão alimentar e aumento linear no ganho de peso diário e peso final dos animais suplementados. Porém, as características de carcaça avaliadas não foram influenciadas pela inclusão de ractopamina na dieta. Observou-se ainda aumento no peso do fígado e rins naqueles animais que receberam o aditivo, não observando-se efeito sobre os demais órgãos. Conclui-se que, para suínos sob estresse por calor, para as variáveis de desempenho, o nível ótimo de inclusão é de 20 ppm de ractopamina.

Palavras-chave: aditivo, beta-agonistas, carcaça, desempenho, respostas fisiológicas, suíno.

RACTOPAMINE LEVELS IN DIET FOR FINISHING BORROWS

Abstract – The swine production in Brazil has become in recent years, a highly dynamic activity, because the consumer is getting increasingly demanding especially with respect to the product it consumes. This fact, coupled with the need for the producer to remain in business, have meant that people involved in the chain pig were in constant learning and the search for new technologies in several areas, mostly in animal nutrition. One of the objectives pursued by both consumers as the producers, is to reduce the amount of fat produced in pig carcass and increase meat production, so there is improvement in profitability, reduction of production costs in addition to meet the demands of the market by a healthy product. Currently, the development of thin genetic lineages, fast and most efficient growing combined with the adoption of new technologies, especially those related to nutrition, has resulted in increase in slaughter weight without prejudice to the content of lean tissue in carcass and feed efficiency. The energy distribution beta-adrenergic such as ractopamine, are gaining prominence among large food additives used for this purpose. This additive has the ability to serve the changing patterns of deposition of muscle and adipose tissue without affect the deposition of other animal tissues. In addition to benefits associated with performance and carcass characteristics, the animal receiving ractopamine in diet did not show changes on meat quality and by products resulting. Although there are many studies evaluating the responses to the use of ractopamine to finishing animals, has been found that these studies are usually conducted in situation of thermal comfort. However, it is known that the state of Mato Grosso do Sul are recorded high temperatures during almost the whole year, and is very important to assess the effects of ractopamine in animals subjected to such weather. In this context, this study was conducted to evaluate different ractopamine levels in diet of finishing pigs kept in different environments. Two experiments were carried out over a period of 28 days each. In both it was evaluated the same level for inclusion of ractopamine in diet (0, 5, 10 and 20 ppm), differing only with respect to the thermal environment. In the first experiment the animals were kept in comfort and it is linear effect of ractopamine levels on the daily weight gain and feed conversion. On quantitative carcass characteristics, was observed decreasing the fat thickness and increase depth of muscle and percentage of lean meat in the carcass in accordance with the increasing levels of ractopamine in diet. Thus, in situations of comfort, the optimum ractopamine level of inclusion in diet was 20 ppm. In the second experiment, the animals were kept in an heat stress environment and observed a linear reduction of feed conversion and linear increase in daily weight gain and final weight of

animas fed. However, none of the carcass characteristics evaluated was influenced by ractopamine inclusion in diet. There was also increase in weight of the liver and kidneys in those animals that received the additive, not observing the effect on other organs. In the heat stress environment, for the variables of performance, the optimum level of inclusion was 20 ppm of ractopamine.

Keywords: additive, beta-agonists, carcass, performance, physiological responses, swine.

INTRODUÇÃO

O mercado consumidor mundial está cada vez mais preocupado com aspectos relacionados a sua saúde, principalmente no que diz respeito aos alimentos consumidos, sendo que atualmente a gordura da carne, principalmente a da carne suína, tem sido considerada desnecessária ou pelo menos a se evitar na alimentação. Nesse sentido, os produtores se veem cada vez mais preocupados em produzir não só maior quantidade de carne, mas também carnes com maiores teores de tecido magro.

Uma das formas encontradas para aumentar a quantidade de carne na carcaça de suínos tem sido a utilização de algumas alternativas nutricionais, tais como o emprego de aditivos na dieta dos animais. Dentre estes aditivos, destacam-se os repartidores de energia os quais podem ser representados pela ractopamina, pST, cromo entre outros.

Dentro do sistema de produção, a fase de terminação é a que apresenta maior transformação na composição da carcaça e, ao mesmo tempo, menor eficiência alimentar, com maior consumo de ração para se produzir um quilograma de carne. O abate dos suínos, realizado geralmente quando os animais atingem peso corporal em torno de 100 a 120 kg, pode representar uma desvantagem pelo fato desses animais apresentarem maior taxa de deposição de gordura na carcaça.

Por outro lado, maiores pesos de abate podem representar potenciais vantagens econômicas, uma vez que ocorre diluição dos custos gerais de produção além de abate e processamento sobre um maior peso de produto comercializável.

Atualmente, o desenvolvimento de linhagens genéticas magras, de crescimento rápido e mais eficiente combinado com a adoção de novas tecnologias, principalmente as relacionadas com a nutrição, tem resultado em aumento do peso ao abate sem prejuízo ao teor de tecido magro na carcaça e na eficiência alimentar. Os repartidores de energia beta-adrenérgicos vêm ganhando grande destaque dentre os aditivos alimentares utilizados com esta finalidade.

No Brasil desde 1996, quando ocorreu a aprovação do uso da ractopamina na alimentação de suínos, tem-se a disposição uma alternativa para potencializar o desempenho e a produção de carne desses animais, beneficiando assim todos os componentes da cadeia

produtiva. Este aditivo tem como função modificar o metabolismo animal agindo principalmente nas células adiposa e muscular, sendo que a eficiência deste beta-agonista na redução do tecido adiposo do animal possivelmente seja mais dependente da sua atividade de bloquear a lipogênese do que estimular a lipólise.

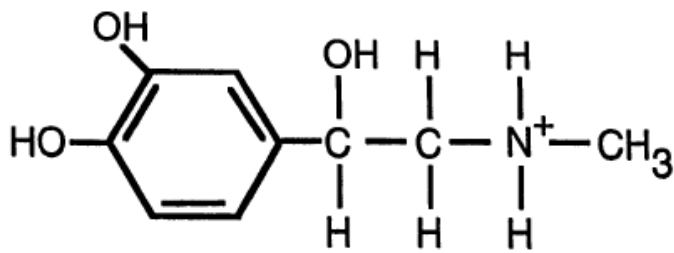
Além de benefícios relacionados com o desempenho e características de carcaça, os animais que recebem a ractopamina na dieta não apresentam alterações sobre a qualidade da carne e subprodutos dela resultantes. Além disso, é possível observar ainda redução nas quantidades de fezes e urina excretada, bem como redução na concentração de alguns nutrientes nessas excretas, como por exemplo o nitrogênio .

Assim, o uso da ractopamina torna-se importante não só do ponto de vista do consumidor, o qual poderá adquirir um produto de melhor qualidade, mas também do ponto de vista do produtor, uma vez que este ao mesmo tempo que produz em maior quantidade e qualidade, ainda contribui com a redução da poluição ambiental.

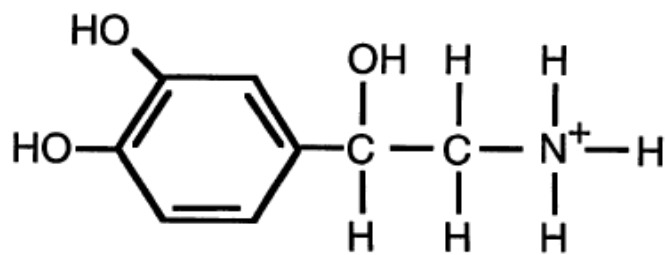
1 Mecanismo de Ação da Ractopamina

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico do grupo das fenetanolaminas com estrutura análoga às catecolaminas epinefrina e norepinefrina (Figura 1). As fenetanolaminas fazem parte de uma classe de compostos que se ligam aos receptores α e β -adrenérgicos e são caracterizados pela presença de um anel aromático, uma cadeia lateral de etanolamina e o nitrogênio alifático, conforme pode ser visualizado na Figura 2 (Smith, 1998).

As catecolaminas podem ser divididas em naturais ou sintéticas. As naturais são representadas pela epinefrina, norepinefrina e dopamina, enquanto que as sintéticas são clenbuterol, salbutamol, mabuterol, terbutalina, ractopamina entre outras (Bellaver, 2001). Dentre estas, a mais utilizada como aditivo beta-adrenérgico na nutrição de suínos é a ractopamina.



Epinefrina



Norepinefrina

Figura 1. Estrutura química da epinefrina e norepinefrina (Adaptado de Mersmann, 1998).

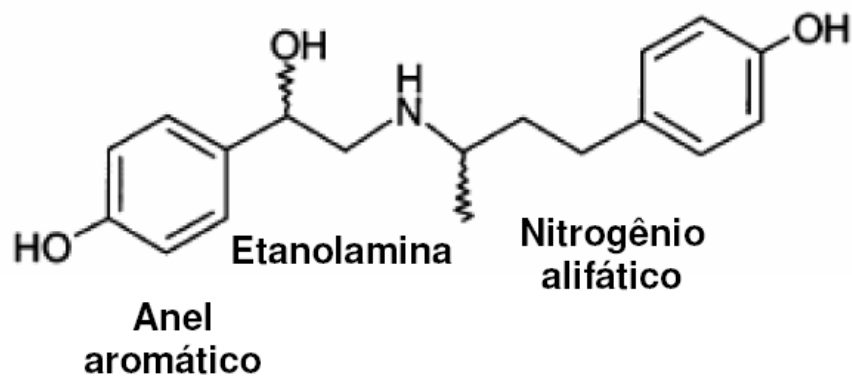


Figura 2. Estrutura química da ractopamina (Adaptado de Smith, 1998).

A ractopamina é classificada como uma substância repartidora de energia, uma vez que possui a capacidade de atuar modificando os padrões de deposição dos tecidos muscular e adiposo sem, no entanto, afetar na deposição de outros tecidos do organismo do animal, (Beerman, 2002). O tecido adiposo da maioria das espécies possui β -receptores que, quando ativados pelas catecolaminas, promovem lipólise e conseqüente redução no teor de gordura

corporal. O tecido muscular também possui receptores β -adrenérgicos que, quando acionados, promovem ação muscular específica (Beerman, 2002).

Existem três subtipos de receptores β ($\beta 1$, $\beta 2$ e $\beta 3$), os quais estão presentes na maioria das células dos mamíferos. A distribuição e a proporção de cada um dos subtipos, assim como sua seqüência de aminoácidos varia entre os tecidos do organismo animal, e varia ainda entre as diferentes espécies (Mersmann, 1998). Em consequência disto, associado a outros fatores, ocorrem diferentes respostas entre as espécies animais quando se faz o uso de aditivos beta-adrenérgicos.

As respostas mediadas pela utilização da ractopamina ocorrem no interior da membrana celular após estimulação do receptor β -agonista (Figura 3). O complexo agonista-receptor fixa-se sobre uma proteína de ligação que, quando ativada, induz a uma modificação na fluidez da membrana, permitindo assim o seu deslocamento lateral, o que leva a estimulação da ação catalítica da enzima adenilato ciclase (Moody et al., 2000).

A adenilato ciclase, que está situada na face interna da membrana plasmática, participa da formação do AMPc (monofosfato cíclico de adenosina) a partir do ATP (trifosfato de adenosina), passando esta molécula a atuar como segundo mensageiro. O AMPc por sua vez, ativa a proteína quinase, que conduz a fosforilação de enzimas responsáveis pela resposta final (Mersmann, 1998). Essas enzimas quando estão fosforiladas (na forma EPO_4), promovem respostas celulares que incluem: estimulação da lipólise, aumento da neoglicogênese, glicogenólise, aumentos da insulina, glucagon e renina, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (Moody et al., 2000). Algumas enzimas quando são fosforiladas ficam inativas, como é o caso da acetil-CoA carboxilase, envolvida no processo de biossíntese de ácidos graxos (Mersmann, 1998).

Um dos efeitos conhecidos do uso da ractopamina em suínos é a diminuição da quantidade de gordura na carcaça. Esta substância age inibindo a ligação da insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, antagonizando assim sua ação e, conseqüentemente, diminuindo a síntese e deposição de gordura nos suínos (Bellaver et al., 1991).

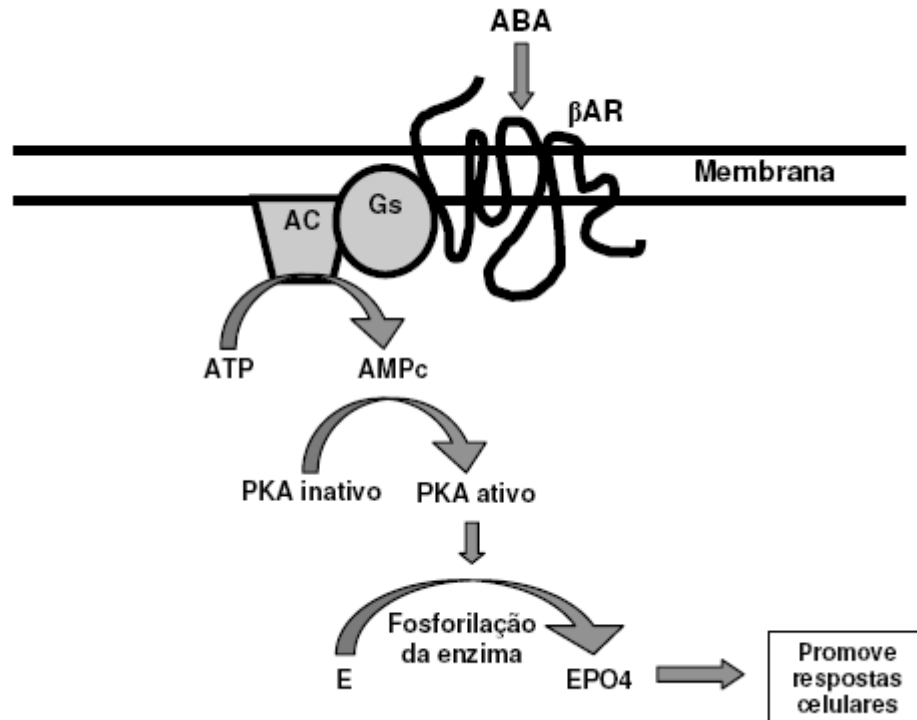


Figura 3. Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos. Onde: ABA: agonista β -adrenérgico; β AR: receptor β -adrenérgico; Gs: proteína ativa; AC: enzima adenilato ciclase; ATP: trifosfato de adenosina; AMPc: monofosfato cíclico de adenosina; PKA: proteína quinase A; E: enzima, EPO₄: Enzima fosforilada (Adaptado de Moody et al., 2000).

O metabolismo lipídico nas células adiposas é regulado principalmente pela insulina e pelas catecolaminas, sendo que a primeira apresenta efeito anabólico sobre o tecido adiposo enquanto que as catecolaminas, ao atuarem nos receptores beta-adrenérgicos, agem como mecanismo de controle do metabolismo lipídico, levando a redução no seu anabolismo e aumento do catabolismo (Haese & Bunzen, 2005).

De acordo com Haese & Bunzen (2005), os efeitos atribuídos a ractopamina são o aumento da atividade lipolítica e a inibição da lipogênese. Por outro lado, Rutz & Xavier (1998) afirmam que a eficiência da ractopamina na redução do tecido adiposo do animal pode estar mais relacionada à atividade da droga em bloquear a lipogênese do que estimular a lipólise.

Em relação ao metabolismo protéico, ocorre aumento da síntese de proteína levando assim a melhoras na qualidade das carcaças dos animais submetidos a ação da ractopamina (Mills et al., 1990). Além disso, sabe-se que este aditivo liga-se aos receptores de membrana e dispara uma série de eventos que levam ao aumento no diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (Aalhus et al., 1990).

Assim, o mecanismo de resposta ao uso da ractopamina parece estar diretamente relacionado com a sua influência sobre a ação da insulina no metabolismo animal. Os tecidos adiposo e muscular são os mais notavelmente insulino-dependentes, sendo que os efeitos da insulina sobre cada um deles são alcançados pelas modificações que ela determina em algumas enzimas especificamente selecionadas (Riegel, 1996).

O propósito funcional amplo da insulina é promover a construção de massas moleculares tanto de carboidratos (glicogênio), como de lipídios (triglicerídeos) ou de proteínas. Nos adipócitos, a insulina promove a entrada de glicose com sua conversão em ácidos graxos e posterior deposição (Riegel, 1996). Quando há suplementação com ractopamina este efeito parece ser reduzido. Por outro lado, a insulina que não está sendo utilizada nos adipócitos poderá atuar no tecido muscular devido a ação específica do aditivo onde, além de permitir o ingresso de aminoácidos nas células musculares, aumentará a velocidade com que os ribossomos percorrem as fitas de RNA mensageiro, fazendo com que mais proteína seja sintetizada em menos tempo (Riegel, 1996).

2 Ractopamina e Desempenho

A conversão alimentar é uma das medidas de eficiência mais utilizada na produção de suínos. Como o custo com a alimentação desses animais representa maior parte dos gastos de produção, então pequenas reduções nos valores de conversão alimentar poderão proporcionar grandes impactos econômicos positivos para o produtor.

O uso da ractopamina pode ocasionar queda no consumo de ração, no entanto, observa-se que animais suplementados apresentam melhoras no ganho de peso o que leva, conseqüentemente, a melhores valores para conversão alimentar. Estes resultados podem ser explicados pelas alterações provocadas no metabolismo animal devido à ação da ractopamina, a qual ocasiona alterações na composição do ganho dos animais que passam a depositar mais proteína e menos gordura (Schinkel et al., 2003). A proteína tem em sua composição aproximadamente 35% de água, assim quanto maior for o depósito protéico, maior será a quantidade de água depositada sendo este um dos principais fatores que justificam os melhores resultados encontrados tanto para ganho de peso quanto para conversão alimentar em animais que são suplementados com este aditivo (Marinho et al., 2007a).

A conversão alimentar está ainda diretamente relacionada com a deposição de gordura na carcaça, sendo que piores valores são obtidos quando a quantidade de gordura aumenta

(Ludke et al., 1998). Dessa forma, a ractopamina, ao promover aumento da deposição de tecido magro, contribui para melhoria nos valores de conversão alimentar.

Animais que são alimentados com ração contendo 5 ppm de ractopamina apresentam melhora de até 15% na conversão alimentar (Crome et al., 1996), sendo mais comum entre vários autores um valor de 12% de melhora para esta variável com o mesmo nível de suplementação (Adeola et al., 1990; Marinho et al. 2007b).

A melhora da eficiência alimentar encontrada nos suínos que recebem ractopamina proporciona também aumento no ganho de peso diário desses animais, bem como aumento no peso final (Trapp et al., 2002, Marinho et al., 2007b).

As respostas de desempenho quando do uso da ractopamina são dependentes de vários fatores, tais como o nível de inclusão utilizado, duração da suplementação, níveis protéicos, de lisina na dieta, ambiente, entre outros. Sendo assim, variações nesses itens podem acarretar em diferentes respostas entre os trabalhos.

Uma melhora de aproximadamente 10% no ganho de peso pode ser observada quando é feita uma suplementação com 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos com 16% de proteína bruta (Marinho et al., 2007b). Por outro lado, dietas com 20% de PB e 10 ppm de ractopamina não proporcionaram melhoras no ganho de animais de alto ou baixo potencial genético para deposição de tecido magro (Mimbs et al., 2005). Este último resultado pode ser devido aos diferentes períodos de suplementação empregados.

Em razão dessas melhoras observadas nas variáveis de desempenho zootécnico quando é feito o uso da ractopamina, é possível afirmar que este aditivo melhora a eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos (Schinkel et al., 2003; Marinho et al., 2007a). Estes nutrientes são direcionados para serem depositados no tecido muscular, já que a síntese de tecido magro requer menos energia que a síntese de gordura (Ludke et al., 1998; Schinkel et al., 2003).

3 Ractopamina e Características de Carcaça

Algumas espécies domésticas, como por exemplo as aves, não respondem ao uso de ractopamina. Uma das possíveis causas seria o fato de que estes animais, por terem sido selecionados ao longo dos anos para apresentar um crescimento rápido, apresentam um menor potencial de resposta para aumentar ainda mais seu crescimento, pois estão próximos do seu

limite biológico máximo. Já outras espécies, como os ovinos e suínos, por exemplo, apresentam uma resposta mais pronunciada ao uso do aditivo.

Os suínos são considerados os animais que melhor respondem ao uso de ractopamina como aditivo repartidor de energia, o que pode ser devido a quantidade de receptores β -adrenérgicos nos seus tecidos adiposo e muscular, bem como a afinidade destes pelo aditivo (Mersmann, 1998). Quando suplementados, observa-se uma alteração na deposição de músculo e gordura na carcaça, porém não na deposição de pele e ossos.

Além disso, a deposição muscular da carcaça aumenta numa proporção maior do que o crescimento dos órgãos e vísceras (Schinckel et al., 2001). Dessa forma, pode-se observar que o uso deste aditivo ocasiona melhoras não só em relação as variáveis de desempenho, mas também naquelas relacionadas com características quantitativas de carcaça (Fávero & Bellaver, 2001).

O fornecimento de 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos proporciona uma redução de mais de 8% na espessura de toucinho no ponto P2 quando comparados aos animais não suplementados. No entanto, quando níveis de lisina digestível são mais elevados, uma redução de até 14% na espessura de toucinho pode ser constatada. Além disso, observa-se que a profundidade de lombo aumenta cerca de 6,5% com o uso do aditivo (Marinho et al., 2007a).

Outra variável que também é influenciada pela suplementação com ractopamina é a taxa de deposição de carne magra diária, a qual é incrementada em mais de 12%. No entanto, para que esses resultados possam ser alcançados é necessário que haja o fornecimento de maiores níveis de lisina, bem como a correção para os demais aminoácidos. Um balanço ideal de aminoácidos promove melhor eficiência de utilização de energia para deposição de carne magra (Marinho et al., 2007b).

As características da carcaça dos suínos, assim como os resultados de desempenho desses animais, estão diretamente relacionadas não só com os níveis de ractopamina, mas também com os níveis de lisina na dieta (Xiao et al., 1999). Assim, destaca-se a importância de uma correção para os níveis de aminoácidos quando é feita suplementação com ractopamina, afim de que os animais possam expressar eficientemente seu potencial de resposta ao uso do aditivo.

4 Ractopamina e Qualidade da Carne Suína

O peso de abate de suínos tem aumentando nos últimos anos em muitos países, sendo que isto poderia representar uma desvantagem já que animais mais pesados poderiam apresentar maiores teores de gordura na carcaça. No entanto, a adoção de novas tecnologias, como o uso da ractopamina, tem permitido o aumento do peso de abate, sem que ocorra prejuízo quanto ao percentual de carne magra. Outro problema relacionado ao maior peso dos animais está no fato de que, com maiores pesos e/ou idade de abate, ocorrem alterações na composição química da carne, o que pode interferir na qualidade da mesma, principalmente nos aspectos relacionados com a palatabilidade e sabor (Ellis & Bertol, 2001).

Quando se trata do consumo de carne, especialmente da suína, tem-se observado que a cor e a quantidade de gordura influenciam fortemente a decisão na hora da compra. Além disso, o mercado está cada vez mais exigente quanto a outros fatores principalmente aqueles relacionados com a textura, sabor, suculência, odor entre outras características da carne. Dessa forma, cabe aos produtores buscar meios de atingir tais exigências, conquistando assim a preferência dos consumidores.

A adição de ractopamina na dieta de suínos em terminação possibilita inúmeros benefícios, entre eles o aumento do ganho de peso dos animais e melhora nas características de carcaça sem, no entanto, afetar as características da carne suína (Stoller et al., 2003). A ractopamina não apresenta impacto sobre a qualidade da carne, inclusive no que se refere a cor, pH, perda de água no cozimento, marmoreio, força de cisalhamento e valores de cor de Hunter (Herr et al., 2000; Bridi et al., 2006).

De acordo com o trabalho desenvolvido por Stoller et al. (2003), não são observadas diferenças significativas na perda de água por cozimento do lombo entre animais tratados ou não com a ractopamina. Além disso, também não foram encontradas diferenças entre a gordura intramuscular desses animais bem como qualquer outra diferença para variáveis relacionadas com a qualidade da carne. Dessa forma, os autores acima citados concluíram que a adição da ractopamina na dieta não afeta as características visuais e sensoriais da carne suína.

Ao mesmo tempo em que reduz a quantidade de gordura na carcaça, a ractopamina ocasiona aumento nos teores de carne magra, alterando inclusive o diâmetro das fibras musculares, especialmente das fibras brancas e intermediárias, o que justifica a maior resistência ao corte de Warner-Bratzler da carne dos animais que recebem este aditivo na

dieta (Uttaro et al., 1993). No entanto, a alteração na maciez ou suculência da carne não é percebida pelos consumidores.

5 Ractopamina e Meio Ambiente

A suinocultura, independente da forma de criação adotada, é uma atividade de alto potencial poluidor devido ao grande número de contaminantes gerados pelos seus efluentes cuja ação, individual ou combinada, representa fonte de degradação ambiental (ar, recursos hídricos e solo). A degradação biológica dos resíduos produz gases tóxicos e, além disso, os elevados níveis de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, sais e bactérias contidos nos dejetos constituem em risco não só ao meio ambiente, mas também para a saúde humana (Perdomo et al., 2001).

Do total de nutrientes consumidos pelos suínos somente cerca de 50% deles são digeridos, como é o caso do nitrogênio, sendo que a média de retenção é geralmente muito menor do que este valor, ficando em torno de 25% (Lewis & Southern, 2001). Dessa forma, o que não está sendo utilizado pelos animais será excretado no meio ambiente, contribuindo assim com a poluição do mesmo. Entretanto a excreção desses nutrientes pode ser reduzida com o uso de técnicas de nutrição e programas de alimentação que incluam, por exemplo, o uso de aditivos que auxiliam no melhor aproveitamento dos alimentos consumidos.

O uso de 20 ppm de ractopamina na dieta de suínos pode causar impactos positivos no meio ambiente, uma vez que a produção de dejetos é reduzida em torno de 3,9% (Sutton et al., 2001). Além disso, como os animais atingem o peso de abate em média quatro dias a menos, pode-se observar uma redução de até 15 litros de dejetos por animal terminado.

Animais que recebem 20 ppm de ractopamina em sua dieta por um período de 28 dias apresentam aumento na retenção de N em torno de 0,290g e redução na excreção de N de aproximadamente 0,254g por suíno (DeCamp et al., 2001). Os mesmos autores observaram ainda que o uso deste aditivo também é responsável por uma queda de 41% na excreção de fósforo (P) urinário, enquanto que a porcentagem de retenção do P absorvido aumenta cerca de 7%. Dessa forma, fica evidente a contribuição da ractopamina para o melhor aproveitamento de certos nutrientes tais como o N e P, o que leva consequentemente a uma menor excreção dos mesmos no ambiente, contribuindo para a redução da poluição ambiental.

Apesar de a ractopamina, assim como os demais agonistas beta-adrenérgicos, ser liberada no meio ambiente através de sua excreção via fezes e urina, não há registros de

quaisquer efeitos negativos sobre qualidade de solo ou água (Ramos & Silveira, 2001). Quando presente na água, a ractopamina é rapidamente fotodegradada (tempo este que varia de acordo com o pH da água), sendo que não ocorre seu acúmulo no ambiente aquático (Elanco, 1995). No solo, a ractopamina apresenta rápida adsorção, sendo que os produtos de sua degradação dificilmente atravessam camadas do solo, não ocasionando contaminação de lençóis freáticos (Elanco, 1995).

Outro problema ligado à questão da poluição ambiental está relacionado aos fortes odores gerados pelos dejetos dos suínos. Quando os animais são suplementados com ractopamina pode-se observar, durante a fermentação anaeróbica dos dejetos, uma redução dos níveis de N, emissão de amônia e produção de ácidos graxos voláteis, o que contribui de forma benéfica para a redução dos odores causados pelos dejetos (Sutton et al., 2001).

6 Segurança Quanto ao Uso da Ractopamina

O crescente uso de aditivos nutricionais em dietas de suínos, em especial os beta-adrenérgicos, tem levantado preocupações e interrogações sobre a segurança do seu uso, não somente com relação ao meio ambiente, mas também para os consumidores.

No meio ambiente sabe-se que a ractopamina é rapidamente decomposta, não deixando resíduos tóxicos que possam contaminar água, solo ou lençóis freáticos (Elanco, 1995). No que diz respeito a resíduos em produtos de origem animal, Ramos & Silveira (2001) destacam que os agonistas beta-adrenérgicos podem deixar resíduos na carne dos animais somente nos casos em que esses aditivos são utilizados de forma terapêutica ou em dosagens elevadas.

A suplementação de ractopamina na dosagem em que é fornecida nas dietas de suínos (entre 5 e 20 ppm), não deixa resíduos nos produtos podendo ser utilizada sem riscos de contaminação para os consumidores.

7 Ractopamina e Níveis de Lisina na Ração

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos, estando diretamente relacionada com a deposição de tecido muscular na carcaça. Assim, em situações onde são otimizadas as deposições de tecido protéico na carcaça quando, por exemplo, é feito o uso de aditivos repartidores de energia como a ractopamina, é necessário preocupar-se com o fato de

que talvez o nível de lisina fornecido nas dietas estejam abaixo daqueles necessários para potencializar o desempenho dos animais.

A resposta ao uso da ractopamina na deita de suínos é influenciada pelos níveis de lisina da dieta sendo que, animais que recebem o aditivo e tem em sua ração níveis muito baixos de lisina (0,55%) podem apresentar menor depósito de proteína quando comparados com animais que sequer recebem a ractopamina. Isso pode ser explicado pelo fato de que a ractopamina diminui o consumo de ração o que leva, conseqüentemente, a uma redução no consumo de lisina, limitando assim o potencial de resposta do animal (Schinckel et al., 2003).

Quando suínos recebem ração suplementada com ractopamina, pode-se observar que além do maior depósito de tecido protéico, ocorre ainda aumento da porcentagem de lisina na proteína depositada de 6,80% para 7,15% (Schinckel et al., 2003). Dessa forma, a concentração dos demais aminoácidos proposta com base na proteína ideal pode não ser adequada para suprir as exigências dos animais que estejam consumindo essa ração. Portanto, ao suplementar dietas com ractopamina, há necessidade de se elevar os níveis de lisina na ração bem como ajustar os demais aminoácidos para que seja mantido o padrão de proteína ideal (Schinckel et al, 2003; Marinho et al, 2007b).

Para atender as exigências de suínos machos castrados em terminação níveis de 0,67% de lisina digestível são suficientes. No entanto quando o objetivo é fazer com que esses animais apresentem melhora na qualidade de carcaça, menor espessura de toucinho, maior porcentagem de carne magra e profundidade de lombo, há necessidade que os níveis de lisina sejam em torno de 0,87% (Marinho et al., 2007a)

8 Influência da Temperatura Ambiente no Desempenho de Suínos

Os suínos são animais homeotérmicos, ou seja, eles mantêm a temperatura do seu corpo constante. Esses animais possuem uma faixa de temperatura ótima para seu desenvolvimento (zona termoneutra), dentro da qual a homeotermia é mantida com pequeno gasto energético e a energia líquida de produção é máxima (Fialho et al., 2001).

A principal forma de perda de calor que os suínos possuem é por meio dos processos de condução, convecção e radiação, no entanto estes só são eficientes até um limite crítico de temperatura. Em temperaturas mais elevadas, o que é bastante comum em vários estados do país, o animal modifica sua produção de calor metabólico. Além disso, ocorrem perdas evaporativas da água por meio do trato respiratório, sendo esta a maneira mais efetiva de

perda de calor uma vez que os suínos não possuem glândulas sudoríparas funcionais. Portanto, em temperaturas fora da faixa de conforto, ocorrem alterações fisiológicas e metabólicas que resultam em menor taxa de crescimento, redução da eficiência de utilização dos alimentos e alterações na composição da carcaça desses animais (Tavares et al., 2000).

Quando a temperatura ambiental fica abaixo da zona de conforto, os animais tendem a aumentar o consumo de ração fazendo com que grande parte da energia consumida seja voltada para compensar a perda de calor e manter a temperatura corporal. Dessa forma, ocorre piora na conversão alimentar e até mesmo mobilização de tecidos já depositados para que sejam atendidas necessidades básicas, afetando negativamente o desempenho (Fávero & Bellaver, 2001).

Por outro lado, quando submetidos a estresse por calor, os suínos têm como resposta imediata uma redução no consumo voluntário de ração e diminuição da atividade física, o que representa uma tentativa de redução da produção de calor. O menor consumo implica em redução no ganho de peso levando assim a um grande impacto econômico, já que os animais demoram mais tempo para atingir o peso de abate (Rinaldo et al., 2000).

Há uma estreita relação entre consumo de ração, temperatura e peso corporal, sendo que animais mais pesados são mais sensíveis aos efeitos de altas temperaturas ambientais (Quiniou et al., 2000). Os mesmos autores constataram ainda que a redução observada no consumo deve-se ao menor tempo usado para ingestão de alimentos.

A redução do consumo de ração acarreta em diminuição do peso do trato gastrointestinal e de vísceras, possibilitando redução na produção de calor, já que estes são responsáveis por significativa parcela de calor produzida pelo animal (Van Milgen et al., 1998). Por sua vez, esta redução no peso dos órgãos promove maior rendimento de carcaça (Rinaldo et al., 2000). Além disso, quando submetidos a altas temperaturas ambientais, ocorre uma redistribuição da gordura depositada pelos suínos havendo acúmulo nos depósitos internos (vísceras e gordura interna) em detrimento da gordura subcutânea, facilitando assim as trocas de calor pelo animal além de contribuir para melhoras no rendimento de carcaça (Fialho et al., 2001).

Neste contexto, realizou-se o presente estudo para avaliar níveis de inclusão de ractopamina na dieta de suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos. Os resultados obtidos foram abordados nos artigos intitulados de **“Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico”** e **“Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de estresse por calor”**, redigidos conforme normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS

- AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.943-952, 1990.
- ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3633-3641, 1990.
- BEERMANN, D.H. Beta-adrenergic receptor agonist modulation of skeletal muscle growth. **Journal of Animal Science**, v.80, p.18-23, 2002.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FÁVERO, J. et al. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1795-1802, 1991.
- BELLAVER, C. Utilização de melhoradores de desempenho na produção de suínos e aves. 2001, 30p. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_d2t87d4m.pdf>. Acesso em 29/04/2008.
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A.N. et al. Efeito do genótipo halotano, da ractopamina e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2027-2033, 2006.
- CROME, P.K.; McKEITH, K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamina on growth performance, carcass composition and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- DeCAMP, S.A.; HANKINS, S.L.; CARROLL, A.L. et al. Effects of ractopamine and level of dietary crude protein on nitrogen and phosphorus excretion from finishing pigs. **Purdue University: Swine Research Report.**, p.97-102, 2001.
- ELANCO ANIMAL HEALTH. Environmental assessment for the use of paylean type a medicated article in the feed of swine. 165 p., 1995. Disponível em: <<http://www.fda.gov/cvm/FOI/140-863EA.pdf>>. Acesso em 27/05/2008.
- ELLIS, M.; BERTOL, T.M. Efeitos do peso de abate sobre a qualidade de carne suína e da gordura. In: 2ª Conferência internacional virtual sobre qualidade de carne suína. **Anais...** Concórdia-SC, p.227-239, 2001.
- FÁVERO, J.A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas-SP. **Anais...** Campinas:CTC/ITAL, 2001, p.2-25. Disponível em:<http://www.cnpsa.embrapa.br/sgc/sgc_arquivos/palestras_q7t2f5k.pdf>. Acesso em 03/06/2008.
- FIALHO, E.D.; OST, F.R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: 2ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia-SC, 2001, p 366-374.

- HAESE,D.; BUNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.02, p.183-189, 2005.
- HERR, C.T.; YAKE, W.; ROBSON, C. et al. Effect of nutritional level while feeding PayleanTM to late-finishing swine. **Purdue University: Swine Research Report**, p.89-95, 2000.
- LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. Swine Nutrition and Environmental Pollution and Odor Control. In: **Swine Nutrition**. 2 ed. cap 27, p.609-630, 2001.[s.n]
- LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; SCHEUERMANN, G.N. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J.; et al. (Ed.) **Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Concórdia:Embrapa-CNPSA, 1998, 388p.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1061-1068, 2007a.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1791-1798, 2007b.
- MERSMANN, H. Overview of the effects of β -adrenergic receptor agonists on animal growth including mechanisms of action. **Journal of Animal Science**, v.76, p.160-172, 1998.
- MILLS, S.E.; LIU, C.Y.; SCHINCKEL, A.P. Effects of ractopamine on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs. Interaction with genotype and slaughter weight. **Domestic Animal Endocrinology**, v.7, p.251-264, 1990.
- MIMBS, K.J.; PRINGLE, T.D.; AZAIN, M.J. et al. Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, v.83, p.1361-1369, 2005.
- MOODY, D.E.; HANCOCK, D.L; ANDERSON, D.B. Phenethanolamine repartitioning agents. In: MELLO, J.P.F.D. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition**. New York:CAB, 2000, p.65-95.
- PERDOMO, C.C.; LIMA, G.J.M.M.; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente. In. 9º Seminário Nacional de Desenvolvimento da Suinocultura. **Anais...** Gramado-RS, 17p., 2001.
- QUINIOU, N.; DUBOIS, S.; NOBLET, J. Voluntary feed intake and feeding behaviour of group-housed growing pigs are affected by ambient temperature and body weight. **Livestock Production Science**, v.63, p.245-253, 2000.
- RAMOS, F.; SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: III – Efeitos zootécnicos e qualidade da carne. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. v.97, p.51-62, 2001.

- RIEGEL, W.E. **Bioquímica**. 1.Ed. São Leopoldo:Ed.Unisinos, 402p., 1996.
- RINALDO, D.; DIVIDICH, J.Le; NOBLET, J. Adverse effects of tropical climate on voluntary feed intake and performance of growing pigs. **Livestock Production Science**, v.66, p.223-234, 2000.
- RUTZ, F.; XAVIER, E.G. Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. Anais...Botucatu, 1998, p.201-218. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html>. Acesso em: 08/11/2008.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In: II CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE A QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...Concórdia:2001**, p.324-335.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1106-1119, 2003.
- SMITH, D.J. The pharmacokinetics, metabolism and tissue residues of beta adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, v.76, p.173-194, 1998.
- STOLLER, G.M.; ZERBY, H.N.; MOELLER, S.J. et al. The effect of feeding ractopamine (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1508-1516, 2003.
- SUTTON, A.L.; RICHERT, B.T. HANKINS, S.L.; et al. Potencial impact of ractopamine on environmental stewardship. 24p. 2001. Disponível em: <<http://www.fass.org/fass01/pdfs/Sutton.pdf>>. Acesso em 21/05/2008.
- TAVARES, S.L.S.; DONZELE, JL.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.
- TRAPP, S.A.; RICE, J.P.; KELLY, D.T. et al. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. **Purdue University: Swine Research Report**, p.62-71, 2002.
- UTTARO, B.E.; BALL, R.O.; DICK, P. et al. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2439-3449, 1993.
- VAN MILGENT, J.; BERNIER, J.F.; LECOZLER, Y. et al. Major determinants of fasting heat production and energetic cost of activity in growing pigs of different body weight and breed/castration combination. **British Journal of Nutrition**, v.79, p. 509-517, 1998.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHENG, H.L. Effects of ractopamina at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.119-127, 1999.

Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e as características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de conforto térmico, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de ractopamina. Foram utilizados 48 animais, com peso médio inicial de $67,0 \pm 2,7$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso composto por quatro níveis de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) e seis repetições com dois animais cada. O período experimental teve duração de 28 dias. A temperatura do ar obtida foi de $20,9^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de 86,7% e o ITGU foi de 69,6 o que caracteriza o ambiente como sendo de termoneutralidade. O peso final dos animais e o consumo de ração não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos. Os níveis de ractopamina influenciaram ($P<0,05$) o ganho de peso diário e a conversão alimentar dos suínos. Observou-se redução linear ($P<0,05$) da espessura de toucinho, aumento da profundidade de músculo e da porcentagem de carne magra na carcaça de acordo com o aumento dos níveis de ractopamina na dieta. O peso, o rendimento de carcaça quente e a área de olho de lombo não foram influenciados ($P>0,05$) pelos tratamentos. Concluiu-se que o nível ótimo de inclusão de ractopamina na dieta de suínos machos castrados mantidos em ambiente termoneutro é de 20 ppm.

Palavras-chave: aditivos, beta-agonistas, carcaça, desempenho, suíno.

Ractopamine levels to finishing borrows maintained on environment of comfort

Abstract – The objective of this study was to evaluate the performance and carcass quantitative characteristics of borrows maintained in an environment of comfort and fed diets supplemented with different ractopamine levels. Forty-eight borrows with initial weight 67.0 ± 2.7 kg was assigned in a randomized blocks design with four ractopamine levels (0, 5, 10 and 20 ppm) and six replicates with two animals. The experimental period lasted 28 days. The average temperature recorded was 20.9°C, air humidity was 86.7% and BGHI was 69.6. The animals final weight and feed intake did not affect ($P>0,05$) by treatments. The ractopamine levels affect ($P<0,05$) average daily gain and feed conversion. There was linearly reduction ($P<0,05$) on backfat thickness, increasing on depth of muscle and percent of lean meat deposition in accordance with the increasing ractopamine levels in diet. Weight, carcass yield and “*Longissimus*” muscle area did not affect ($P>0,05$) by treatments. It was concluded that the optimal level of ractopamine inclusion in the diet of borrows kept on thermoneutral environment was 20 ppm.

Key words: additive, beta – agonist, carcass, performance, swine.

Introdução

A produção de suínos tem avançado nos últimos anos no sentido de se obter linhagens genéticas mais precoces e com maior quantidade de carne magra na carcaça. Estes avanços têm sido motivados pela necessidade em se aumentar os rendimentos obtidos pelo produtor, que recebe com base no índice de bonificação das carcaças, e devido a maior demanda deste tipo de produto pelos consumidores, que passaram a procurar por alimentos com menores teores de gordura. Tentando atender este mercado consumidor, muitas empresas produtoras de suínos têm procurado aliar o uso de animais com melhor padrão genético com programas de nutrição desenvolvidos no intuito de diminuir a deposição de gordura e aumentar a deposição de carne magra na carcaça.

Diversas alternativas nutricionais têm sido avaliadas buscando alcançar estes objetivos. Com a aprovação do uso da ractopamina na alimentação de suínos, têm-se a disposição uma alternativa para potencializar o desempenho e a produção de carne desses animais, beneficiando todos os componentes da cadeia produtiva.

A ractopamina é um aditivo beta–adrenérgico com estrutura semelhante a das catecolaminas epinefrina e norepinefrina, que age alterando o metabolismo animal modificando a forma como ocorre a repartição dos nutrientes. Têm-se observado um redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados a produção e deposição de lipídeos para serem utilizados na deposição de tecido muscular (Pereira et al., 2008). Assim, ao mesmo tempo em que ocorre redução na síntese lipídica, há aumento na síntese protéica, o que proporciona melhora do desempenho e das características quantitativas de carcaça dos suínos (Schinckel et al., 2003).

Na literatura há poucos trabalhos que associem o uso da ractopamina em função do ambiente térmico em que os animais são criados. Sabe-se, contudo, que o desempenho dos suínos é influenciado por diversos fatores dentre os quais está a temperatura ambiente (Manno et al., 2006). Os suínos são animais homeotérmicos e possuem uma faixa de temperatura ótima para seu desenvolvimento (zona termoneutra), dentro da qual a homeotermia é mantida com pequeno gasto energético e a energia líquida de produção é máxima (Fialho et al., 2001). Para animais em fase de terminação, numa faixa de peso dos 60 aos 100 kg, essa zona termoneutra situa-se entre 15 e 21°C (Sampaio et al., 2004).

Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar níveis de ractopamina na dieta de suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico sobre o desempenho e sobre as características quantitativas de carcaça.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na câmara climática do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no município de Campo Grande/MS.

Foram utilizados 48 suínos machos castrados, geneticamente similares, com peso médio inicial de $67,0 \pm 2,7$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso composto por quatro níveis de ractopamina na dieta (0, 5, 10 e 20 ppm) e seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial dos animais. O período experimental teve duração de 28 dias.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 7:00, 12:00 e 17:00 horas, por meio de um conjunto de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, os quais foram instalados no centro da câmara climática, mantidos a uma altura correspondente à meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981), caracterizando assim o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais, apresentadas na Tabela 1, foram isonutritivas, preparadas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas. A formulação foi realizada para suplantar as exigências aminoacídicas dos animais, de acordo com informações contidas em Rostagno et al. (2005). Os diferentes níveis de ractopamina foram obtidos a partir da inclusão de ractopamina em substituição ao caulim. As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental.

Foram coletados diariamente os resíduos de ração do chão que foram somados às sobras do comedouro ao final do período experimental, determinando-se dessa forma o consumo de ração diário (CRD). Os animais foram pesados no início e no final do experimento para determinação do ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA).

Ao término do experimento os animais foram transportados para o frigorífico, onde permaneceram em baia de espera, com acesso a água e sob jejum de sólidos por 24 horas.

Previamente ao abate, os animais foram novamente pesados para determinar o rendimento de carcaça e abatidos por insensibilização mecânica e sangria. Posteriormente, procedeu-se a escalda, depilação, toalete e a abertura da carcaça para a evisceração.

Tabela 1. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em terminação mantidos sob conforto térmico

Ingredientes	Níveis de ractopamina, ppm			
	0	5	10	20
Milho	71,847	71,847	71,847	71,847
Farelo de soja (45%)	25,230	25,230	25,230	25,230
Fosfato bicálcico	0,784	0,784	0,784	0,784
Calcário	0,546	0,546	0,546	0,546
Premix mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ²	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,293	0,293	0,293	0,293
L-Lisina HCL	0,420	0,420	0,420	0,420
DL-Metionina	0,162	0,162	0,162	0,162
L-Treonina	0,168	0,168	0,168	0,168
Ractopamina	0,000	0,025	0,050	0,100
Caulim	0,100	0,075	0,050	0,000
TOTAL	100	100	100	100
Proteína bruta (%)	17,96	17,96	17,96	17,96
EM (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina total (%)	1,232	1,232	1,232	1,232
Lisina digestível (%)	1,100	1,100	1,100	1,100
Met+Cist digestível (%)	0,682	0,682	0,682	0,682
Treonina digestível (%)	0,737	0,737	0,737	0,737
Triptofano digestível (%)	0,182	0,182	0,182	0,182
Valina digestível (%)	0,736	0,736	0,736	0,736
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,484	0,484
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Conteúdo por quilograma: Cobre, 30.000mg; Zinco, 160.000mg; Iodo, 1.900mg; Ferro, 100.000mg; Manganês, 70.000mg; veículo, 1000 q.s.p.

² Conteúdo por quilograma: Vit. A 840.000UI; Vit D3 210.000UI; Vit. E, 1.522,5mg; Ácido fólico, 63mg; Pantotenato de Cálcio, 1.680mg; Biotina, 5,25mg; Niacina, 2.520mg; Piridoxina, 210mg; Riboflavina, 588mg; Tiamina, 210mg; Vit. B12, 3.150mg; Vit. K3, 105mg; Selênio, 63mg; Colina, 65.250mg; veículo, 1000 q.s.p.

Ao final da linha de abate foram pesadas as carcaças para a determinação do peso e o rendimento de carcaça quente. As carcaças foram divididas longitudinalmente e realizados cortes na metade esquerda de todas as carcaças para a exposição do músculo *Longíssimus dorsi* e do toucinho para a determinação da profundidade do músculo (PM) e da espessura de toucinho (ET), com o auxílio de um paquímetro. Para determinação da área de olho de lombo (AOL) utilizou-se uma folha de papel vegetal a qual foi colocada em cima do lombo, contornando-o com o auxílio de uma caneta de retroprojeter de ponta fina. O desenho do músculo foi colocado sobre papel milimetrado fazendo-se assim a contagem dos pontos que estão localizados dentro da área demarcada, sendo que cada ponto representou uma área de 0,25 cm². Também foram medidos os comprimentos das carcaças

(CC) a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado por meio da equação proposta por Bridi & Silva (2007): $\text{Rendimento de carne (\%)} = 60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + \text{profundidade do músculo} \times 0,10$.

Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi levado em consideração o peso da carcaça quente (Pcarq) e o percentual de carne magra estimada na carcaça (Pcmf) de acordo com a equação sugerida por Guidoni (2000): $\text{Índice de Bonificação} = 23,6 + 0,286 \times \text{Pcarq} + \text{Pcmf}$.

As variáveis avaliadas foram as de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração), as características quantitativas de carcaça (rendimento, espessura de toucinho, percentual de carne magra, profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho de lombo) e o índice de bonificação de carcaça.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (2002), sendo que os graus de liberdade para níveis de ractopamina foram desdobrados em polinômios ortogonais e as estimativas do melhor nível de ractopamina para os machos castrados foi determinado por meio de análises de regressão.

Resultados e Discussão

Durante o período experimental a temperatura média do ar registrada no interior da câmara climática foi de $20,9 \pm 2,9^\circ\text{C}$, a umidade relativa foi de $86,7 \pm 7,3\%$, a temperatura de globo negro foi de $21,7 \pm 3,0^\circ\text{C}$ e o ITGU calculado foi de $69,6 \pm 4,0$. O valor da temperatura observado ficou dentro da faixa ideal de temperatura recomendada por Sampaio et al. (2004) para esta categoria. O ITGU obtido foi próximo aos 69,1 e 66,9 verificados, respectivamente, por Tavares et al. (2000) e Orlando et al. (2006) para suínos mantidos em ambiente termoneutro. Assim, de acordo com a literatura e com os valores obtidos para temperatura e ITGU, pode-se caracterizar o ambiente térmico no qual os animais foram mantidos durante o período experimental como sendo de termoneutralidade.

Os resultados de desempenho obtidos encontram-se na Tabela 2. Verificou-se que a adição de ractopamina não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) sobre o peso final dos suínos. Este resultado está de acordo com o obtido por Xiao et al. (1999), que ao fornecerem 5

ppm de ractopamina para suínos em terminação não observaram aumento do peso final dos animais suplementados com ractopamina quando comparados ao grupo sem suplementação. Em contraste, Marinho et al. (2007b) observaram aumento de aproximadamente 3% no peso final dos animais quando receberam suplementação de 5 ppm de ractopamina por um período de 28 dias em relação ao grupo controle.

Tabela 2. Desempenho de suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina

Variáveis	Níveis de ractopamina, ppm				< P	CV %
	0	5	10	20		
Peso inicial, kg	67,22	67,18	66,85	66,92	0,99	4,39
Peso final, kg	91,32	93,13	94,33	98,3	0,10	5,02
Ganho de peso diário, kg*	0,80	0,87	0,92	1,05	0,03	14,19
Consumo diário de ração, kg	2,52	2,56	2,48	2,57	0,94	10,20
Conversão alimentar, kg/kg*	3,16	2,96	2,75	2,47	0,01	10,42

*Efeito linear (P<0,05).

Os tratamentos não influenciaram (P>0,05) o consumo de ração diário, resultado que está de acordo com aqueles obtidos por Trapp et al. (2002) e Marinho et al. (2007b). Por outro lado, Crome et al. (1996) e See et al. (2004) observaram que a suplementação da dieta dos suínos com a ractopamina provocou redução no consumo de ração, principalmente nas duas últimas semanas de fornecimento, quando os animais já se encontram mais próximos do peso de abate.

Foi constatado aumento linear (P<0,05) no ganho de peso diário dos suínos ($\hat{Y} = 0,8005 + 0,099x$, $R^2=0,26$) de acordo com o aumento da concentração de ractopamina na dieta, sendo que os animais que receberam o nível de 20 ppm apresentaram ganho de peso aproximadamente 30% superior em relação aos não suplementados. Para os níveis de 5 e 10 ppm a melhora no ganho de peso foi de 8,8 e 15%, respectivamente. Corroborando com os resultados obtidos neste estudo, Marinho et al. (2007a) verificaram que suínos em terminação quando suplementados com 5 ppm de ractopamina na dieta, depositam cerca de 168g/dia a mais em relação aqueles que não receberam o aditivo, o que corresponde a uma melhora de aproximadamente 12,2% no ganho de peso.

Na literatura têm sido comumente encontrados resultados que mostram melhora no ganho de peso diário de suínos em resposta ao uso da ractopamina (Smith et al., 1995; Marinho et al., 2007ab). No entanto, Pozza et al. (2003) observaram que a suplementação da dieta de suínos machos castrados em terminação com 5 ppm de ractopamina não causou efeito

sobre o ganho de peso e sobre as demais variáveis de desempenho, o que pode ter sido atribuído aos diferentes níveis de proteína utilizados nas dietas. Quando se faz suplementação com ractopamina há necessidade de se elevar os níveis dietéticos de proteína mantendo-se sempre uma relação ideal de aminoácidos (Marinho et al., 2007b). Caso contrário, pode ocorrer limitação no aumento do ganho de peso diário já que os níveis de proteína e/ou aminoácidos podem não ser suficientes para atender o potencial de crescimento dos animais suplementados (Pereira et al., 2008).

O aumento do nível de inclusão de ractopamina na dieta proporcionou ainda redução linear ($P < 0,05$) da conversão alimentar ($\hat{Y} = 3,1655 - 0,0327x$, $R^2 = 0,41$). Os animais que receberam 20 ppm de ractopamina apresentaram conversão alimentar 0,69 menor em relação aos animais que não foram suplementados, o que representa uma melhora de aproximadamente 22%.

Melhores resultados para a conversão alimentar também foram verificados por Marinho et al. (2007a), que observaram melhora de 12,5% quando os suínos em terminação receberam 5 ppm de ractopamina na dieta em relação ao grupo controle. Efeitos positivos do uso da ractopamina também foram relatados por Crome et al. (1996), que obtiveram melhora de 18,6% na eficiência alimentar de suínos abatidos aos 125 kg e suplementados com 20 ppm do aditivo.

A melhora do ganho de peso e da conversão alimentar obtidos nos animais suplementados com ractopamina neste estudo, podem ser justificados pela melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos, a qual ocorre devido a um favorecimento de deposição de proteína na carcaça causado pela ação do aditivo no metabolismo animal (Pereira et al., 2008). A síntese de tecido adiposo é mais dispendiosa energeticamente que a síntese de tecido muscular em função da grande inclusão de moléculas de água ocorrida na construção do tecido muscular, sendo este um dos fatores que justificam os melhores resultados encontrados neste estudo (Schinckel et al., 2003; Marinho et al., 2007b).

Os resultados referentes as características quantitativas da carcaça dos suínos encontram-se na Tabela 3. O peso de carcaça quente, rendimento de carcaça e área de olho de lombo não foram influenciados ($P > 0,05$) pelos tratamentos. Da mesma forma, Marinho et al. (2007a) não constataram efeito da suplementação com ractopamina sobre o rendimento de carcaça de suínos em terminação.

Por outro lado, Pereira et al. (2008) observaram aumento de 3,9% no rendimento de carcaça de leitoas em terminação recebendo 5 ppm de ractopamina na dieta. Também Crome et al. (1996) verificaram melhora de 1,2 e 1,8% no rendimento de carcaça de suínos

suplementados com 10 e 20 ppm, respectivamente, em relação aos animais que não receberam ractopamina na dieta. Estes resultados observados por Crome et al. (1996) e Pereira et al. (2008) podem ser explicados devido a maior proporção de deposição de tecido muscular na carcaça em relação ao crescimento de órgãos e vísceras o que levou, conseqüentemente, a melhores rendimentos de carcaça.

Tabela 3. Características de carcaça de suínos em terminação mantidos em ambiente de conforto térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina

Variáveis	Níveis de ractopamina, ppm				< P	CV %
	0	5	10	20		
Peso da carcaça quente, kg	71,3	73,6	75,9	76,4	0,34	5,23
Rendimento de carcaça quente, %	82,8	83,5	83,9	83,3	0,52	1,57
Espessura de toucinho, mm*	7,6	7,4	6,5	5,2	0,05	22,16
Profundidade de músculo, mm*	55,2	61,4	61,6	65,2	0,03	9,44
Carne magra na carcaça, %*	61,3	62,1	62,2	63,3	0,02	1,90
Área de olho de lombo, cm ²	39,5	39,5	41,5	42,4	0,42	10,69
Comprimento de carcaça*	89,4	92,2	91,3	94,0	0,02	3,02
Índice de bonificação*	105,6	106,7	107,5	108,1	0,01	1,27

*Efeito linear (P<0,05).

Para a variável área de olho de lombo os resultados encontrados na literatura diferem deste estudo, sendo que Uttaro et al. (1993) observaram melhora de 10% quando houve suplementação com 20 ppm de ractopamina e Crome et al. (1996) utilizando o mesmo nível encontraram aumento de aproximadamente 20% para esta variável.

Com relação às demais características quantitativas de carcaça, verificou-se que os níveis de ractopamina na dieta proporcionaram redução linear (P<0,05) da espessura de toucinho ($\hat{Y}=7,57047 - 0,09799x$, $R^2=0,20$) e aumento linear (P<0,05) da profundidade de músculo ($\hat{Y}=57,2584 + 0,4574x$, $R^2=0,26$) e da porcentagem de carne magra na carcaça ($\hat{Y}=61,33497 + 0,10257x$, $R^2=0,30$).

Para a espessura de toucinho, observou-se redução de 2,6; 14,5 e 31,6% respectivamente para os níveis de 5, 10 e 20 ppm de ractopamina em relação ao grupo não suplementado. Resultados semelhantes ao deste estudo foram obtidos por Marinho et al. (2007a), que verificaram redução de 7,5% na espessura de toucinho dos suínos suplementados com 5 ppm de ractopamina. Por outro lado, Stites et al. (1991) avaliando os mesmo níveis de inclusão de ractopamina utilizados no presente estudo, não observaram diferença significativa para a espessura de toucinho de suínos machos e fêmeas em terminação.

No presente estudo, observou-se um aumento ($P < 0,05$) de aproximadamente 18% na profundidade de músculo para os animais que receberam o nível de 20 ppm de ractopamina na dieta em relação aos não suplementados. Para os níveis de 5 e 10 ppm, esse aumento foi de 11,2 e 11,6% respectivamente. Também Marinho et al. (2007b) encontraram um aumento da profundidade menor do que o observado neste estudo, sendo de 6,5% para suínos machos que receberam 5 ppm de ractopamina na dieta, enquanto Pereira et al. (2008) constataram aumento de apenas 1,8% para fêmeas recebendo o mesmo nível de suplementação. Contrariando estes resultados, Aalhus et al. (1990) e Adeola et al. (1990) não verificaram efeitos positivos da suplementação de ractopamina sobre esta característica de carcaça.

Um dos efeitos mais conhecidos da ractopamina em suínos é o incremento da massa muscular com aumento da quantidade de carne magra na carcaça. Uma das explicações possíveis, é que este aditivo liga-se aos receptores da membrana e dispara uma série de eventos que levam ao aumento no diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (Aalhus et al., 1990), o que pode explicar o aumento da profundidade de músculo obtido neste estudo.

Houve aumento de aproximadamente 1,3; 1,5 e 3,5% na porcentagem de carne magra na carcaça dos suínos que receberam respectivamente, 5, 10 e 20 ppm de ractopamina na dieta. Esses resultados podem ser confirmados por aqueles obtidos por Stites et al. (1991) ao utilizarem estes mesmos níveis de suplementação para suínos machos em terminação, observando aumentos de 0,3; 0,9 e 2,7%. Para fêmeas, Pereira et al. (2008) encontraram um aumento de 1,8% nesta variável com o uso de 5 ppm do aditivo.

De modo geral, sabe-se que o aumento da porcentagem de carne magra em suínos alimentados com ractopamina deve-se, provavelmente, a redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo bem como ao aumento correspondente na síntese de proteína no músculo esquelético (Cantarelli, 2007).

Embora Marinho et al. (2007b) não tenham encontrado aumento na porcentagem de carne magra na carcaça, observaram um incremento de mais de 13% na taxa de deposição de carne magra quando foi feita a suplementação com ractopamina. O resultado obtido por estes pesquisadores pode ser explicado pelo maior ganho de peso e melhor conversão alimentar encontrados, podendo-se inferir que houve alteração na composição do ganho dos animais em função da suplementação com 5 ppm de ractopamina. O aditivo alterou a partição de nutrientes no organismo dos suínos, que apresentaram maior taxa de deposição protéica em detrimento da deposição lipídica.

Conclusões

A suplementação de ractopamina na dieta dos suínos machos castrados em terminação, mantidos em ambiente termoneutro, melhora o desempenho e as características quantitativas de carcaça, sendo que o nível ótimo de inclusão é de 20 ppm.

Literatura citada

- AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.943-952, 1990.
- ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3633-3641, 1990.
- BRIDI, A.M. SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 97p. 2007.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CANTARELI, V.S. **Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita**. Lavras: UFLA, 2007. Tese (Doutorado). 124p.
- CROME, P.K.; McKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- FIALHO, E.D.; OST, F.R.; OLIVEIRA, V. Interações ambiente e nutrição – estratégias nutricionais para ambientes quentes e seus efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos. In: 2ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia-SC, 2001, p 366-374.
- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: 1ª CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. Concórdia: Santa Catarina, 14p., 2000.
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos

- machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007a.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1791-1798, 2007b.
- ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Níveis de proteína bruta e suplementação de aminoácidos em rações para leitoas mantidas em ambiente termoneutro dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.478-484, 2006.
- PEREIRA, F.A.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitoas em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.943-952, 2008.
- POZZA, P.C.; NUNES, R.V.; SANTOS, M.S. et al. Efeito da ractopamina sobre o desempenho e características de carcaça de suínos machos castrados na fase de terminação. In. CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 11, 2003, Goiânia. Anais..., Concórdia:Embrapa Suínos e Aves, 2003, p.289-290.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 186p., 2005.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.
- SAS. **SAS User's guide**. SAS Institute:North California, USA, 2002.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pig fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1106-1119, 2003.
- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.
- SMITH, W.C.; PURCHAS, R.W.; ENKEVORT, A.V. et al. Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.38, p.373-380, 1995.
- STITES, C.R.; McKEITH, F.K.; SINGH, S.D. et al. The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.69, p.3094-3101, 1991.

- TAVARES, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.
- TRAPP, S.A.; RICE, J.P.; KELLY, D.T. et al. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. **Purdue University: Swine Research Report**, p.62-71, 2002.
- UTTARO, B.E.; BALL, R.O.; DICK, P. et al. Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2439-2449, 1993.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.119-127, 1999.

Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de estresse por calor

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e as características quantitativas de carcaça de suínos machos castrados, mantidos em ambiente de estresse por calor e alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina. Foram utilizados 48 animais, com peso médio inicial de $67,3 \pm 3,8$ kg, distribuídos em delineamento de blocos ao acaso composto por quatro níveis de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) e seis repetições com dois animais cada. Foram avaliadas as variáveis de desempenho, características quantitativas de carcaça e respostas viscerais. O período experimental teve duração de 28 dias. A temperatura do ar obtida foi de $31,8^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa foi de 72,6% e o ITGU foi de 82,7. O consumo de ração não foi influenciado ($P>0,05$) pelos tratamentos. Os níveis de ractopamina melhoraram ($P<0,05$) a conversão alimentar e aumentaram ($P<0,05$) o ganho de peso diário e o peso final dos animais. As características quantitativas de carcaça não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos níveis de ractopamina. O peso do fígado e dos rins foram maiores ($P<0,05$) nos animais que receberam a suplementação com ractopamina, sendo que os pesos dos demais órgãos não foram afetados pelos tratamentos. Conclui-se que para o desempenho máximo o nível ótimo de inclusão de ractopamina na dieta de suínos machos castrados sob estresse por calor é de 20 ppm. A suplementação de ractopamina não altera as características quantitativas da carcaça de suínos sob estresse por calor.

Palavras-chave: Aditivo, carcaça, desempenho, repartidor de energia, suíno.

Ractopamine levels to finishing borrows maintained on heat stress

Abstract – The objective of this study was to evaluate the performance and carcass quantitative characteristics of borrows maintained on heat stress and fed diets supplemented with different ractopamine levels. Forty-eight borrows with initial weight of 67.3 ± 3.8 kg were assigned in a randomized blocks design with four ractopamine levels (0, 5, 10 and 20 ppm) and six replicates with two animals. Were evaluated the variables of performance, carcass characteristics and visceral answer. The experimental period lasted 28 days. The average temperature recorded was 31.8°C, air humidity was 72.6% and BGHI was 82.7. Feed intake did not affect ($P>0,05$) by treatments. The ractopamine levels improved ($P<0,05$) feed conversion and increased ($P<0,05$) average daily gain and final weight. The carcass quantitative characteristics did not affect ($P>0,05$) by ractopamine level of inclusion. Liver and kidneys weight were higher ($P<0,05$) in animals that received supplementation with ractopamine, and the other organs were not affected by treatment. For the performance variables, the optimum ractopamine level of inclusion was 20 ppm, however there was no effect on the carcass characteristics.

Key words: Additive, carcass, distribution of energy, performance, swine.

Introdução

Como forma de atender o mercado consumidor cada vez mais exigente com a qualidade do produto que consome, principalmente com relação a carne suína e incrementar o ganho em carne magra, diversas alternativas nutricionais que proporcionem uma menor deposição de gordura e maior deposição de músculo na carcaça de suínos vem sendo estudadas. O uso de aditivos, principalmente os repartidores de energia tem sido uma dessas alternativas nutricionais avaliadas. Com a aprovação do uso da ractopamina, um aditivo beta-adrenérgico na alimentação de suínos, têm-se a disposição uma alternativa para potencializar o desempenho e a produção de carne desses animais, beneficiando assim todos os componentes da cadeia produtiva.

O principal mecanismo de ação da ractopamina é agir modificando o metabolismo animal, principalmente nas células adiposas, sendo responsável pela redução da síntese e deposição de gordura subcutânea (Cantarelli, 2007). Há ainda uma ação nas células protéicas, onde ocorre aumento da síntese de proteína promovendo melhoras sobre as características quantitativas das carcaças dos suínos (Schinckel et al., 2003).

Têm-se observado que a suplementação de ractopamina possibilita redução na espessura de toucinho e aumentos na porcentagem de carne magra e rendimento de carcaça (Marinho et al., 2007a; Pereira et al., 2008). Além disso, as modificações metabólicas proporcionadas pela utilização da ractopamina na dieta também tem melhorado de forma significativa o desempenho desses animais (Marinho et al., 2007ab).

Com a adição da ractopamina na dieta, observa-se uma maior eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos, o que leva conseqüentemente a melhores resultados de desempenho (Marinho et al., 2007b). No entanto, quando esses animais são submetidos a ambientes de altas temperaturas, observa-se o acionamento de mecanismos termorregulatórios para redução do impacto do ambiente quente sobre seu organismo, o que faz com que parte da energia líquida para deposição de tecidos seja perdida o que ocasiona uma queda no desempenho desses animais (Orlando et al., 2001). Na literatura não existem trabalhos que associem o uso da ractopamina para suínos mantidos em ambiente de estresse por calor.

Sabe-se que suínos em terminação, por serem mais pesados, são mais sensíveis aos efeitos do estresse térmico causado pelas temperaturas ambientais elevadas, sendo que a piora observada no desempenho desses animais deve-se principalmente pela redução no consumo de alimentos e pelo custo energético associado aos processos de termorregulação (Manno et al., 2006).

Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar níveis de ractopamina na dieta de suínos machos castrados em terminação mantidos em ambiente de estresse por calor sobre o desempenho, características quantitativas de carcaça e respostas viscerais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na câmara climática do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, no município de Campo Grande/MS.

Foram utilizados 48 suínos machos castrados, geneticamente similares, com peso médio inicial de $67,3 \pm 3,8$ kg. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso composto por quatro níveis de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) e seis repetições, sendo cada unidade experimental constituída por dois animais. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial dos animais. O período experimental teve duração de 28 dias.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 7:00, 12:00 e 17:00 horas, por meio de um conjunto de termômetros de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro, os quais foram instalados no centro da câmara climática e mantidos a uma altura correspondente à meia altura do corpo dos animais. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981), caracterizando assim o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 4) foram isonutritivas, preparadas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas. A formulação foi realizada para suplantar as exigências aminoacídicas dos animais, de acordo com informações contidas em Rostagno et al. (2005). Os diferentes níveis de ractopamina foram obtidos a partir da inclusão de ractopamina em substituição ao caulim. As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental.

Foram coletados diariamente os resíduos de ração do chão que foram somados às sobras do comedouro ao final do período experimental, determinando-se dessa forma o consumo de ração diário (CRD). Os animais foram pesados no início e no final do experimento para a determinação do ganho de peso diário (GPD) e da conversão alimentar (CA). Ao término do experimento os animais foram transportados para o frigorífico, onde permaneceram em baia de espera, com acesso a água e sob jejum de sólidos por 24 horas.

Previamente ao abate, os animais foram novamente pesados para determinar o rendimento de carcaça e abatidos por insensibilização mecânica e sangria. Posteriormente procedeu-se a escalda, depilação, toailete e abertura da carcaça para a evisceração.

Tabela 4. Composição centesimal e nutricional das dietas experimentais para suínos em terminação mantidos sob estresse por calor

Ingredientes	Níveis de ractopamina, ppm			
	0	5	10	20
Milho	71,847	71,847	71,847	71,847
Farelo de soja (45%)	25,230	25,230	25,230	25,230
Fosfato bicálcico	0,784	0,784	0,784	0,784
Calcário	0,546	0,546	0,546	0,546
Premix mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix vitamínico ²	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,293	0,293	0,293	0,293
L-Lisina HCL	0,420	0,420	0,420	0,420
DL-Metionina	0,162	0,162	0,162	0,162
L-Treonina	0,168	0,168	0,168	0,168
Ractopamina	0,000	0,025	0,050	0,100
Caulim	0,100	0,075	0,050	0,000
TOTAL	100	100	100	100
Proteína bruta (%)	17,96	17,96	17,96	17,96
EM (kcal/kg)	3.230	3.230	3.230	3.230
Lisina total (%)	1,232	1,232	1,232	1,232
Lisina digestível (%)	1,100	1,100	1,100	1,100
Met+Cist digestível (%)	0,682	0,682	0,682	0,682
Treonina digestível (%)	0,737	0,737	0,737	0,737
Triptofano digestível (%)	0,182	0,182	0,182	0,182
Valina digestível (%)	0,736	0,736	0,736	0,736
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,484	0,484
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Conteúdo por quilograma: Cobre, 30.000mg; Zinco, 160.000mg; Iodo, 1.900mg; Ferro, 100.000mg; Manganês, 70.000mg; veículo, 1000 q.s.p.

² Conteúdo por quilograma: Vit. A 840.000UI; Vit D3 210.000UI; Vit. E, 1.522,5mg; Ácido fólico, 63mg; Pantotenato de Cálcio, 1.680mg; Biotina, 5,25mg; Niacina, 2.520mg; Piridoxina, 210mg; Riboflavina, 588mg; Tiamina, 210mg; Vit. B12, 3.150mg; Vit. K3, 105mg; Selênio, 63mg; Colina, 65.250mg; ; veículo, 1000 q.s.p.

Ao final da linha de abate foram pesadas as carcaças para a determinação do peso e o rendimento de carcaça quente. As carcaças foram divididas longitudinalmente e realizados cortes na metade esquerda para a exposição do músculo *Longísimus dorsi* e do toucinho para a determinação da profundidade do músculo (PM) e da espessura de toucinho (ET), com o auxílio de um paquímetro. Para determinação da área de olho de lombo (AOL) utilizou-se uma folha de papel vegetal a qual foi colocada em cima do lombo,

contornando-o com o auxílio de uma caneta de retroprojektor de ponta fina. O desenho do músculo foi colocado sobre papel milimetrado fazendo-se assim a contagem dos pontos que estão localizados dentro da área demarcada, sendo que cada ponto representou uma área de $0,25 \text{ cm}^2$. Também foram medidos os comprimentos das carcaças (CC) a partir do bordo cranial da sínfese pubiana até o bordo cranial do atlas, com o auxílio de uma fita métrica.

O percentual de carne magra na carcaça foi determinado por meio da equação proposta por Bridi & Silva (2007): $\text{Rendimento de carne (\%)} = 60 - (\text{espessura de toucinho} \times 0,58) + \text{profundidade do músculo} \times 0,10$.

Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi levado em consideração o peso da carcaça quente (Pcarq) e o percentual de carne magra estimada na carcaça (Pcmf) de acordo com a equação sugerida por Guidoni (2000): $\text{Índice de Bonificação} = 23,6 + 0,286 \times \text{Pcarq} + \text{Pcmf}$.

Foi realizada a pesagem das vísceras (fígado, pulmões, rins, baço, coração e intestino delgado) e a medição do comprimento do intestino delgado.

As variáveis avaliadas foram as de desempenho (ganho de peso, conversão alimentar, consumo de ração), características quantitativas de carcaça (rendimento, espessura de toucinho, percentual de carne magra, profundidade de músculo, área de olho de lombo e comprimento de carcaça), índice de bonificação de carcaça e análise de vísceras (peso de fígado, pulmões, rins, baço, coração, intestino delgado e comprimento de intestino delgado).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS (2002), sendo que os graus de liberdade para níveis de ractopamina foram desdobrados em polinômios ortogonais e as estimativas do melhor nível de ractopamina para os machos castrados foi determinado por meio de análises de regressão.

Resultados e Discussão

Durante o período experimental a temperatura média do ar registrada no interior da câmara climática foi de $31,8 \pm 2,0^\circ\text{C}$, a umidade relativa foi de $72,6 \pm 10,2\%$, a temperatura de globo negro foi de $32,2 \pm 2,2^\circ\text{C}$ e o ITGU calculado foi de $82,7 \pm 2,8$. A temperatura média do ar obtida pode ser considerada como de estresse por calor para suínos em fase de terminação, por estar acima da temperatura crítica máxima para esta categoria, conforme estabelecido por Sampaio et al. (2004).

O ITGU obtido foi próximo aos 82,2 e 83,2 verificados, respectivamente, por Kiefer et al. (2005) e Tavares et al. (2000) para suínos mantidos sob temperaturas ambientais elevadas. Assim, de acordo com a literatura e com base nos valores de temperatura e de ITGU obtidos neste estudo, podemos caracterizar o ambiente térmico como sendo de estresse por calor.

Os resultados de desempenho encontram-se na Tabela 5. Os níveis de ractopamina não influenciaram ($P>0,05$) o consumo de ração diário. Da mesma forma, Trapp et al. (2002) avaliando níveis de 0, 5, 7,5 e 10 ppm de ractopamina também não constataram efeito sobre o consumo de alimento. Por outro lado, Crome et al. (1996) observaram que a suplementação de 20 ppm de ractopamina provocou redução do consumo de ração principalmente nas duas últimas semanas de suplementação, o que ficou de acordo com os resultados obtidos por See et al. (2004) ao avaliar níveis de 0 e 11,7 ppm de ractopamina.

Tabela 5. Desempenho de suínos em terminação mantidos em ambiente de estresse térmico, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina

Variáveis	Níveis de ractopamina, ppm				< P	CV %
	0	5	10	20		
Peso inicial, kg	67,90	66,75	67,20	67,18	0,98	6,50
Peso final, kg*	80,70	82,00	83,10	86,60	0,01	4,38
Ganho de peso diário, kg*	0,45	0,54	0,56	0,68	0,01	15,02
Consumo de ração diário, kg	1,59	1,56	1,55	1,64	0,55	8,93
Conversão alimentar, kg/kg*	3,84	2,96	2,84	2,43	0,04	17,22

*Efeito linear ($P<0,05$).

O consumo médio de ração verificado neste estudo foi de 1,59 kg/dia, enquanto Xiao et al. (1999) ao trabalharem com animais na mesma faixa de peso, recebendo 0 ou 20 ppm de ractopamina, verificaram que o consumo foi de aproximadamente 2,49 kg/dia. Diante disso, pode-se inferir que houve uma redução drástica do consumo de ração no presente estudo, o que se deve ao fato de que, quando submetidos a altas temperaturas ambientais, os suínos têm como resposta imediata uma queda no consumo voluntário de alimentos, o que representa uma tentativa do animal para minimizar a produção de calor provocada pelo metabolismo dos nutrientes (Fávero & Bellaver, 2001).

Embora o consumo de ração não tenha sido afetado pelos tratamentos, observou-se aumento linear ($P<0,05$) do ganho de peso diário em função do aumento da concentração de ractopamina na dieta ($\hat{Y} = 0,4764 + 0,010x$, $R^2=0,46$). Os animais alimentados com a dieta contendo 20 ppm de ractopamina apresentaram ganho de peso diário 230 g superior em

relação àqueles não suplementados, o que equivale ao aumento de aproximadamente 51% no ganho diário. Para os níveis de 5 e 10 ppm este aumento foi de 20 e 24,4% respectivamente.

Os resultados para ganho de peso obtidos neste estudo estão em concordância com os verificados por Marinho et al. (2007a), que ao suplementar suínos em terminação com 5 ppm de ractopamina observaram que estes animais depositaram cerca de 168 g/dia a mais de peso em relação aos animais não suplementados, o que representa uma melhora de 12,2% no ganho de peso diário.

A melhora do ganho de peso de suínos em resposta ao uso da ractopamina tem sido comumente verificada na literatura (Smith et al., 1995; Marinho et al., 2007ab), no entanto Pereira et al. (2008) observaram que a suplementação de 5 ppm de ractopamina na dieta para leitoas em terminação não afetou o ganho de peso e as demais variáveis de desempenho avaliadas. Segundo estes autores, o nível de lisina utilizado (0,87%), embora estivesse de acordo com a recomendação proposta pela literatura, não foi suficiente para atender o potencial de crescimento desses animais, o que acabou limitando o ganho de peso diário. De acordo com Xiao et al. (1999), quando se faz a suplementação das dietas com ractopamina é necessário elevar os níveis de aminoácidos na dieta, principalmente os níveis de lisina, para que assim a ractopamina possa demonstrar com eficiência sua ação sobre o desempenho e características de carcaça de suínos.

O aumento do ganho de peso, sem modificação do consumo de alimento, obtidos no presente estudo, resultou em melhora ($P < 0,05$) da conversão alimentar, a qual reduziu linearmente com o aumento do nível de ractopamina na dieta ($\hat{Y} = 3,3010 - 0,0464x$, $R^2 = 0,34$). Constatou-se, neste estudo, que o nível de 20 ppm de ractopamina proporcionou aos suínos uma melhora de aproximadamente 36% na conversão alimentar em relação ao grupo não suplementado.

Efeitos positivos do uso da ractopamina sobre a conversão alimentar também foram relatados por Crome et al. (1996), que obtiveram melhora de 18,6% em suínos abatidos aos 125 kg e suplementados com 20 ppm do aditivo. Da mesma forma, Marinho et al. (2007a) observaram melhora de 12,5% para a conversão alimentar nos suínos em terminação recebendo 5 ppm de ractopamina na dieta em relação ao grupo controle.

O aumento do ganho de peso e a melhora da conversão alimentar podem ser explicados pelo efeito da ractopamina sobre a alteração do metabolismo, em que ocorre aumento da síntese protéica e bloqueio parcial da lipogênese (Schinckel et al., 2003). Conseqüentemente ocorre uma alteração na composição do ganho dos animais que passam a depositar mais proteína e menos gordura, sendo que este aumento no depósito protéico, por agregar 35% de

água, é um dos principais fatores que justificam os melhores resultados obtidos tanto para ganho de peso quanto para conversão alimentar (Marinho et al., 2007a).

Também foi constatado efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis de ractopamina sobre o peso final dos suínos ($\hat{Y} = 80,1977 + 0,3481x$, $R^2 = 0,33$), sendo que os animais que receberam a dieta contendo 20 ppm de ractopamina apresentaram peso médio final de 7,3% superior em relação aos animais não suplementados. Estes resultados devem-se ao aumento de aproximadamente 230 g verificado no ganho de peso diário o que proporcionou, conseqüentemente, aumento do peso final desses animais. Para os níveis de 5 e 10 ppm o aumento do peso final ($P < 0,05$) foi de aproximadamente 1,6 e 2,9%, respectivamente.

Da mesma forma, Marinho et al. (2007b) ao testarem a suplementação de 5 ppm de ractopamina para suínos em terminação constataram aumento de 9% no ganho de peso, o que levou a uma melhora de aproximadamente 3% no peso final. Por outro lado, Adeola et al. (1990) não verificaram efeito da ractopamina sobre esta variável.

Por ter ocorrido uma redução no consumo de ração, devido ao estresse por calor sofrido pelos animais, verificou-se que o peso final ficou abaixo daqueles encontrados na literatura para suínos recebendo ractopamina na dieta. Xiao et al. (1999) trabalharam com animais de peso inicial de aproximadamente 64 kg suplementados ou não com 20 ppm de ractopamina e obtiveram, respectivamente, o peso final de 91,7 e 94,2 kg. Assim, de acordo com os resultados obtidos no presente estudo, pode-se inferir que a ractopamina melhorou o desempenho dos suínos mantidos em ambiente de calor, no entanto, os resultados foram inferiores aqueles obtidos em estudos nos quais os animais não sofreram efeitos de altas temperaturas ambientais.

Devido às melhoras observadas para as variáveis de desempenho, foi possível afirmar que a ractopamina melhorou a eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos em terminação e mantidos em ambiente de estresse térmico. Esses nutrientes são direcionados para serem depositados no tecido muscular, já que a síntese de tecido magro requer menos energia que a síntese de gordura (Ludke et al., 1998; Schinckel et al., 2003).

Os resultados das características quantitativas da carcaça dos suínos encontram-se na Tabela 6. Não foi observado efeito ($P > 0,05$) dos níveis de ractopamina sobre as características de carcaça avaliadas.

Tem-se constatado por vários pesquisadores (Marinho et al., 2007ab; Pereira et al., 2008) efeitos positivos do uso da ractopamina sobre a redução na espessura de toucinho e aumentos na profundidade de músculo e porcentagem de carne magra na carcaça. Isto ocorre porque este aditivo proporciona redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo, ao

mesmo tempo há aumento na síntese de proteína no músculo (Schinckel et al., 2003). Além disso, ocorre uma ligação da ractopamina com os receptores da membrana o que desencadeia uma série de eventos que levam ao aumento no diâmetro das fibras musculares (Aalhus et al., 1990).

Tabela 6. Características de carcaça de suínos em terminação mantidos em ambiente de estresse por calor, alimentados com dietas suplementadas com diferentes níveis de ractopamina

Variáveis	Níveis de ractopamina, ppm				< P	CV %
	0	5	10	20		
Peso da carcaça, kg	64,87	65,45	66,75	69,73	0,15	4,71
Rendimento de carcaça, %	84,01	84,05	84,32	83,40	0,86	2,00
Espessura de toucinho, mm	7,25	7,33	7,33	6,75	0,97	30,30
Profundidade de músculo, mm	54,25	54,50	56,50	59,75	0,17	6,88
Carne magra na carcaça, %	61,22	61,20	61,40	62,06	0,81	2,40
Comprimento de carcaça, cm	89,75	90,17	91,50	92,50	0,39	2,83
Área de olho de lombo, cm ²	38,50	37,36	38,29	43,75	0,20	11,28
Índice de Bonificação	103,37	103,52	104,09	105,60	0,08	1,21

Esses resultados benéficos da ractopamina sobre as características de carcaça encontrados na literatura, geralmente são obtidos em animais que permanecem durante o período experimental em condições de conforto térmico, onde a temperatura ambiente varia entre de 12 a 21°C (Fávero, 2003). Este fato pode justificar a não obtenção de melhora significativa da ractopamina sobre as características de carcaça neste estudo.

O mecanismo pelo qual o ambiente térmico influencia nas respostas ao uso de ractopamina ainda não é bem esclarecido, devido a ausência de trabalhos que avaliem esta associação (ambiente x ractopamina). Porém, sabe-se que a temperatura tem grande influência sobre as respostas metabólicas e fisiológicas dos animais. Dentre as respostas dos suínos submetidos a ambientes de altas temperaturas está a redução no consumo de ração, visando um menor incremento calórico gerado pelos processos metabólicos. Além disso, ocorre diminuição do peso do trato gastrointestinal e vísceras o que também contribui para a redução na produção endógena de calor, já que estes são responsáveis por significativa parcela do calor produzido pelo animal (Van Milgen et al., 1998).

Diante desses resultados referentes as características quantitativas de carcaça, pode-se observar que não houve coerência com as respostas esperadas pelo uso da ractopamina observadas na literatura, o que provavelmente deve-se ao fato de ter ocorrido efeito do ambiente térmico sobre a ação deste aditivo.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados obtidos para peso dos órgãos e comprimento de intestino delgado. A suplementação de ractopamina na dieta dos suínos não afetou ($P>0,05$) o peso dos pulmões, coração, baço e intestino delgado. Da mesma forma, não foi constatado efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre o comprimento do intestino delgado. Corroborando com estes resultados, Adeola et al. (1990) avaliaram o uso de 0 e 20 ppm de ractopamina para suínos machos em terminação e não observaram efeito sobre o peso dos órgãos. Por outro lado, o aumento da concentração de ractopamina na dieta afetou ($P<0,05$) o peso de fígado e rins, que reduziram de forma linear com o aumento da concentração de ractopamina na dieta ($\hat{Y}=1,3325 - 0,0086x$, $R^2=0,19$ e $\hat{Y}=0,2798 - 0,0016x$, $R^2=0,18$, para fígado e rins respectivamente).

Tabela 7. Pesos dos órgãos e comprimento de intestino delgado de suínos machos castrados suplementados com ractopamina e submetidos a estresse por calor

Variáveis	Níveis de ractopamina (ppm)				< P	CV %
	0	5	10	20		
Fígado (kg)*	1.322	1.312	1.233	1.160	0,02	10,75
Pulmões (kg)	0,684	0,896	0,715	0,856	0,38	28,11
Rins (kg)*	0,290	0,266	0,251	0,255	0,04	10,02
Baço (kg)	0,122	0,112	0,132	0,123	0,42	11,19
Coração (kg)	0,297	0,262	0,296	0,305	0,13	8,32
Intestino delgado (kg)	1.333	1.695	1.120	1.336	0,43	20,87
Intestino delgado (m)	20,767	19,573	19,900	20,117	0,75	10,02

*Efeito linear ($P<0,05$).

Constata-se que as concentrações dietéticas de aminoácidos utilizadas neste estudo estão acima das recomendadas pela literatura (Rostagno et al., 2005), uma vez que suínos suplementados com ractopamina exigem maiores níveis de aminoácidos para que a ractopamina possa expressar seus efeitos sobre o desempenho e as características de carcaça (Marinho et al., 2007a). Além disso, sabe-se que um dos efeitos provocados pela inclusão deste aditivo na dieta é a melhora da eficiência de utilização dos nutrientes. Assim, ao se fazer uma suplementação com ractopamina, os suínos apresentam maior eficiência de utilização dos aminoácidos da dieta. Por outro lado, os suínos que não são suplementados não apresentam a mesma eficiência de utilização dos nutrientes da dieta. Assim, o excesso de aminoácidos que não foi utilizado pelo organismo necessita ser catabolizado, acarretando sobrecarga hepática e renal, uma vez que estes são os principais tecidos responsáveis pela eliminação do excesso de nitrogênio da dieta (Ferreira et al., 2006). Essas alterações metabólicas podem explicar o

aumento do peso de fígado e rins obtidos nos suínos não suplementados com ractopamina neste estudo.

Conclusões

A suplementação de ractopamina na dieta de suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor melhora o desempenho dos animais, sendo que o nível ótimo de inclusão é de 20 ppm, porém não melhora as características quantitativas das carcaças.

A suplementação de ractopamina reduz os pesos do fígado e rins, sem alterar, o peso dos demais órgãos e o comprimento do intestino delgado dos suínos.

Literatura Citada

- AALHUS, J.L.; JONES, S.D.; SCHAEFER, S.D.M. et al. The effect of ractopamine on performance, carcass composition and meat quality of finishing pigs. **Canadian Journal of Animal Science**, v.70, n.5, p.943-952, 1990.
- ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3633-3641, 1990.
- BRIDI, A.M. SILVA, C.A. **Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína**. Londrina: Midiograf, 97p. 2007.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe-humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the ASAE**, v.24, p.711-714, 1981.
- CANTARELI, V.S. **Ractopamina em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita**. Lavras: UFLA, 2007. Tese (Doutorado).
- CROME, P.K.; McKEITH, F.K.; CARR, T.R. et al. Effect of ractopamine on growth performance, carcass composition, and cutting yields of pigs slaughtered at 107 and 125 kilograms. **Journal of Animal Science**, v.74, p.709-716, 1996.
- FAVERO, J.A.; BELLAVAR, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas, SP. Anais... Campinas: CTC/ITAL, 2001. p.2-25.
- FAVERO, J.A. **Produção de suínos**. CNPSA: Embrapa Suínos e Aves. Versão eletrônica. 2003. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Suinos/SP_Suinos/construcao.html>. Acesso em 18/11/2008.
- FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Redução da proteína bruta da ração e suplementação de aminoácidos para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg mantidos em ambiente de alta temperatura. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1056-1062, 2006.

- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: 1ª Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Concórdia: Santa Catarina, 14p., 2000.
- KIEFER, C., FERREIRA, A.S.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Exigência de metionina mais cistina digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambiente de alta temperatura dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.104-111, 2005.
- LUDKE, J.V.; BERTOL, T.M.; SCHEUERMANN, G.N. et al. Manejo da alimentação. In: SOBESTIANSKY, J. et al. (Ed.) **Suinocultura Intensiva: Produção, Manejo e Saúde do Rebanho**. Concórdia: Embrapa-CNPSA, 1998, 388p.
- MANNO, M.C.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. et al. Efeitos da temperatura ambiente sobre o desempenho de suínos dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.471-477, 2006.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito da ractopamina e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1061-1068, 2007a.
- MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1791-1798, 2007b.
- ORLANDO, U.A.D.; OLIVEIRA, R.F.M.; DONZELE, J.L. Níveis de proteína bruta para leitões dos 30 aos 60 kg mantidas em ambiente de alta temperatura (31°C). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1536-1543, 2001.
- PEREIRA, F.A.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeitos da ractopamina e de dois níveis de lisina digestível na dieta sobre o desempenho e características de carcaça de leitões em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.943-952, 2008.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2.ed. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 186p., 2005.
- SAMPAIO, C.A.P.; CRISTANI, J.; DUBIELA, J.A. et al. Avaliação do ambiente térmico em instalações para crescimento e terminação de suínos utilizando os índices de conforto térmico nas condições tropicais. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.785-790, 2004.
- SAS. **SAS User's guide**. SAS Institute: North California, USA, 2002.
- SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pig fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1106-1119, 2003.

- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.
- SMITH, W.C.; PURCHAS, R.W.; ENKEVORT, A.V. et al. Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.38, p.373-380, 1995.
- TAVARES, S.L.S.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Influência da temperatura ambiente sobre o desempenho e os parâmetros fisiológicos de suínos machos castrados dos 30 aos 60 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.199-205, 2000.
- TRAPP, S.A.; RICE, J.P.; KELLY, D.T. et al. Evaluation of four ractopamine use programs on pig growth and carcass characteristics. **Purdue University: Swine Research Report**, p.62-71, 2002.
- VAN MILGENT, J.; BERNIER, J.F.; LECOZLER, Y. et al. Major determinants of fasting heat production and energetic cost of activity in growing pigs of different body weight and breed/castration combination. **British Journal of Nutrition**, v. 79, p. 509-517, 1998.
- XIAO, R.J.; XU, Z.R.; CHEN, H.L. Effects of ractopamine at different dietary protein levels on growth performance and carcass characteristics in finishing pigs. **Animal Feed Science and Technology**, v.79, p.119-127, 1999.

Conclusões gerais

A suplementação de ractopamina na dieta dos suínos machos castrados em terminação, mantidos em ambiente termoneutro, melhora o desempenho e as características quantitativas de carcaça, sendo que o nível ótimo de inclusão é de 20 ppm.

A suplementação de ractopamina na dieta de suínos machos castrados em terminação mantidos sob estresse por calor melhora o desempenho dos animais, sendo que o nível ótimo de inclusão é de 20 ppm, porém não melhora as características quantitativas das carcaças.

A suplementação de ractopamina reduz os pesos do fígado e rins, sem alterar, o peso dos demais órgãos e o comprimento do intestino delgado dos suínos.