

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

**RELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA:
RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM FASE DE TERMINAÇÃO
SUBMETIDOS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

*NET ENERGY LEVELS: RACTOPAMINE RATIOS FOR FINISHING SWINE
AT DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS*

Mariana Souza de Moura

CAMPO GRANDE
MATO GROSSO DO SUL - BRASIL
FEVEREIRO - 2010

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

**RELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA:
RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM FASE DE TERMINAÇÃO
SUBMETIDOS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS**

*NET ENERGY LEVELS: RACTOPAMINE RATIOS FOR FINISHING SWINE
AT DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS*

Mariana Souza de Moura

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 – 2010

*Aos meus pais Ronaldo Malvazzo de Moura
e Roseli Aparecida Daniel de Souza Moura,
por valorizarem meus estudos, me
incentivando e apoiando durante todo esse
percurso com todo amor e carinho.*

Dedico

*“Quando a gente acha que tem todas as respostas,
vem à vida e muda todas as perguntas...”*

Luis Fernando Veríssimo

AGRADECIMENTOS

À Deus pela vida, saúde e por todas as oportunidades a mim concedida.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, em especial ao Programa de Mestrado em Ciência Animal pela oportunidade de realização deste trabalho.

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;

Ao Professor Doutor Charles Kiefer pelo acompanhamento e orientação que resultaram na realização desse trabalho; pela oportunidade de crescimento; pela confiança no meu potencial e disponibilização de atenção e amizade no decorrer do projeto.

Ao Professor Doutor Alfredo Sampaio Carrijo pela amizade, companheirismo e apoio durante a execução desse trabalho.

A todos os funcionários da Universidade, que me ajudaram na execução desse trabalho, em especial, ao Miguel, que me ajudou sempre que necessário.

Aos colegas de Mestrado, Elizangela Alves da Silva, Amélia Maria Garcia Lima, Alexandre Pereira dos Santos e Heloisa Gonçalves Oliveira, pelo apoio, ajuda e incentivo na execução desse projeto.

Aos estagiários e colaboradores: Camilla Mendonça, Clariana Nantes, Mohammed Luz, Lucia Lucas, Elaine Rosa, Leandro Pereira, Caiki Fantini, Frederico e Adriano, por me ajudarem durante tanto tempo para que esse projeto se realizasse.

Ao meu namorado Guilherme, pela ajuda emocional, pelo companheirismo, e pela ajuda nesse experimento.

Enfim, à todos que direta ou indiretamente me acompanharam, ajudaram, deram força e proporcionaram a realização desse trabalho. O meu muito obrigada!

LISTA DE FIGURAS

“Página”

Figura 1 – Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos.....	05
---	----

LISTA DE TABELAS

	“Página”
Tabela 1 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais de leitoas em terminação sob estresse por calor.....	...18
Tabela 2 - Desempenho de leitoas em terminação, sob estresse por calor, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac).....	...21
Tabela 3 – Características de carcaça de leitoas em terminação, sob estresse por calor, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac).....	...23
Tabela 4 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais de leitoas em terminação sob conforto térmico.....	...34
Tabela 5 - Desempenho de leitoas em terminação, sob conforto térmico, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac).....	...37
Tabela 6 – Características de carcaça de leitoas em terminação, sob conforto térmico, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac).....	...39

SUMÁRIO

	“Página”
INTRODUÇÃO.....	...01
1 Metabolismo lipídico.....	...02
2 Ractopamina.....	...03
3 Utilização de energia pelos animais.....	...07
4 Temperatura sobre o desempenho dos suínos.....	...08
REFERÊNCIAS.....	...10
NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA E RACTOPAMINA PARA LEITOAS EM TERMINAÇÃO SOB ESTRESSE POR CALOR.....	...14
Resumo.....	...14
Abstract.....	...15
Introdução.....	...16
Materiais e Métodos.....	...17
Resultados e Discussão.....	...20
Conclusões.....	...26
Literatura citada.....	...26
NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA E RACTOPAMINA PARA LEITOAS EM TERMINAÇÃO SOB CONFORTO TÉRMICO.....	...30
Resumo.....	...30
Abstract.....	...31
Introdução.....	...32
Materiais e Métodos.....	...32
Resultados e Discussão.....	...36
Conclusões.....	...42
Literatura citada.....	...42
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	...46

RELAÇÃO ENTRE NÍVEIS DE ENERGIA LÍQUIDA: RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM FASE DE TERMINAÇÃO SUBMETIDOS A DIFERENTES AMBIENTES TÉRMICOS

Resumo – A composição de carcaças pode ser alterada pela disponibilidade de proteína e energia na dieta. Estudos recentes indicam que os suínos são limitados no que diz respeito à ingestão energética e podem responder ao tratamento com compostos β -adrenérgicos. O conhecimento da relação entre a energia dietética, com a eficácia dos agonistas β -adrenérgicos como agente repartidor de nutrientes é importante por dois motivos: primeiro, esta informação é necessária para a aplicação mais eficaz desses agentes; em segundo lugar, compreensão do modo de ação dos mesmos. Os repartidores de energia β -adrenérgicos, como a ractopamina, vêm ganhando destaque entre os aditivos alimentares utilizados de forma a modificar o metabolismo animal, promovendo deposição do tecido muscular em oposição ao tecido adiposo. Entretanto, pouco se conhece sobre as implicações de seu uso, especialmente em relação à sua interação com os demais nutrientes da dieta. Supõe-se que as alterações metabólicas causadas pela ractopamina podem interferir nas exigências nutricionais dos animais. Assim, um aumento substancial no ganho de peso dos suínos estaria relacionado com a necessidade de um aporte maior de nutrientes nas dietas, visto a relação direta entre nutrientes e a deposição protéica. No entanto, sabe-se que no estado de Mato Grosso do Sul são registradas altas temperaturas durante grande parte do ano, sendo de extrema importância avaliar o efeito dos níveis energéticos e da ractopamina sobre os suínos quando submetidos a estas condições climáticas. Neste contexto, realizou-se o presente estudo para avaliar níveis de energia líquida (EL) e ractopamina na dieta de leitões em terminação mantidas em diferentes ambientes térmicos. Foram realizados dois experimentos, um sob temperaturas ambientais de estresse por calor e outro sob conforto térmico, com duração de 28 dias cada. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial 4 x 2, composto por quatro níveis de energia líquida (2.300; 2.424; 2.548 e 2.668 kcal/kg de ração) e dois níveis de ractopamina na dieta (0 e 20 ppm). No primeiro experimento, os animais foram mantidos sob estresse por calor (29,5°C). Foi constatada interação ($P < 0,05$) entre os níveis de EL e de ractopamina, sendo que a inclusão de 20 ppm de ractopamina nas dietas contendo 2.548 e 2.668 kcal de EL proporcionou redução ($P < 0,05$) da espessura de toucinho, aumento ($P < 0,05$) da porcentagem de carne magra e do índice de bonificação de carcaças. A

utilização de 20 ppm de ractopamina na dieta melhorou ($P<0,05$) a conversão alimentar e aumentou ($P<0,05$) a quantidade de carne magra nas carcaças. No segundo experimento, os animais foram mantidos sob ambiente de conforto térmico ($21,5^{\circ}\text{C}$). Constatou-se interação ($P<0,05$) entre níveis de EL e ractopamina, em que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas contendo 2.668 kcal de EL/kg de ração resultou em redução ($P<0,05$) da espessura de toucinho e por consequência aumento ($P<0,05$) da porcentagem de carne magra e do índice de bonificação de carcaças. A inclusão de 20 ppm de ractopamina proporcionou aumento ($P<0,05$) do ganho diário de peso, melhora ($P<0,05$) na conversão alimentar, proporcionando maior ($P<0,05$) peso de carcaça quente e aumentando ($P<0,05$) a quantidade de carne magra nas carcaças. Concluiu-se que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas com elevado nível energético reduz a espessura de toucinho e por consequência aumenta a porcentagem de carne magra e melhora o índice de bonificação de carcaças em leitoas sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico. A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta melhora a conversão alimentar, aumenta quantidade de carne magra nas carcaças em leitoas sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico. A inclusão do aditivo também aumenta o ganho diário de peso e o peso de carcaça em leitoas sob conforto térmico independentemente do nível energético da dieta. Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico.

Palavras-chave: aditivo, ambiente térmico, carcaça, desempenho, energia, leitoas

NET ENERGY LEVELS: RACTOPAMINE RATIOS FOR FINISHING SWINE AT DIFFERENT THERMAL ENVIRONMENTS

Abstract - The composition of carcasses can be altered by the availability of protein and energy in the diet. Recent studies indicate that swine are limited concerning energy intake and may respond to treatment with β -adrenergic compounds. The knowledge of the relationship between dietary energy, along with the efficacy dos β -adrenergic agonists, is important for two reasons: firstly, this information is necessary for a more effective application of these agents; and in second place, the comprehension of their mechanism of action. The β -adrenergic agonists energy repartitioning agents such as ractopamine has been gaining prominence among feed additives used for the modification of animal metabolism, promoting the deposition of lean tissue and counteracting the adipose tissue deposition. There is, however, lack of informations regarding the implications of its use, particularly about its interaction with the other nutrients of the diet. It is supposed that the metabolic changes caused by ractopamine may interfere on the nutritional requirements of the animals. Therefore, a substantial increase on weight gain of swine would be associated to the necessity of a higher nutrient supply in the diets, due to the direct relationship between nutrients and protein deposition. However, it is known that in the state of Mato Grosso do Sul high temperatures are registered during most part of the year, thus the assessment of the effects of energy levels and of ractopamine on swine when subjected to these climatic conditions are of utmost importance. In this context, the present study was performed to assess net energy levels (NE) and ractopamine in the diet of finishing gilts maintained under different thermal environments. Tow experiments were carried out, being one under heat stress environment and the other under a thermal comfort environment, each one lasting for 28 days. An experimental design of randomized blocks was used in a factorial scheme 4x2, composed of four net energy levels (2,300; 2,424; 2,548; and 2,668 kcal/kg of diet) and two levels of dietary ractopamine (0 and 20 ppm). In the first experiment, the animals were maintained under a heat stress environment (29.5°C). There was an interaction ($P<0.05$) between energy levels and ractopamine; the inclusion of 20 ppm of ractopamine in the diets with 2,548 and 2,668 kcal of NE caused a decrease ($P<0.05$) in backfat thickness, an increase ($P<0.05$) in lean meat percentage and allowance index of carcass. The use of 20 ppm of ractopamine in the diet improved ($P<0.05$) feed:gain ratio and increased ($P<0.05$) the amount in lean meat of the

carcasses. In the second experiment, the animals were maintained under thermal comfort environment (21.5°C). There was interaction ($P<0.05$) between NE levels and ractopamine, in which the inclusion of 20 ppm of ractopamine in diets containing 2,668 kcal of NE/kg of feed resulted in reduction ($P<0.05$) of backfat thickness, and as a consequence, an increase ($P<0.05$) of lean meat percentage and allowance index of carcasses. The inclusion of 20 ppm of ractopamine caused an increase ($P<0.05$) in the daily weight gain, improvement ($P<0.05$) in the feed:gain ratio, allowing higher ($P<0.05$) hot carcass weight and increasing ($P<0.05$) the amount of lean meat in the carcasses. It is concluded that the inclusion of 20 ppm of ractopamine in diets with high energy levels decreases backfat thickness and, as a consequence, increases the lean meat percentage and raises the allowance index of carcasses of gilts maintained under heat stress and thermal comfort environments. The inclusion of 20 ppm of ractopamine in the diet improves the feed:gain ratio, increases the amount of lean meat in the carcass of gilts under heat stress and thermal comfort environments. The additive inclusion also increases daily weight gain and carcass weight of gilts under thermal comfort environment, regardless of dietary energy level. The dietary net energy levels did not influence the performance and carcass traits of finishing gilts maintained under heat stress and thermal comfort environments.

Key-words: additive, carcass, energy, gilts, performance, thermal environment

INTRODUÇÃO

A suinocultura industrial melhora continuamente a qualidade de seus produtos não só por meio do melhoramento genético, mas também por meio de estratégias nutricionais que resultam em carcaça com maior quantidade de carne, menor espessura de toucinho e maior área de olho-de-lombo. Tais características são de interesse para a indústria, uma vez que há maior possibilidade de agregar valores ao produto final e, ao mesmo tempo, atender às exigências do mercado consumidor por um produto de melhor qualidade (Cantarelli et al., 2009).

Para satisfazer as exigências de mercado e aumentar a produção de ganho em carne magra, pesquisas na área de melhoramento genético de suínos vêm sendo desenvolvidas com o intuito de aumentar a taxa de crescimento, a eficiência alimentar e a composição da carcaça, sobretudo no que se refere a quantidade de carne magra. Entretanto, para que isso ocorra, as exigências nutricionais dos suínos devem ser bem conhecidas (Kill et al., 2003).

O conteúdo energético das rações é um dos fatores nutricionais mais relevantes para o desempenho de suínos na fase de terminação. Em geral, a energia é o componente nutricional que mais onera a alimentação, isto que grande parte da ração é constituída por alimentos energéticos. Por isso, a busca pela eficiência energética na nutrição dos suínos, aliando ganhos biológicos e econômicos, tem sido contínua (Rezende et al., 2006).

Estratégias nutricionais vêm sendo adotadas visando aumentar a quantidade de carne magra na carcaça com a inclusão de aditivos com características químicas e atividades semelhantes aos hormônios denominados de catecolaminas. A ractopamina representa a principal substância com esta ação. Trata-se de um agonista β -adrenérgico, repartidor de nutrientes, análogo estrutural da adrenalina e noradrenalina, que promove o crescimento e a deposição de tecido magro e a redução no teor de gordura na carcaça de suínos em terminação (Bridi et al., 2008).

Considerando que o centro-oeste do Brasil é uma região com predominância de temperaturas elevadas, durante grande parte do ano, e ainda a influência de fatores como ractopamina e níveis de energia das dietas na produção de suínos, busca-se avaliar as interações existentes entre esses fatores em função do ambiente térmico proporcionando o estabelecimento de estratégias nutricionais diferenciadas de acordo com as condições ambientais nas quais os suínos são criados.

1 Metabolismo Lipídico

Os óleos e as gorduras são compostos de estrutura orgânica formada, na sua maioria, pela união de três ácidos graxos a um poliálcool chamado glicerol, formando uma estrutura conhecida como triglicerídeo. A proporção de ácidos graxos dos lipídeos totais, a posição do ácido graxo no triglicerídeo e a digestibilidade dos lipídeos são os fatores mais importantes para determinar seu valor nutritivo (Wiseman et al., 1990).

A maior parte das gorduras da dieta está na forma de triglicerídeos insolúveis em água e estes são emulsificados por ação dos sais biliares. Grandes glóbulos de gordura são liberados lentamente para dentro do duodeno por causa da inibição por *feed-back* do esvaziamento gástrico pelos lipídeos no duodeno. A lipase pancreática age na interface óleo-água, liberando um β -monoglicerídeo e dois ácidos graxos livres a partir das posições 1 e 3 do triglicerídeo (Argenzio, 1996).

Os ácidos graxos e monoglicerídeos são reesterificados para triglicerídeos dentro do epitélio. Os triglicerídeos são então associados com colesterol, ésteres de colesterol, fosfolipídios e pequenas quantidades de proteína para formar quilomicras. Sem a camada de proteína, a gordura é incapaz de deixar a célula (Argenzio, 1996).

Na absorção dos lipídios dietéticos pelo trato gastrintestinal, os lipídios, em sua maioria, entram nos vasos lacteais como quilomicrons junto com algumas lipoproteínas de densidade muito baixa (VLDL). Esses complexos formam-se nas células mucosas intestinais e são constituídos em grande parte por um núcleo central de triacilgliceróis. A linfa transportando lipoproteínas de origem intestinal entra no sangue sistêmico através do ducto linfático torácico. Os ácidos graxos de cadeia curta e média e o glicerol livre resultante da hidrólise completa de triacilgliceróis na luz intestinal são absorvidos via sistema porta e conduzidos diretamente ao fígado (Beitz, 1996).

A estocagem dos lipídios como triacilgliceróis ocorre em todos os tecidos, entretanto o tecido adiposo é o mais importante como depósito de lipídeos. Os triacilgliceróis estocados resultam de reação de ácidos graxos (de ação da lipase protéica em triacilgliceróis ou de síntese *de novo*) com fosfato de α -glicerol (derivado principalmente da glicose). Há diversos hormônios envolvidos no controle do processo de síntese *de novo* de ácidos graxos e triacilglicerol (lipólise) em células gordurosas do tecido adiposo. Por exemplo, a insulina estimula a síntese de ácidos graxos e triacilglicerol, aumentando a penetração de glicose através da membrana celular e em segundo lugar aumentando a atividade de várias enzimas lipogênicas. Portanto, a insulina produz concentrações menores de ácidos graxos não-esterificados no plasma sanguíneo e taxas maiores de deposição de triacilglicerol ou gordura

no tecido adiposo. A lipólise de triacilgliceróis e a subsequente liberação de ácidos graxos não-esterificados do tecido adiposo para o plasma são estimulados pela norepinefrina, epinefrina, glucagon e hormônios adrenocorticotrópicos (Beitz, 1996).

O metabolismo lipídico dos adipócitos é regulado pela insulina e pelas catecolaminas norepinefrina e epinefrina. A insulina apresenta efeito anabólico sobre o tecido adiposo. Já as catecolaminas atuam sobre receptores beta-adrenérgicos no tecido adiposo e constituem o principal mecanismo de controle do metabolismo lipídico, levando a redução no seu anabolismo e aumento do catabolismo. O tecido adiposo da maioria das espécies contém beta-receptores que, quando ativados pelas catecolaminas, promovem redução do teor de gordura do corpo. O tecido muscular também contém receptores beta-adrenérgicos que, quando acionados propiciam uma função muscular específica (Haese & Bunzen, 2005), proporcionam aumento da degradação do adipócito lipídico e a diminuição da síntese lipídica. Esses catabólicos são em oposição à insulina, pois causam efeitos anabólicos (Akanbi & Mersmann, 1996).

Alguns compostos alteram a relação lipídio: deposição protéica, sendo dois deles a somatotropina suína recombinante (pST) e do grupo das fenetilaminas ou agonistas β -adrenérgicos. Suínos tratados com esses modificadores metabólicos podem apresentar crescimento mais rápido e carcaças mais magras ao abate (Dunshea et al., 1993).

Um recurso nutricional que vem sendo utilizado para melhorar o acabamento das carcaças é a ractopamina, um agonista β -adrenérgico análogo as catecolaminas, agindo de forma a modificar o metabolismo do animal, promovendo deposição do tecido muscular em oposição ao tecido adiposo (Akanbi & Mersmann, 1996).

2 Ractopamina

A ractopamina é um repartidor de nutrientes que apresenta características químicas e atividade semelhante à de hormônios da adrenal, classificada como uma fenetanolamina. As fenetanolaminas são frequentemente denominadas de repartidores de nutrientes, devido a sua capacidade de redistribuir os nutrientes em função da alteração do metabolismo celular. Há um redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados à síntese e deposição de lipídios para a deposição de tecido muscular. Estes compostos agem com intensidade variável de acordo com a espécie e os suínos são considerados sensíveis (Vasconcelos et al., 2007).

As catecolaminas atuam sobre os receptores alfa e beta, o que irá determinar respostas diferentes. As catecolaminas podem ser divididas em naturais e sintéticas, sendo as naturais

(dopamina, L-noradrenalina e L-adrenalina) são sintetizadas a partir do aminoácido L-tirosina. Por sua vez, a ractopamina, é classificada como uma catecolamina sintética (Palermo Neto, 2002).

Agonistas β -adrenérgicos podem se ligar a receptores β_1 , β_2 e β_3 (Figura 1), o complexo agonista-receptor se liga à proteína Gs por meio da subunidade alfa, vai haver a formação do complexo agonista-receptor-proteína G, que facilita o deslocamento do GDP (guanosina difosfato) pela GTP (guanosina trifosfato), o complexo entre proteína Gs e GTP se dissocia do complexo agonista-receptor e interage com a subunidade catalítica da adenilciclase. Portanto, promovendo a conversão do ATP em AMPc (monofosfato cíclico de adenosina), que catalisa a fosforilação da cinase da fosforilase, que desta forma ativa a enzima; a seguir, a cinase da fosforilase fosforila e ativa a fosforilase. Esta seqüência de fosforilações sucessivas possibilita a amplificação do sinal, levando a respostas fisiológicas. As ações mediadas por meio dos receptores β -adrenérgicos incluem: estímulos à lipólise, aumento da contração cardíaca, aumento da neoglicogênese, glicogenólise, aumentos da insulina, glucagon e renina, e relaxamento da musculatura lisa (Palermo Neto, 2002).

Os agonistas de β -adrenoreceptores são bem absorvidos por todas as vias; de particular importância para o uso como promotores de crescimento é a absorção por via oral. Neste sentido, o pH, de natureza mais neutra, do duodeno, jejuno e íleo promove redução da ionização desses compostos, facilitando sua absorção, demonstrando que a absorção oral varia de 80 a 90% para a ractopamina, o que permite assegurar a eficácia do agente (Vital, 2002).

A ractopamina age inibindo a ligação da insulina no receptor adrenérgico dos adipócitos, antagonizando sua ação e, conseqüentemente, diminuindo a síntese e deposição de gordura nos suínos. Em relação ao metabolismo protéico, ocorre aumento da síntese de proteína levando a melhora na qualidade das carcaças dos animais submetidos à ação da ractopamina (Bellaver et al., 1991).

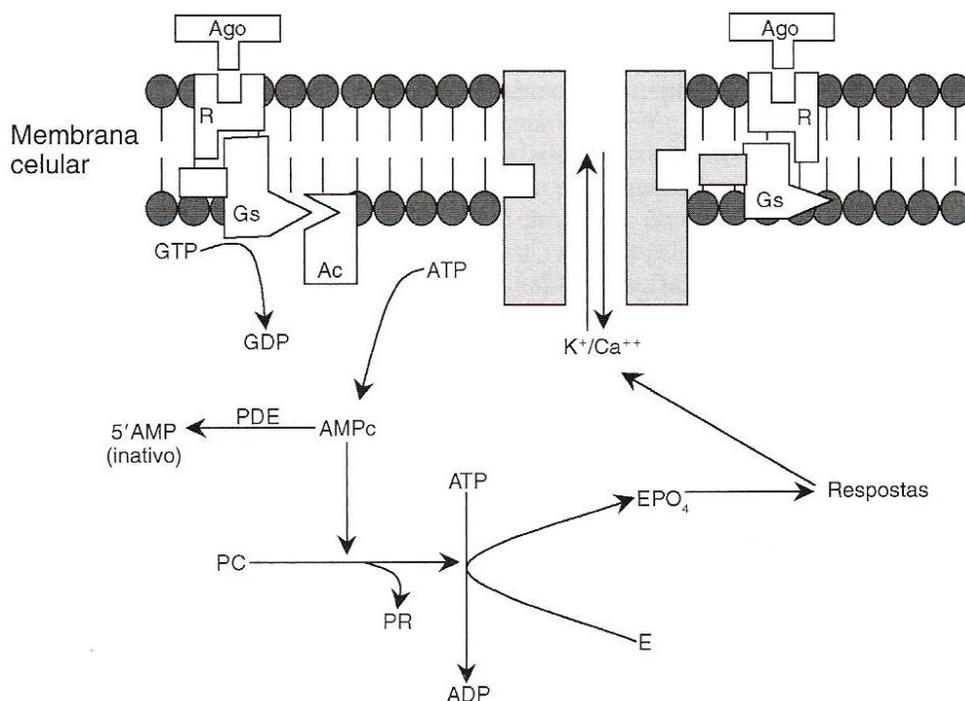


Figura 1 – Mecanismo de ação dos agonistas β -adrenérgicos. Onde: AGO: agonista β -adrenérgico, R: receptor, GDP: difosfato de guanosina, GTP: trifosfato de guanosina, Gs: proteína ativa, Ac: enzima adenilciclase, ATP: trifosfato de adenosina, AMPc: monofosfato cíclico de adenosina, PC: proteína quinase, E: enzima, EPO₄: enzima fosforilada

Fonte: Adaptado de Palermo Neto (2002).

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. 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 no qual, 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).

Vários fatores influenciam a resposta dos animais a utilização da ractopamina, dentre os quais estão o nível de inclusão, em que a partir de 5 ppm já se obtém resposta da eficácia do aditivo e sendo o nível máximo de 20 ppm (Sanches, 2009); níveis nutricionais da dieta, que devem ser corrigidos principalmente em nível de lisina, para que ocorra maior resposta da ractopamina na deposição de carne magra (Marinho et al., 2007); duração da suplementação,

sendo recomendada a duração máxima de 28 dias, já que a partir desse período ocorre desensibilização dos receptores, perdendo a eficácia do produto (Armstrong et al., 2004); peso corporal, considera-se que a suplementação deve ser realizada para animais em fase de terminação (Crome et al., 1996); genética, possui efeito mais pronunciado em animais selecionados geneticamente, já que animais obesos possuem menor número de receptores, não havendo eficácia do aditivo (Bark et al., 1992) e as condições térmicas ambientais, nas quais a eficácia da ractopamina é prejudicada para animais criados sob temperaturas elevadas (Sanches, 2009).

A resposta à suplementação de ractopamina na dieta de suínos também pode ser influenciada pelos níveis de lisina utilizados sendo que, níveis baixos na dieta podem apresentar menor deposição de proteína quando comparados com animais que não recebem a ractopamina. Isso pode ser explicado pela ação que a ractopamina exerce na redução do consumo de ração e, conseqüentemente, na redução do consumo de lisina, que afetará a resposta animal (Schinckel et al., 2003).

De uma forma geral, a ractopamina aumenta o percentual de carne magra da carcaça ao aumentar a deposição muscular e reduzir a deposição de gordura, e a deposição muscular da carcaça aumenta numa proporção maior do que o crescimento dos órgãos viscerais, de maneira que há aumento do rendimento de carcaça (Schinckel et al., 2001).

O efeito da ractopamina sobre o tecido muscular é mais pronunciado com o aumento da idade dos suínos, quando a deposição de tecido adiposo começa a superar a deposição de proteína. Os animais fisiologicamente imaturos possuem baixa densidade de receptores β -adrenérgicos ou pouca diferenciação dos receptores de ambos os tecidos, esquelético e adiposo (Bridi et al., 2008).

A ractopamina altera a composição do ganho dos animais, que depositam mais proteína e menos gordura. O aumento na deposição de proteína, por agregar 35% de água, é um dos principais fatores que justificam o aumento do ganho de peso associado à melhora na conversão alimentar. Portanto, pode-se inferir que a adição de ractopamina em dietas para suínos em terminação melhora a eficiência de utilização dos nutrientes (Marinho et al., 2007).

As características de carcaça dos suínos alimentados com dietas contendo ractopamina também podem ser melhoradas. Tem-se constatado redução na espessura de toucinho (Uttaro et al., 1993) e aumento na profundidade de músculo (Zagury, 2002), o que tem proporcionado ganhos significativos quanto ao índice de bonificação das carcaças.

3 Utilização de energia pelos animais

As necessidades de energia em suínos híbridos modernos são menores em relação ao tamanho metabólico do animal, em especial quando comparadas com animais que necessitam depositar maior quantidade de gordura na carcaça. O aumento de energia em rações para estes animais resulta em aumento da taxa de ganho de tecido magro, porém, existe um nível máximo “plateau”, a partir do qual, ocorre prejuízo, com deposição de gordura na carcaça (Quiniou et al., 1999). Estes animais regulam a sua ingestão energética de acordo com suas necessidades, como as rações com maiores teores de energia são de maior densidade nutricional e menor incremento calórico, o animal excede as suas necessidades energéticas prejudicando a qualidade da carcaça, sobretudo para os genótipos com maior capacidade de consumo (Bertechini, 2006).

Os suínos, especialmente na fase de terminação, tendem a alterar o consumo de ração, procurando ajustá-lo aos níveis de energia da dieta. Quanto mais elevado o nível de energia, menor o consumo voluntário. Portanto, a utilização de rações com alta densidade energética na fase de terminação torna o consumo voluntário dos animais reduzido (Rezende et al., 2006) e que a quantidade e a qualidade da energia consumida influenciam a deposição de gordura e proteína na carcaça de suínos de diferentes pesos (Machado & Penz Junior., 1992; Carnino, 1994) e para a elaboração de estratégias de alimentação para suínos em função do sexo (Mascarenhas et al., 2002)

Como o nível energético das dietas tem efeito significativo sobre o consumo de ração pelos animais, é desejável que as exigências nutricionais sejam expressas em relação ao conteúdo energético das rações. A adição de lipídios ou a utilização de qualquer alimento de alto valor energético visando o aumento do conteúdo energético da ração requer a correção dos valores protéicos proporcionalmente, a fim de se evitar o desbalanço entre consumo de energia e proteína e, conseqüentemente, alteração da partição da energia depositada como gordura ou proteína na carcaça (Rezende et al., 2006).

Considerando a maior quantidade de ração consumida, o ganho diário em proteína e gordura aumentam linearmente até um ponto em que o potencial máximo da taxa de deposição é atingida, em resposta ao maior fornecimento de ração. A partir de então, o excesso de energia é desviado para a deposição de gordura. A conseqüência será a redução da taxa de crescimento corporal com aumento da gordura na carcaça, ao passo que em baixo nível alimentar observa-se redução na espessura de toucinho e aumento no conteúdo protéico da carcaça (Vieira et al., 2004).

Animais geneticamente melhorados demonstram maior capacidade de deposição muscular em pesos mais elevados e menor ingestão voluntária de alimento (Moreira, 1998). Quando há excesso de energia na dieta, acima das exigências para deposição de proteína e para manutenção, ocorre aumento de deposição de gordura na carcaça (Barbosa et al., 2003).

O conhecimento das exigências nutricionais e do aproveitamento dos nutrientes pelos animais tem evoluído para a utilização de valores de energia líquida dos alimentos, por meio de equações propostas inicialmente por Noblet et al. (1994), porque parte da energia metabolizável (EM) se perde nos processos de digestão, absorção e metabolismo dos nutrientes na forma de incremento calórico (IC). A energia líquida é calculada por modelos matemáticos que estimam o gasto energético do incremento calórico (EM – IC) da proteína, carboidratos e gorduras (Bünzen et al., 2008).

4 Temperatura sobre o desempenho dos suínos

Grande parte dos conhecimentos acerca das respostas fisiológicas e efeitos de ambiente no desempenho de suínos baseiam-se em estudos com temperaturas constantes. Geralmente, em condições práticas os suínos não são criados sob temperaturas ambientais constantes. Suínos criados em confinamento podem estar sujeitos a variações de temperatura do ar causadas por insuficiência de mecanismos de controle de temperatura, construções, perdas de calor pelo animal, ou mesmo mudanças da temperatura externa (Lopez et al., 1991).

No segmento de nutrição animal, pesquisadores têm estudado a adaptação de dietas para climas quentes, pois, há algum tempo, as dietas eram formuladas com base nas exigências descritas pelo NRC (1998). Entretanto, nos últimos anos, vários trabalhos realizados sob condições ambientais de clima tropical geraram resultados publicados pelas tabelas brasileiras de exigências nutricionais (Rostagno et al., 2000; Rostagno et al., 2005).

Altas temperaturas são associadas à redução no desempenho devido a diminuição no consumo de alimento (Pupa, 2004) e ao custo energético associado à dissipação do calor. No caso da espécie suína, animais que apresentam altas taxas de deposição de carne magra são os mais prejudicados pelas altas temperaturas ambientais. O calor adicional produzido por suínos com alta deposição de tecido magro, em crescimento, aumenta a dificuldade para a manutenção da homeotermia em ambientes amenos ou quentes (Fialho et al., 2001; Brown-Brandl et al., 2001).

Para garantir o atendimento das exigências nutricionais, deve-se aumentar os níveis dos nutrientes nas rações para os animais expostos ao calor, modificando-se a densidade

energética da dieta (Tavares et al., 2000). Rações com maior nível calórico, geralmente são de custo mais elevado, porém, em certas condições ambientais, nas quais temperaturas altas afetam o consumo, estas permitem recuperar o ganho de peso, favorecendo maiores consumos de energia e outros nutrientes (Bertechini et al., 1991).

Aumento da temperatura ambiente acima do limite crítico superior da zona de termoneutralidade (ou seja, cerca de 25°C para criação de suínos) reduz o consumo diário de ração com resultados negativos e com conseqüências sobre a taxa de crescimento (Renaudeau et al., 2007). Tavares et al. (2000) constataram que animais expostos ao calor apresentaram menor ganho de peso, menor consumo de ração e pior eficiência de utilização do alimento. A conversão alimentar piorou nos animais mantidos no calor em relação ao ambiente termoneutro, evidenciando que ocorreu menor eficiência de utilização do alimento com o aumento de temperatura, o que proporcionou, associado ao menor consumo de ração, redução no ganho de peso destes animais.

Tem-se constatado que a composição de carcaça também é influenciada pela temperatura ambiente. Manno et al. (2006) observaram que suínos sob estresse por calor (32°C) depositaram aproximadamente 19% menos gordura na carcaça, quando comparados aos suínos sob conforto térmico (22°C), ao passo que a deposição diária de proteína na carcaça não foi influenciada.

O aumento da deposição de gordura em carcaças de suínos se dá quando a temperatura ambiente é termoneutra, devido a menor produção de calor com a gordura do que com carboidratos. Baixas temperaturas aumentam a deposição de gordura e a proporção de energia depositada (Doreau & Chilliard, 1997).

Neste contexto, realizou-se o presente estudo para avaliar níveis de energia líquida e ractopamina na dieta de leitoas em terminação mantidas em diferentes ambientes térmicos. Os resultados obtidos foram abordados nos artigos intitulados de “**Níveis de energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob estresse por calor**” e “**Níveis de energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob conforto térmico**”, redigidos de acordo com normas de elaboração de dissertações do programa de mestrado em Ciência Animal, com adaptações as normas da Revista Brasileira de Zootecnia.

REFERÊNCIAS

- AKANBI, K.A.; MERSMANN, H.J. β -Adrenergic receptors in porcine adipocyte membranes: modification by animal age, depot site, and dietary protein deficiency. **Journal of Animal Science**, v.74, p. 551-561, 1996.
- ARGENZIO, R.A. Digestão e absorção dos carboidratos, gorduras e proteínas. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p. 330-342.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- BARBOSA, H.C.A.; VIEIRA, A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.606-614, 2003.
- BARK, L.J.; STAHLY, T.S.; CROMWELL, G.L. et al. Influence of genetic capacity for lean tissue growth on rate and efficiency of tissue accretion in pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3391-3400, 1992.
- BEITZ, D.C. Metabolismo Lipídico. In: SWENSON, M.J.; REECE, W.O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.412-424.
- BELLAVER, C.; FIALHO, E.T.; FÁVERO, J.A. Níveis de ractopamina na dieta e efeitos sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, n.10, p.1795-1802, 1991.
- BERTECHINI, A. G.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, B.J. et al. Efeitos de programas de alimentação e níveis de energia da ração nos custos por unidade de ganho de frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.3, p.250-256, 1991.
- BERTECHINI, A.G. **Nutrição de Monogástrico**. Lavras: UFLA, 2006. 301p.
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A. et al. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.713-722, 2008.
- BUNZEN, S.; SALGUERO, S.; ALBINO, L.F.T. et al. Recentes avanços na nutrição de suínos. In: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura, 2008, Chapecó. **Anais...Chapecó: Simpósio Brasil Sul de Suinocultura**, 2008.

- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.844-851, 2009.
- CARNINO, F. **Efeito dos valores fisiológicos e nutricionais e sobre a qualidade de carcaça de suínos.** In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1994, São Paulo. Anais... São Paulo: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1994. p.133-157.
- 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.
- DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v.78, Suppl.1, p.-S15-S35, 1997.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; CAMPBELL, R.G. Interrelationships between dietary protein and ractopamine on protein and lipid deposition in finishing gilts. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2931–2941, 1993.
- FIALHO, E.T.; OST, P.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: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001.
- HAESE, D.; BUNZEN, S. Ractopamina. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.19, 2005.
- KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 95kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1647-1656, 2003.
- LOPEZ, J.; JESSE, G.W.; BECKER, B.A. et al. Effects of temperature on the performance of finishing swine: I. Effects of a hot, diurnal temperature on average daily gain, feed intake, and feed efficiency. **Journal of Animal Science**, v.69, p.1843-1849, 1991.
- MACHADO, C.P.; PENZ JR., A.M. Programa de alimentação de suínos em crescimento-acabamento; múltiplas fases e criação de animais de diferentes sexos em separado. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1992, Campinas. **Anais...** Campinas: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 1992. p.135-148.
- 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, p.1061-1068, 2007.
- MASCARENHAS, A.G.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiro dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1403-1408, 2002.
- MOREIRA, I. Nutrição de rebanhos (de suínos) geneticamente melhorados. In: SIMPOSIO NACIONAL DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. **Anais...** Uberaba: SBMG, 1998. p.177-183.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of swine**. 10.ed. Washington, D.C.: National Academic Science, 1998. 189p.
- NOBLET, J.; SHI, X.S.; DUBOIS, S. Effect of body weight on net energy value of feeds for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.72, p.648-657, 1994.
- PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores β 2-adrenérgicos e produção animal. In: SPINOZA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada a Medicina Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 545-557.
- PUPA, J.M.R. Óleos e gorduras na alimentação de aves e suínos. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.1, n.1, p.69-73, 2004.
- QUINIOU, N.; NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y. et al. Influence of energy supply on growth characteristics in pigs and consequences for growth modelling. **Livertook Prouction of Science**, v.60, p.317-328, 1999.
- RENAUDEAU, D.; HUC, E.; NOBLET, J. Acclimation to high ambient temperature in Large White and Caribbean Creole growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.85, p.779-790, 2007.
- REZENDE, W.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1101-1106, 2006.
- RIEGEL, W.E. **Bioquímica**. 1.Ed. São Leopoldo:Ed.Unisinos, 1996. 402p.
- ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. Viçosa: Horácio Santiago Rostagno, 2000. 141p.
- 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, 2005. 186p.

- SANCHES, J.F. **Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação**. 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- SCHINCKEL, A.P.; EINSTEIN, M.E.; HERR, C.T. et al. Development of models to describe the weekly response of ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.79, Suppl.2, p.54, 2001.
- SCHINCKEL, A.P.; LI, N.; RICHERT, B.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.
- 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.
- 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.
- VASCONCELOS, C.H.F.; FONTES; D.O.; CORRÊA, G.S.S. et al. Ractopamina na alimentação de suínos. **Caderno Técnico de Veterinária e Zootecnia**, v.53, p.86-108, 2007.
- VIEIRA, A.A.; BARBOSA, H.C.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos machos e fêmeas, abatidos em diferentes pesos, alimentados com dieta contendo dois níveis de energia líquida, sob restrição alimentar na fase de terminação. **Revista da Universidade Rural Rio de Janeiro**, v.24, n.1, p.155-160, 2004.
- VITAL, M.A.B.F. Agonistas e Antagonistas adrenérgicos. In: SPINOZA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada a Medicina Veterinária**. 3.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p.72-86.
- WISEMAN J.; COLE D.J.A.; HARDY B. The dietary energy values of soybean oil, tallow and their blends for growing finishing pigs. **Animal Production**, v.50, p.513-518, 1990.
- ZAGURY, F.T.R. **Efeito da ractopamina na ração sobre o crescimento, composição da carcaça e qualidade de carne de suínos**. 2002. 46f. Tese (Doutorado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2002.

Níveis de energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob estresse por calor

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar níveis de energia líquida (EL) e ractopamina na dieta de leitoas em fase de terminação sob condições de estresse por calor. Foram utilizadas 40 leitoas, com peso inicial de $69,3 \pm 2,8$ kg, distribuídas em delineamento em bloco ao acaso em esquema fatorial 2 x 4 (0 e 20 ppm de ractopamina e 2.300; 2.424; 2.548 e 2.668 kcal de EL/kg de ração), com cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. O período experimental teve duração de 28 dias. A temperatura do ar obtida foi de 29,5°C, a umidade relativa foi de 89,0% e o ITGU foi de 81,1. Foi constatada interação ($P < 0,05$) entre os níveis de EL e de ractopamina, sendo que a inclusão de 20 ppm de ractopamina nas dietas contendo 2.548 e 2.668 kcal de EL proporcionou redução ($P < 0,05$) da espessura de toucinho, aumento ($P < 0,05$) da percentagem de carne magra e do índice de bonificação de carcaças. A utilização de 20 ppm de ractopamina na dieta melhorou ($P < 0,05$) a conversão alimentar e aumentou ($P < 0,05$) a quantidade de carne magra nas carcaças. Concluiu-se que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas de leitoas com elevados níveis energéticos (2.548 e 2.668 kcal de EL/kg de ração) reduz a espessura de toucinho e por conseqüência aumenta a percentagem de carne magra e o índice de bonificação de carcaças. A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta de leitoas melhora a conversão alimentar e proporciona aumento da quantidade de carne magra nas carcaças, independentemente do nível energético utilizado. Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação submetidas a estresse por calor.

Palavras-chave: aditivo, ambiente térmico, carcaça, desempenho

Net energy levels and ractopamine to finishing gilts on heat stress

Abstract - The objective of this work was to assess net energy levels (NE) and ractopamine in the diet of finishing gilts maintained under heat stress conditions. Forty gilts were used, with initial weight of 69.3 ± 2.8 kg, distributed in a randomized blocks design in a factorial scheme 2 x 4 (0 and 20 ppm of ractopamine; and 2,300, 2,424, 2,548 and 2,668 kcal/kg NE/kg of feed), and five replications. Each experimental unit was composed by one animal. The experimental period lasted for 28 days. Air temperature was obtained was 29.5°C, relative humidity was of 89.0%, and wet bulb globe temperature (WBGT) was of 81.1. There was interaction ($P < 0.05$) between the net energy levels and ractopamine, and the inclusion of 20 ppm of ractopamine in the diets containing 2,548 and 2,668 kcal of NE caused a reduction ($P < 0.05$) in backfat thickness, increase ($P < 0.05$) in lean meat percentage and allowance index of carcasses. The use of 20 ppm of ractopamine in the diet improved ($P < 0.05$) feed:gain ratio and increased ($P < 0.05$) lean meat amount in the carcasses. It is concluded that the inclusion of 20 ppm of ractopamine in diets of finishing gilts with high energy levels (2,548 and 2,668 kcal of NE/kg of feed) decreases backfat thickness, and as a consequence, increases the lean meat percentage and allowance index of carcasses. The inclusion of 20 ppm of ractopamine in the diet of gilts improves feed:gain ratio and causes an increase in lean meat amount of carcasses, regardless of the energy level used. Net energy levels in the diet did not influence the performance and carcass traits of finishing gilts maintained under heat stress environment.

Key-words: additive, carcass, energy, gilts, performance, thermal environment

Introdução

Empresas produtoras de suínos têm enfatizado a maximização da deposição de tecido magro por meio de programas de seleção genética. Além disso, pesquisas sobre nutrição têm sido desenvolvidas no intuito de diminuir a deposição de gordura e aumentar a deposição de músculo nas carcaças dos suínos melhorados geneticamente como forma de atender o mercado consumidor e permitir o abate de animais mais pesados (Marinho et al., 2007).

A tendência da indústria é o abate de suínos pesados o que podem resultar em acúmulo de gordura na carcaça, que é indesejável. Para superar este problema, medidas ligadas tanto ao melhoramento genético quanto ao manejo alimentar devem ser utilizadas. Controlar a deposição indesejada de gordura na carcaça suína é uma maneira de melhorar o índice de bonificação e agregar valor aos animais produzidos na granja (Moreira et al., 2007).

Diversas alternativas nutricionais têm sido avaliadas, dentre as quais está a ractopamina, que é considerada como repartidora de nutrientes, e que proporciona melhora significativa do desempenho e das características de carcaças dos suínos por aumentar a eficiência alimentar e a deposição protéica (Schinkel et al., 2003).

No Brasil, durante o verão, quando as temperaturas são mais elevadas e o consumo dos animais é reduzido, a inclusão de gorduras e óleos às dietas, além de compensar a redução do consumo, apresenta como vantagem a redução do incremento calórico o que minimiza, sob condição de estresse por calor, a redução de desempenho devido ao baixo consumo (Almeida et al., 2007).

O sexo pode ocasionar diferenças no desempenho dos animais durante os períodos de crescimento e, em especial, de terminação (Latore et al., 2004). Essas diferenças alteram o padrão de deposição dos tecidos magro e adiposo na carcaça e as propriedades tecnológicas da carne (Latore et al., 2004; Bridi et al., 2006).

Considerando que a ractopamina, o nível de energia das dietas, o sexo, bem como as temperaturas ambientais elevadas, sobretudo para suínos em terminação, exercem forte influência sobre o desempenho e as características quantitativas das carcaças, realizou-se esse trabalho com o objetivo de avaliar níveis de energia líquida e ractopamina na dieta de leitoas em fase de terminação sob condições de estresse por calor.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na câmara climática da FAMEZ/UFMS, no município de Campo Grande/MS. Foram utilizadas 40 leitoas, Duroc/Pietrain x Large White/Landrace, com peso inicial de $69,3 \pm 2,8$ kg, distribuídas em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2×4 (0 e 20 ppm de ractopamina e 2.300; 2.424; 2.548 e 2.668 kcal de Energia Líquida/kg de ração), com cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial dos animais.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 08:00 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. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 1) foram preparadas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas. A formulação foi realizada para atender as exigências nutricionais, exceto para os níveis de energia e aminoácidos, os quais foram aumentados para maior eficácia do aditivo, de acordo com informações contidas em Rostagno et al. (2005).

Os níveis de energia líquida foram obtidos a partir da inclusão de óleo de soja em substituição ao caulim, mantendo o mesmo padrão de proteína ideal entre os tratamentos. As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental.

O experimento teve a duração de 28 dias, como forma de observar a máxima resposta em desempenho em animais suplementados com ractopamina como sugerido por Williams et al. (1994) e Armstrong et al. (2004), antes que as respostas diminuíssem devido ao fenômeno chamado de “down-regulation” ou dessensibilização dos receptores β -Adrenérgicos (Moody et al., 2000).

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 diário de ração (CDR). Os animais foram pesados no início e no final do experimento para a determinação do ganho diário de peso (GDP) e da conversão alimentar (CA). Ao término do experimento os animais foram transportados para o frigorífico comercial, no qual permaneceram em baia de espera, com acesso a água e sob jejum de sólidos por 10 horas.

Tabela 1 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais de leitões em terminação sob estresse por calor

Ingredientes	Energia Líquida (kcal/kg de ração)			
	2.300	2.424	2.548	2.668
Milho	68,745	68,745	68,745	68,745
Farelo de soja (45%)	23,377	23,377	23,377	23,377
Óleo de soja	0,000	1,684	3,368	5,000
Caulim	5,000	3,316	1,632	0,000
Fosfato bicálcico	0,815	0,815	0,815	0,815
Calcário	0,541	0,541	0,541	0,541
Suplemento mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,356	0,356	0,356	0,356
L-Lisina HCl	0,358	0,358	0,358	0,358
DL-Metionina	0,127	0,127	0,127	0,127
L-Treonina	0,132	0,132	0,132	0,132
Ractopamina ³	0,100	0,100	0,100	0,100
TOTAL (kg)	100	100	100	100
Proteína bruta (%)	16,70	16,70	16,70	16,70
EL (kcal/kg)	2.300	2.424	2.548	2.668
EM (kcal/kg)	3.072	3.237	3.402	3.563
Lisina total (%)	1,100	1,100	1,100	1,100
Lisina digestível (%)	1,000	1,000	1,000	1,000
Met+Cist digestível (%)	0,617	0,617	0,617	0,617
Treonina digestível (%)	0,667	0,667	0,667	0,667
Triptofano digestível (%)	0,170	0,170	0,170	0,170
Valina digestível (%)	0,690	0,690	0,690	0,690
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,484	0,484
Fósforo total (%)	0,440	0,440	0,440	0,440
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Conteúdo por quilograma de produto: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 0,2g; manganês, 30g; zinco, 100g; iodo, 1,0g; selênio, 0,3g e excipiente q.s.p., 1000g. ² Conteúdo por quilograma de produto: Vit. A, 6.000.000UI; Vit. D₃, 1.000.000UI; Vit. E, 12.000UI; Vit. B₁, 0,5g; Vit. B₂, 2,6g; Vit. B₆, 0,7g; ácido pantotênico, 10g; Vit. K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 22g; Vit. B12, 0,015g; ácido fólico, 0,2g; biotina, 0,05g; colina, 100g e excipiente q.s.p., 1000g. ³ Cloridrato de ractopamina a 2,05% em substituição ao caulim.

Após o jejum e previamente ao abate, os animais foram pesados para determinar o rendimento de carcaça. O abate foi realizado por insensibilização mecânica, segundo normas RIISPOA. Posteriormente à sangria, procedeu-se a escalda, depilação, toailete e abertura da carcaça para a evisceração.

Ao final da linha de abate as carcaças foram pesadas para a determinação do rendimento de carcaça quente. As carcaças foram divididas longitudinalmente e realizado corte na banda esquerda, no ponto P2, para a exposição do músculo *Longissimus dorsi* e do toucinho, na qual foram determinados a profundidade do músculo (PM) e a espessura de toucinho (ET) por meio de paquímetro. Para determinação da área de olho-de-lombo (AOL) utilizou-se folha de transparência a qual foi colocada sobre o corte do lombo, contornando-o com o auxílio de caneta de ponta fina. O desenho do músculo foi colocado sobre papel milimetrado fazendo-se a contagem dos pontos localizados dentro da área demarcada, e cada ponto representou uma área de 0,25cm². Também foram medidos os comprimentos das carcaças (CC) a partir do bordo cranial da sínfise pubiana até o bordo crânio-ventral do atlas, conforme o método brasileiro de classificação de carcaça (ABCS, 1973).

O percentual de carne magra (CM%) e quantidade de carne na carcaça (QCC) foram determinados com os valores de peso de carcaça quente (PCQ), ET e PM, por meio de equações propostas por Guidoni (2000), sendo:

$$\text{Equação (1) - CM (\%)} = 65,92 - 0,685 \times \text{ET} + 0,094 \times \text{PM} - 0,026 \times \text{PCQ};$$

$$\text{Equação (2) - QCC (kg)} = 7,38 - 0,48 \times \text{ET} + 0,059 \times \text{PM} + 0,525 \times \text{PCQ}.$$

Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi levado em consideração o PCQ e o percentual de carne magra estimada na carcaça (CM) de acordo com a equação sugerida por Guidoni (2000):

$$\text{Equação (3) - IB} = 37,004721 + 0,094412 \times \text{PCQ} + 1,144822 \times \text{CM} - 0,000053067 \times \text{PCQ} \times \text{CM} + 0,000018336 \times \text{PCQ}^2 + 0,000409 \times \text{CM}^2.$$

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. Os efeitos incluídos no modelo analítico foram ractopamina (Rac), nível de energia líquida (EL) e a interação entre ractopamina e o nível de energia líquida (Rac*EL). As eventuais diferenças entre as médias para o fator ractopamina foram comparadas pelo Teste F. Os níveis de energia líquida foram submetidos à análise de

regressão linear e/ou quadrática em função do melhor ajuste do modelo as variáveis. As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do programa estatístico SAS (2001).

Resultados e Discussão

Durante o período experimental a temperatura do ar da sala foi $29,5 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa do ar foi $89,0 \pm 7,2\%$, a temperatura de globo negro foi $30,1 \pm 2,3^{\circ}\text{C}$ e o ITGU calculado em $81,1 \pm 3,2$. 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 83,2 e 82,2 verificados, respectivamente, por Tavares et al. (2000) e Kiefer et al. (2005) 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, caracterizando-se o ambiente térmico como de estresse por calor.

Não houve ($P>0,05$) interação entre níveis de energia líquida e ractopamina para as variáveis de desempenho (Tabela 2). Este resultado está de acordo com Dunshea et al. (1998) que não constataram interação entre níveis de energia digestível e inclusão de 20 ppm de ractopamina sobre o desempenho de suínos machos castrados e fêmeas em terminação.

Não foi observada diferença ($P>0,05$) do ganho diário de peso e consumo diário de ração nos animais suplementados com ractopamina, corroborando com Cantarelli et al. (2009) e Sanches (2009) que trabalhando com animais em terminação não obtiveram alterações no consumo diário de ração. Porém, esses resultados diferem dos observados por Armstrong et al. (2004) que relataram redução no consumo diário de ração quando as dietas foram suplementadas com 20 ppm de ractopamina.

Observou-se efeito ($P<0,05$) da inclusão de ractopamina nas dietas sobre a conversão alimentar, sendo que os animais que receberam dietas com inclusão de 20 ppm de ractopamina apresentaram melhor conversão alimentar em relação aos animais não suplementados. Resultados semelhantes relacionados à melhora da conversão alimentar também foram verificados por Weber et al. (2006), Amaral et al. (2009) e Cantarelli et al. (2009) demonstrando melhora da eficiência de utilização dos alimentos por unidade de ganho de peso dos suínos suplementados quando comparados aos não suplementados.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se inferir que a inclusão de 20 ppm de ractopamina por quilograma de ração, durante 28 dias, proporcionou melhora de 10,4% na conversão alimentar dos suínos suplementados em relação ao grupo controle.

Tabela 2 - Desempenho de leitoas em terminação, sob estresse por calor, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac)

Variáveis	Rac, ppm	Energia Líquida (kcal/kg de ração)				Média	<P			CV (%)
		2.300	2.424	2.548	2.668		Rac	EL	Rac*EL	
PI, kg	0	69,42	69,30	69,20	69,27	69,30				
	20	69,28	68,45	69,24	69,17	69,06				
	Média	69,34	68,87	69,22	69,22	69,17	0,89	0,99	0,99	5,15
PF, kg	0	87,00	88,27	86,35	89,05	87,67				
	20	92,52	88,60	87,44	89,35	89,53				
	Média	90,07	88,44	86,96	89,96	88,77	0,27	0,46	0,57	4,81
GDP, kg	0	0,63	0,68	0,61	0,70	0,66				
	20	0,83	0,72	0,65	0,72	0,73				
	Média	0,74	0,69	0,63	0,71	0,69	0,16	0,34	0,49	18,97
CDR, kg	0	1,70	1,66	1,66	1,66	1,67				
	20	1,75	1,58	1,59	1,64	1,64				
	Média	1,73	1,62	1,62	1,65	1,65	0,78	0,54	0,86	11,23
CA, kg/kg	0	2,78	2,48	2,73	2,39	2,59 ^a				
	20	2,17	2,28	2,50	2,32	2,32 ^b				
	Média	2,45	2,38	2,60	2,36	2,45	0,05	0,45	0,51	15,31

PI (peso inicial); PF (peso final); GDP (ganho diário de peso); CDR (consumo diário de ração); CA (conversão alimentar).

Médias na coluna seguidas por letras distintas entre linhas diferem, em nível de 5% de significância, pelo teste F.

Efeitos positivos da inclusão de ractopamina na dieta sobre a conversão alimentar também foram relatados por Sanches (2009) que obteve melhora de aproximadamente 36% na conversão alimentar de machos castrados em relação ao grupo não suplementado. Da mesma forma, Silva (2009) observou melhora de 19,8% em leitoas em terminação suplementadas com 20 ppm de ractopamina. A melhora observada sobre a conversão alimentar pode ser justificada pelas modificações metabólicas provocadas pela ractopamina e que proporcionam aumento na deposição protéica com bloqueio parcial na deposição de gordura (Schinckel et al., 2003).

Quanto à concentração energética das dietas, não foi constatado efeito ($P>0,05$) dos níveis de energia líquida na ração sobre o ganho diário de peso dos suínos. O mesmo foi verificado por Apple et al. (2004), que não obtiveram aumento no ganho de peso em suínos

alimentados com energia metabolizável na dieta, relatando que o aumento da densidade energética em suínos em terminação não tem efeito sobre o ganho diário de peso.

O consumo diário de ração não diferiu ($P>0,05$) entre os níveis de energia, divergindo de Bertechini et al. (1986) que concluíram que o aumento da densidade energética reduziu linearmente o consumo diário de ração em suínos em terminação. Os resultados obtidos neste estudo também estão em discordância com os verificados por Ertle et al. (2003) que ao suplementar suínos machos castrados e fêmeas, observaram menor consumo de ração diário para os animais que receberam maior nível de energia metabolizável (3.350 kcal EM/kg) em relação aqueles que receberam menor nível energético (3.110 kcal EM/kg).

Alterações do consumo diário de ração podem estar relacionadas ao ajuste dos animais na tentativa de satisfazer sua demanda energética, compensando a baixa densidade energética das dietas com o aumento do consumo até que determinado nível de consumo de energia seja atingido (Rezende et al., 2006).

A conversão alimentar também não foi influenciada ($P>0,05$) pelos níveis de energia das dietas (Tabela 2). Por outro lado, Bertechini et al. (1986) observaram melhora na conversão alimentar de leitoas a medida que aumentou o nível energético da dieta, resultado explicado pela diminuição do consumo de ração.

Da mesma forma, Patience et al. (2007) ao avaliarem níveis de energia digestível (3.090 a 3.570 kcal ED/kg) observaram melhora de 15,5% na conversão alimentar com o aumento da concentração de energia na dieta de suínos machos castrados e fêmeas em terminação.

Não foi constatada interação ($P>0,05$) entre os níveis de energia líquida e ractopamina na dieta para peso de carcaça quente, profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo (Tabela 3). Por outro lado, foi observada interação ($P<0,05$) entre os níveis de energia líquida e ractopamina para a espessura de toucinho, na qual a inclusão de 20 ppm de ractopamina nas dietas contendo níveis energéticos mais elevados (2.548 e 2.668 kcal EL/kg de ração) resultou na redução ($P<0,05$) da espessura de toucinho. Por outro lado, a inclusão de ractopamina nas dietas contendo 2.300 e 2.424 kcal EL/kg de ração não afetou ($P>0,05$) a espessura de toucinho dos animais. O mesmo foi verificado por Williams et al. (1994) que verificaram redução da espessura de toucinho em suínos alimentados com dietas contendo ractopamina quando apresentaram baixos consumos de energia metabolizável.

O peso de carcaça quente não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão de ractopamina na dieta. Porém, Armstrong et al. (2004) verificaram melhora do peso de carcaça quente com a suplementação de 5, 10 ou 20 ppm de ractopamina em relação à dieta controle.

Tabela 3 – Características de carcaça de leitoas em terminação, sob estresse por calor, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac)

Variáveis	Rac, ppm	Energia Líquida (kcal/kg de ração)				Média	<P			CV (%)
		2.300	2.424	2.548	2.668		Rac	EL	Rac*EL	
PCQ, kg	0	69,55	69,05	67,55	70,72	69,22				
	20	72,14	69,12	71,14	71,62	71,08				
	Média	70,99	69,09	69,54	71,17	70,18	0,19	0,60	0,78	5,42
ET, mm	0*	5,75 ^a	4,50 ^a	7,75 ^a	8,25 ^a	6,56				
	20 ^{ns}	4,60 ^a	5,75 ^a	3,60 ^b	5,50 ^b	4,78				
	Média	5,11	5,12	5,44	6,87	5,65	0,01	0,03	0,01	21,21
PM, mm	0	62,75	62,25	61,00	60,25	61,56				
	20	60,40	62,50	60,80	64,50	61,89				
	Média	61,44	62,37	60,89	62,37	61,75	0,57	0,97	0,70	7,90
CC, cm	0	93,50	89,00	88,12	94,00	91,16				
	20	92,20	89,75	91,20	92,25	91,39				
	Média	92,80	89,37	89,83	93,12	91,28	0,84	0,12	0,38	3,42
AOL, cm ²	0	45,02	43,00	41,92	39,55	42,37				
	20	40,72	40,70	44,96	45,45	42,94				
	Média	42,63	41,85	43,61	42,50	42,65	0,75	0,94	0,22	12,55
RCQ, %	0	84,75	81,69	82,16	82,55	82,79				
	20	81,60	82,46	85,64	83,38	83,31				
	Média	82,99	82,08	84,09	82,97	83,04	0,60	0,66	0,28	4,19
CM, %	0*	69,69 ^a	70,48 ^a	69,10 ^b	67,77 ^b	69,01				
	20 ^{ns}	70,32 ^a	69,65 ^a	71,01 ^a	70,08 ^a	70,31				
	Média	70,04	70,07	69,72	68,93	69,68	0,01	0,04	0,01	1,07
QCC, kg	0	44,79	45,11	42,67	44,05	44,16 ^b				
	20	46,58	44,56	46,56	46,11	46,02 ^a				
	Média	45,78	44,83	44,83	45,08	45,11	0,01	0,70	0,13	4,03
IB	0**	106,43 ^a	106,96 ^a	104,52 ^b	105,07 ^b	105,75				
	20 ^{ns}	107,60 ^a	106,28 ^a	107,94 ^a	107,34 ^a	107,19				
	Média	107,08	106,63	106,42	106,20	124,28	0,01	0,43	0,01	0,97

PCQ (peso de carcaça quente); ET (espessura de toucinho); PM (profundidade de músculo); CC (comprimento de carcaça); AOL (área de olho-de-lombo); RCQ (rendimento de carcaça quente); CM (percentual de carne magra); QCC (quantidade de carne na carcaça); IB (índice de bonificação de carcaça); <P (probabilidade); CV (coeficiente de variação).

Médias nas colunas seguidas por letras distintas entre linhas diferem, em nível de 5% de significância, pelo teste F; *Efeito quadrático ($P < 0,05$); ** Efeito linear ($P < 0,05$); ^{ns} efeito não significativo ($P > 0,05$).

$$ET \text{ 0 ppm} = \hat{Y} = 171,39073 - 0,14194x + 0,00003033x^2, r^2 = 0,72;$$

$$CM, \% \text{ 0 ppm} = \hat{Y} = -35,1783 + 0,09082x - 0,000019x^2, r^2 = 0,94;$$

$$IB \text{ 0 ppm} = \hat{Y} = 119,01157 - 0,00534x, r^2 = 0,55.$$

Não foi constatado efeito ($P > 0,05$) da inclusão da ractopamina sobre a área de olho-de-lombo, profundidade de músculo e comprimento de carcaça. Resultados semelhantes foram observados por See et al. (2004) que não obtiveram diferenças para o comprimento de carcaça de machos castrados e fêmeas em terminação quando suplementadas com ractopamina. Estes resultados contradizem os encontrados por Cantarelli et al. (2009), que ao avaliarem a suplementação de 5 ppm de ractopamina para machos castrados verificaram aumento na área de olho-de-lombo.

Os níveis de energia líquida na ração não influenciaram ($P > 0,05$) o peso de carcaça quente, profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo das leitoas em terminação (Tabela 3). Estes resultados diferem dos reportados por Barbosa et al. (2003) que obtiveram aumento do peso de carcaça em função do aumento da energia líquida da dieta (2.083 e 2.252 kcal EL/kg de ração). Também Vieira et al. (2004) não verificaram efeito dos níveis de energia líquida na dieta de machos castrados e fêmeas sobre o comprimento de carcaça.

Houve interação ($P < 0,05$) entre níveis de energia líquida e ractopamina para a percentagem de carne magra e para o índice de bonificação das carcaças (Tabela 3). Para as demais características quantitativas de carcaças avaliadas não foi constatada ($P > 0,05$) interação.

Constatou-se que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas contendo 2.548 e 2.668 kcal de EL/kg de ração proporcionou aumento ($P < 0,01$) do percentual de carne magra e do índice de bonificação em relação aquelas alimentadas com a dieta sem inclusão de ractopamina. De acordo com Williams et al. (1994) leitoas alimentadas com dieta sem ractopamina apresentaram melhora na percentagem de carne magra até o consumo energético de 8,9 Mcal de energia metabolizável/dia, todavia o aumento da ingestão energética não resultou em melhora da deposição de carne magra. Porém Apple et al. (2004) concluíram que o aumento do percentual de carne magra em suínos alimentados com dietas contendo

ractopamina exige aumento da concentração energética da dieta, fato que contraria os resultados desse estudo.

A quantidade de carne na carcaça das leitoas diferiu ($P < 0,05$) em função da inclusão de ractopamina na dieta das leitoas, sendo observado aumento de 4% na quantidade de carne das fêmeas suplementadas com o aditivo (Tabela 3). Por outro lado, Bridi et al. (2008) não observaram diferenças na quantidade de carne dos animais em terminação suplementados com 10 ppm de ractopamina.

Um dos efeitos mais conhecidos da ractopamina em suínos é o incremento da massa muscular com aumento da quantidade de carne magra na carcaça (See et al., 2004). Uma das explicações é que este composto liga-se aos receptores de membranas 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., 1992).

O efeito da ractopamina sobre o tecido muscular é mais pronunciado com o aumento da idade dos suínos, quando a deposição de tecido adiposo começa a superar a deposição de proteína. Os animais fisiologicamente imaturos possuem baixa densidade de receptores β -adrenérgicos ou pouca diferenciação dos receptores de ambos os tecidos, esquelético e adiposo (Vernon, 1986).

O rendimento de carcaça quente dos animais não foi influenciado ($P > 0,05$) pela inclusão de ractopamina na dieta (Tabela 3). Em contraste, Pereira et al. (2008) observaram aumento de 3,9% no rendimento de carcaça quente de leitoas em terminação recebendo 5 ppm de ractopamina. Da mesma forma, Marinho et al. (2007) utilizando 5 ppm de ractopamina em dieta para machos castrados não verificaram efeito deste aditivo no rendimento de carcaça quente. No entanto, Cantarelli et al. (2009), avaliando nível de 5 ppm de ractopamina em dietas para suínos machos castrados, observaram melhora de 2,1% no rendimento de carcaça quente em relação ao grupo controle.

Os níveis energéticos também não influenciaram ($P > 0,05$) o rendimento de carcaça quente, a quantidade de carne magra e o índice de bonificação de carcaças. O mesmo foi verificado por Bertechini et al. (1986) que não observaram diferenças quanto ao nível de energia digestível sobre o rendimento da carcaça. Todavia, Barbosa et al. (2003) observaram em que animais alimentados com dietas contendo 2.252 kcal EL/kg obtiveram maior rendimento de carcaça (79,1%) em relação aos alimentados com dietas de 2.083 kcal EL/kg (77,4%).

Conclusões

A inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas de leitoas com elevados níveis energéticos (2.548 e 2.668 kcal de EL/kg de ração) reduz a espessura de toucinho e por consequência aumenta a percentagem de carne magra e o índice de bonificação de carcaças.

A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta de leitoas melhora a conversão alimentar e proporciona aumento da quantidade de carne magra nas carcaças, independentemente do nível energético utilizado.

Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação submetidas a estresse por calor.

Literatura Citada

- AALHUS, J.L.; SCHAEFER, A.L.; MURRAY, A.C. et al. The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v.31, p.97-409, 1992.
- ALMEIDA, E.C.; FIALHO, E.T.; CANTARELLI, V.S. et al. Digestibilidade ileal e perdas endógenas de aminoácidos de dietas com óleo de soja para suínos em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1045-1051, 2007.
- AMARAL, N.O.; FIALHO, E.T.; CANTARELLI, V.S. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1494-1501, 2009.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Métodos brasileiro de classificação de carcaças**. 2.ed. Rio Grande do Sul: Estrela, 1973. 17p.
- BARBOSA, H.C.A.; VIEIRA, A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.606-614, 2003.

- BERTECHINI, A.G.; ROSTAGNO, H.S.; PEREIRA, J.A.A. et al. Níveis de energia para suínos nas fases de crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.15, n.6, p.452-461, 1986.
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A. et al. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.713-722, 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.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineers**, v.24, p.711-714, 1981.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.844-851, 2009.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; EASON P.J. et al. Interrelationships between dietary ractopamine, energy intake, and sex in pigs. **Australian Journal Agriculture Research**, v.49, p.565-574, 1998.
- ETTLE, J.; ROTH-MAIER, D.A.; ROTH, F.X. et al. Effect of apparent ideal digestible lysine to energy ratio on performance of finishing pigs at different dietary metabolizable energy levels. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.87, p.269-279, 2003.
- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 2000, p.14.
- 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.
- LATORRE, M.A.; LÁZARO, R.; VALENCIA, D.G. et al. The effects of gender and slaughter weight on the growth performance, carcass traits, and meat quality characteristics of heavy pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.526-533, 2004.
- 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, 2007.
- 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.
- MOREIRA, I.; VOORSLUYS, T.; MARTINS, R.M. et al. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, característica de carcaça e poluição ambiental. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.2, p.179-185, 2007.
- PATIENCE, J.F.; BEAULIEU, A.D.; ZIJLSTRA, R.T. Response of Growing and Finishing Pigs to Dietary Energy Concentration. **Praire Swine**. Centre INC. 2007.
- 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.
- REZENDE, W.O.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de energia metabolizável mantendo a relação lisina digestível:caloria em rações para suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1101-1106, 2006.
- 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.
- SANCHES, J.F. **Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação**. 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- SAS. **User's Guide**, version 7, 5^a Edition, North Caroline, SAS Institute INC., 2001, 1686p.
- SCHINCKEL, A.P.; LI, N.; RICHERT, B.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.
- 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.

- SILVA, E.A. **Duração da suplementação de ractopamina em dietas para leitoas em terminação submetidas a estresse por calor.** 2009. 39f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- 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.
- VERNON, R. G. **The growth and metabolism of adipocytes.** In: BUTTERY, R. J.; LINDSAY, D. B.; HAYNES, N. B. (Ed.). Control and manipulation of animal growth. London: Butterworths, p. 77, 1986.
- VIEIRA, A.A.; BARBOSA, H.C.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos machos e fêmeas, abatidos em diferentes pesos, alimentados com dieta contendo dois níveis de energia líquida, sob restrição alimentar na fase de terminação. **Revista da Universidade Rural Rio de Janeiro**, v.24, n.1, p.155-160, 2004.
- WEBER, T.E.; RICHERT, B.T.; BELURY, M.A. et al. Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles in genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v.84, p.720-732, 2006.
- WILLIAMS, N.H., CLINE, T.R.; SCHINCKEL, A.P. et al. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finishing pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.

Níveis de energia líquida e ractopamina para leitoas em terminação sob conforto térmico

Resumo – O objetivo do trabalho foi avaliar níveis de energia líquida (EL) e ractopamina na dieta de leitoas em fase de terminação sob condições de conforto térmico. Foram utilizadas 40 leitoas, com peso inicial de $67,4 \pm 3,4$ kg, distribuídas em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 4 (0 e 20 ppm de ractopamina e 2.300; 2.424; 2.548 e 2.668 kcal de EL/kg de ração), com cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. O período experimental teve duração de 28 dias. A temperatura do ar obtida foi de 21,5°C, a umidade relativa foi de 91,7% e o ITGU foi de 70,1. Constatou-se interação ($P < 0,05$) entre níveis de EL e ractopamina, em que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas contendo 2.668 kcal de EL/kg de ração resultou em redução ($P < 0,05$) da espessura de toucinho e por conseqüência aumento ($P < 0,05$) da percentagem de carne magra e do índice de bonificação de carcaças. A inclusão de 20 ppm de ractopamina proporcionou aumento ($P < 0,05$) do ganho diário de peso, melhora ($P < 0,05$) na conversão alimentar, proporcionando maior ($P < 0,05$) peso de carcaça quente e aumentando ($P < 0,05$) a quantidade de carne magra nas carcaças. Concluiu-se que a inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas com 2.668 kcal de EL/kg de ração reduz a espessura de toucinho e por conseqüência aumenta a percentagem de carne magra e o índice de bonificação de carcaças. A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta de leitoas aumenta o ganho diário de peso, melhora a conversão alimentar, proporciona maior peso de carcaça quente e aumenta a quantidade de carne magra nas carcaças, independentemente do nível energético da dieta. Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação sob conforto térmico.

Palavras-chave: aditivo, ambiente térmico, carcaça, desempenho

Net energy levels and ractopamine to finishing gilts on thermal comfort

Abstract - The objective of this work was to assess net energy levels (NE) and ractopamine in the diet of finishing gilts maintained under thermal comfort conditions. Forty gilts were used, with initial weight of 67.4 ± 3.4 kg, distributed in a randomized blocks design in a factorial scheme 2 x 4 (0 and 20 ppm of ractopamine; and 2,300, 2,424, 2,548 and 2,668 kcal/kg NE/kg of feed), and five replications. Each experimental unit was composed by one animal. The experimental period lasted for 28 days. Air temperature was obtained was 21.5°C, relative humidity was of 91.7%, and wet bulb globe temperature (WBGT) was of 70.1. There was interaction ($P < 0.05$) between NE levels and ractopamine, in which the inclusion of 20 ppm of ractopamine in diets with 2.668 kcal NE/kg of feed resulted in a decrease ($P < 0.05$) in backfat thickness and consequently an increase ($P < 0.05$) in lean meat percentage and in carcass allowance index. The inclusion of 20 ppm of ractopamine caused an increased ($P < 0.05$) in daily weight gain, improved ($P < 0.05$) feed:gain ratio, providing higher ($P < 0.05$) hot carcass weight and increased ($P < 0.05$) lean meat amount of carcasses. It is concluded that the inclusion of 20 ppm of ractopamine in diets with 2,668 kcal of NE/kg of feed decreases backfat thickness, and as a consequence, increases lean meat percentage and allowance index of carcasses. The inclusion of 20 ppm of ractopamine in diet of gilts increases daily weight gain, improves feed:gain ratio, provides higher hot carcass weight and increases the lean meat amount of carcasses, regardless of energy level in the diet. The net energy levels in the diet did not influence the performance and carcass traits of finishing gilts maintained under thermal comfort environment.

Key-words: additive, carcass, energy, performance, thermal environment, swine

Introdução

Aumentar a quantidade de carne na carcaça de suínos tem sido o objetivo não somente da indústria, como também do suinocultor, visto que melhora a rentabilidade e diminui os custos de produção. Além disso, do ponto de vista da indústria, é muito mais interessante agregar valor a produtos com maior quantidade de carne, de forma a aumentar a lucratividade (Cantarelli et al., 2009).

Dentre os recursos nutricionais utilizados está a ractopamina, que é um composto β -adrenérgico utilizado nas dietas dos suínos em fase de terminação para aumentar a quantidade de proteína e reduzir a deposição de gordura, redirecionando uma parcela da energia que o suíno iria utilizar para a síntese de gordura para deposição protéica. Há evidências que essas mudanças na distribuição de energia promovam incremento do ganho diário de peso e melhora da conversão alimentar bem como a redução do consumo diário de ração (Moreno et al., 2008).

O padrão de deposição de gordura em suínos pode ser alterado em função do sexo, do adequado consumo de energia, do uso de dietas corretamente balanceadas em aminoácidos, entre outros (Kill et al., 2003). Para que isso ocorra, ajustes nutricionais nas formulações precisam ser efetuados para expressar o máximo de benefícios da ractopamina. Isto é devido à necessidade crescente de nutrientes para suportar o aumento da taxa de deposição muscular que resultam da inclusão dos agonistas β -adrenérgico na dieta (Jacela et al., 2009).

Uma vez que o sexo dos animais tem sido um dos principais fatores que influenciam o aproveitamento da energia para retenção de proteína e de gordura na carcaça, bem como a exigência energética para manutenção e que suínos machos inteiros têm produzido carcaças mais magras e com maior concentração de proteína do que os machos castrados e as fêmeas, a exigência de energia para manutenção deve ser maior. (Mascarenhas et al., 2002).

Considerando que o sexo, a ractopamina e o nível de energia das dietas exercem forte influência sobre o desempenho e as características quantitativas das carcaças, realizou-se este estudo com o objetivo de avaliar a relação energia líquida: ractopamina na dieta de leitoas em fase de terminação sob condições de conforto térmico.

Materiais e Métodos

O experimento foi conduzido na câmara climática da FAMEZ/UFMS, no município de Campo Grande/MS. Foram utilizadas 40 leitoas, Duroc/Pietrain x Large White/Landrace, com

peso inicial de $69,3 \pm 2,8$ kg, distribuídas em delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial 2×4 (0 e 20 ppm de ractopamina e 2.300; 2.424; 2.548 e 2.668 kcal de Energia Líquida/kg de ração), com cinco repetições, sendo cada unidade experimental constituída por um animal. Na formação dos blocos, levou-se em consideração o peso inicial dos animais.

Durante o período experimental, a temperatura e a umidade relativa do ambiente foram monitoradas diariamente às 08:00 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. Os valores registrados foram convertidos no índice de temperatura de globo e umidade (ITGU) segundo Buffington et al. (1981), caracterizando o ambiente térmico em que os animais foram mantidos.

As dietas experimentais (Tabela 4) foram preparadas à base de milho e farelo de soja, suplementadas com minerais e vitaminas. A formulação foi realizada para atender as exigências nutricionais, exceto para os níveis de energia e aminoácidos, os quais foram aumentados para maior eficácia do aditivo, de acordo com informações contidas em Rostagno et al. (2005).

Os níveis de energia líquida foram obtidos a partir da inclusão de óleo de soja em substituição ao caulim, mantendo o mesmo padrão de proteína ideal entre os tratamentos. As rações e a água foram fornecidas à vontade aos animais durante todo o período experimental.

O experimento teve a duração de 28 dias, como forma de observar a máxima resposta em desempenho em animais suplementados com ractopamina como sugerido por Williams et al. (1994) e Armstrong et al. (2004), antes que as respostas diminuíssem devido ao fenômeno chamado de “down-regulation” ou dessensibilização dos receptores β -Adrenérgicos (Moody et al., 2000).

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 diário de ração (CDR). Os animais foram pesados no início e no final do experimento para a determinação do ganho diário de peso (GDP) e da conversão alimentar (CA). Ao término do experimento os animais foram transportados para o frigorífico comercial, no qual permaneceram em baía de espera, com acesso a água e sob jejum de sólidos por 10 horas.

Após o jejum e previamente ao abate, os animais foram pesados para determinar o rendimento de carcaça. O abate foi realizado por insensibilização mecânica, segundo normas RIISPOA. Posteriormente à sangria, procedeu-se a escalda, depilação, toaleta e abertura da carcaça para a evisceração.

Tabela 4 - Composições centesimais e nutricionais das dietas experimentais de leitões em terminação sob conforto térmico

Ingredientes	Energia Líquida (kcal/kg de ração)			
	2.300	2.424	2.548	2.668
Milho	68,745	68,745	68,745	68,745
Farelo de soja (45%)	23,377	23,377	23,377	23,377
Óleo de soja	0,000	1,684	3,368	5,000
Caulim	5,000	3,316	1,632	0,000
Fosfato bicálcico	0,815	0,815	0,815	0,815
Calcário	0,541	0,541	0,541	0,541
Suplemento mineral ¹	0,050	0,050	0,050	0,050
Suplemento vitamínico ²	0,400	0,400	0,400	0,400
Sal comum	0,356	0,356	0,356	0,356
L-Lisina HCl	0,358	0,358	0,358	0,358
DL-Metionina	0,127	0,127	0,127	0,127
L-Treonina	0,132	0,132	0,132	0,132
Ractopamina ³	0,100	0,100	0,100	0,100
TOTAL (kg)	100	100	100	100
Proteína bruta (%)	16,70	16,70	16,70	16,70
EL (kcal/kg)	2.300	2.424	2.548	2.668
EM (kcal/kg)	3.072	3.237	3.402	3.563
Lisina total (%)	1,100	1,100	1,100	1,100
Lisina digestível (%)	1,000	1,000	1,000	1,000
Met+Cist digestível (%)	0,617	0,617	0,617	0,617
Treonina digestível (%)	0,667	0,667	0,667	0,667
Triptofano digestível (%)	0,170	0,170	0,170	0,170
Valina digestível (%)	0,690	0,690	0,690	0,690
Cálcio (%)	0,484	0,484	0,484	0,484
Fósforo total (%)	0,440	0,440	0,440	0,440
Fósforo disponível (%)	0,248	0,248	0,248	0,248
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160

¹ Conteúdo por quilograma de produto: ferro, 100g; cobre, 10g; cobalto, 0,2g; manganês, 30g; zinco, 100g; iodo, 1,0g; selênio, 0,3g e excipiente q.s.p., 1000g. ² Conteúdo por quilograma de produto: Vit. A, 6.000.000UI; Vit. D₃, 1.000.000UI; Vit. E, 12.000UI; Vit. B₁, 0,5g; Vit. B₂, 2,6g; Vit. B₆, 0,7g; ácido pantotênico, 10g; Vit. K₃, 1,5g; ácido nicotínico, 22g; Vit. B12, 0,015g; ácido fólico, 0,2g; biotina, 0,05g; colina, 100g e excipiente q.s.p., 1000g. ³ Cloridrato de ractopamina a 2,05% em substituição ao caulim.

Ao final da linha de abate as carcaças foram pesadas para a determinação do rendimento de carcaça quente. As carcaças foram divididas longitudinalmente e realizado corte na banda esquerda, no ponto P2, para a exposição do músculo *Longissimus dorsi* e do toucinho, na qual foram determinados a profundidade do músculo (PM) e a espessura de toucinho (ET) por meio de paquímetro. Para determinação da área de olho-de-lombo (AOL) utilizou-se folha de transparência a qual foi colocada sobre o corte do lombo, contornando-o com o auxílio de caneta de ponta fina. O desenho do músculo foi colocado sobre papel milimetrado fazendo-se a contagem dos pontos localizados dentro da área demarcada, e 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 sínfise pubiana até o bordo crânio-ventral do atlas, conforme o método brasileiro de classificação de carcaça (ABCS, 1973).

O percentual de carne magra (CM%) e quantidade de carne na carcaça (QCC) foram determinados com os valores de peso de carcaça quente (PCQ), ET e PM, por meio de equações propostas por Guidoni (2000), sendo:

$$\text{Equação (1) - CM (\%)} = 65,92 - 0,685 \times \text{ET} + 0,094 \times \text{PM} - 0,026 \times \text{PCQ};$$

$$\text{Equação (2) - QCC (kg)} = 7,38 - 0,48 \times \text{ET} + 0,059 \times \text{PM} + 0,525 \times \text{PCQ}.$$

Para o cálculo do índice de bonificação de carcaça foi levado em consideração o PCQ e o percentual de carne magra estimada na carcaça (CM) de acordo com a equação sugerida por Guidoni (2000):

$$\text{Equação (3) - IB} = 37,004721 + 0,094412 \times \text{PCQ} + 1,144822 \times \text{CM} - 0,000053067 \times \text{PCQ} \times \text{CM} + 0,000018336 \times \text{PCQ}^2 + 0,000409 \times \text{CM}^2.$$

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

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM em nível de 5% de significância. Os efeitos incluídos no modelo analítico foram ractopamina (Rac), nível de energia líquida (EL) e a interação entre ractopamina e o nível de energia líquida (Rac*EL). As eventuais diferenças entre as médias para o fator ractopamina foram comparadas pelo Teste F. Os níveis de energia líquida foram submetidos à análise de regressão linear e/ou quadrática em função do melhor ajuste do modelo as variáveis. As análises estatísticas foram realizadas por intermédio do programa estatístico SAS (2001).

Resultados e Discussão

Durante o período experimental a temperatura do ar da sala foi de $21,5 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$, a umidade relativa do ar foi de $91,7 \pm 6,8\%$, a temperatura de globo negro foi de $21,7 \pm 2,9^{\circ}\text{C}$ e o ITGU de $70,1 \pm 3,7$.

A temperatura média do ar obtida neste estudo pode ser considerada como temperatura termoneutra por estar entre 18 a 26°C , que é a faixa de temperaturas proposta como ideal para suínos desta categoria (Perdomo, 1994). O valor do ITGU que caracterizou o ambiente de conforto térmico está em conformidade com aquele de 69,1 obtido por Tavares et al. (2000) para suínos mantidos em ambiente termoneutro.

Não houve ($P>0,05$) interação entre níveis de energia líquida e ractopamina para as variáveis de desempenho (Tabela 5). Estes resultados estão de acordo com Mitchell et al. (1991) que não verificaram interação entre níveis de energia digestível e ractopamina na dieta de machos castrados em ambiente de conforto térmico. Por outro lado, Apple et al. (2004) verificaram que o aumento da concentração de energia dietética melhorou a conversão alimentar em suínos suplementados com ractopamina.

Não foi constatado efeito ($P>0,05$) da suplementação de ractopamina sobre o peso final das leitoas. Todavia, a suplementação de 20 ppm de ractopamina na dieta resultou em aumento ($P<0,05$) do ganho de peso dos animais em 90g/dia, correspondendo ao aumento de 9,47% do ganho diário em relação ao grupo não suplementado com o aditivo. O mesmo foi verificado por Marinho et al. (2007), que observaram em machos castrados, tratados com 5 ppm de ractopamina durante 28 dias, ganho de peso 168g/dia superior em relação ao grupo controle, correspondendo a uma melhora de 12,21%.

A melhora no ganho diário de peso pode ser explicada pelo efeito da ractopamina sobre o organismo animal, por meio da alteração do metabolismo, com aumento da síntese protéica e bloqueio da lipogênese (Schinckel et al., 2003). A ractopamina promove aumento do ganho por melhorar a eficiência de utilização dos aminoácidos para o crescimento dos suínos em terminação (Moreno & Miller, 2007).

O incremento calórico decorrente da deposição de gordura é menor que o da deposição de proteína. Além disso, com a deposição de proteína ocorre também grande deposição de água, o que não ocorre com a deposição de gordura. Logo, para o ganho de peso, a deposição de proteína é mais interessante que a de gordura (Pena et al., 2008).

Tabela 5 - Desempenho de leitoas em terminação, sob conforto térmico, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac)

Variáveis	Rac, ppm	Energia Líquida (kcal/kg de ração)				Média	<P			CV (%)
		2.300	2.424	2.548	2.668		Rac	EL	Rac*EL	
PI, kg	0	67,15	67,62	67,50	67,46	67,44				
	20	67,36	67,67	67,34	66,86	67,34				
	Média	67,27	67,65	67,42	67,24	67,39	0,75	0,95	0,97	4,34
PF, kg	0	90,02	92,55	92,40	91,00	91,52				
	20	94,28	94,72	93,00	93,93	93,95				
	Média	92,39	93,64	92,70	92,10	92,72	0,09	0,92	0,72	5,20
GDP, kg	0	0,82	0,89	0,89	0,84	0,86 ^b				
	20	0,96	0,97	0,92	0,97	0,95 ^a				
	Média	0,90	0,93	0,90	0,89	0,90	0,04	0,96	0,71	15,05
CDR, kg	0	2,19	2,34	2,18	2,02	2,18				
	20	2,17	2,19	2,09	2,05	2,13				
	Média	2,18	2,27	2,14	2,03	2,15	0,72	0,21	0,58	9,74
CA, kg/kg	0	2,69	2,66	2,46	2,44	2,55 ^a				
	20	2,27	2,28	2,31	2,12	2,26 ^b				
	Média	2,46	2,47	2,39	2,32	2,41	0,01	0,29	0,55	9,74

PI (peso inicial); PF (peso final); GDP (ganho diário de peso); CRD (consumo diário de ração); CA (conversão alimentar).

Médias na coluna seguida por letras distintas, entre linhas, diferem entre si, ao nível de 5% de significância, pelo teste F.

Não foi observada diferença ($P>0,05$) no consumo diário de ração dos animais decorrentes da inclusão de ractopamina na dieta. O mesmo foi verificado por Sanches (2009), que não verificaram diferença no consumo diário de ração de machos castrados, recebendo níveis de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) sob ambiente de conforto térmico. Contradizendo os resultados publicados por See et al. (2004) que observaram que a suplementação da dieta dos suínos com a ractopamina provocou redução no consumo de ração, especialmente nas duas últimas semanas de fornecimento.

A conversão alimentar melhorou ($P<0,05$) em 11,4% nas leitoas alimentadas com a dieta contendo ractopamina. Resultados semelhantes foram reportados por Main et al. (2009)

que verificaram melhor conversão alimentar com doses crescentes de ractopamina (0; 5; 7,5 e 10 ppm) para suínos em terminação.

A deposição de tecido magro é energeticamente mais eficiente que a deposição de gordura. Consequentemente esta mudança na composição de crescimento de suínos alimentados com ractopamina pode explicar a melhora na eficiência alimentar (Akanbi & Mersmann, 1996; Pereira et al., 2008).

Em relação aos níveis energéticos, não foi constatado efeito ($P>0,05$) dos níveis de energia líquida na ração sobre as variáveis de desempenho de leitoas em terminação. Em contrapartida, Paiano et al. (2008) verificaram redução do consumo de ração e melhora na conversão alimentar para machos castrados e fêmeas em função do aumento da concentração de energia líquida (2.410; 2.450; 2.490; 2.530 ou 2.570 kcal/kg) na dieta.

A literatura sugere que a regulação da ingestão de alimentos depende da densidade de energia, de modo que o consumo diário de energia mantém-se relativamente constante entre dietas com diferentes densidades energéticas. No entanto, em dietas com baixa densidade energética, o consumo de energia e o desempenho são reduzidos (Noblet & Milgen, 2004)

A melhora da eficiência alimentar ocorre devido a um favorecimento de deposição de proteína na carcaça, com economia energética para o metabolismo animal. A síntese de tecido adiposo é mais dispendiosa energeticamente que a síntese de tecido proteico em função da inclusão de moléculas de água ocorrida na síntese do tecido muscular (Pereira et al., 2008).

Foi constatada interação ($P<0,05$) entre os níveis de energia líquida e ractopamina sobre a espessura de toucinho dos animais (Tabela 6), sendo observada redução ($P<0,05$) da espessura nos animais alimentados com a dieta contendo 2.668 kcal de EL/kg quando suplementados com 20 ppm de ractopamina. Além disso, foi constatado aumento linear ($P<0,05$) ($\hat{Y} = -10,34797+0,00641x$, $r^2 = 0,92$) na espessura de toucinho dos animais alimentados com a dieta isenta de ractopamina de acordo com o aumento do nível energético da dieta, sendo que os animais que ingeriram 2.668 kcal EL/kg de ração apresentaram espessura de toucinho (6,80mm) aproximadamente 38% superior em relação ao nível 2.300 kcal EL/kg de ração (4,25mm).

Do mesmo modo, Marinho et al. (2007) utilizando 5 ppm de ractopamina na dieta de suínos machos castrados durante 28 dias observaram redução de 7,5% na espessura de toucinho. Os resultados obtidos neste estudo podem ser explicados pela eficiência da ractopamina em aumentar a deposição protéica e inibir parcialmente a deposição de gordura subcutânea na carcaça (Amaral et al., 2009).

Tabela 6 – Características de carcaça de leitões em terminação, sob conforto térmico, alimentadas com dietas contendo níveis de energia líquida (EL) e suplementadas com ractopamina (Rac)

Variáveis	Rac, ppm	Energia Líquida (kcal/kg de ração)				Média	<P			CV (%)
		2.300	2.424	2.548	2.668		Rac	EL	Rac*EL	
PCQ, kg	0	71,30	72,85	72,12	72,18	72,12 ^b				
	20	73,64	75,10	74,00	75,53	74,42 ^a				
	Média	72,60	73,97	73,06	73,44	73,27	0,04	0,61	0,68	5,02
ET, mm	0*	4,25 ^a	5,67 ^a	5,80 ^a	6,80 ^a	5,71				
	20 ^{ns}	4,20 ^a	5,50 ^a	5,40 ^a	4,33 ^b	4,88				
	Média	4,22	5,57	5,60	5,88	5,31	0,01	0,01	0,03	15,58
PM, mm	0	64,50	57,00	66,80	55,80	61,05				
	20	67,80	65,00	64,00	66,33	65,76				
	Média	66,33	61,00	65,40	59,75	63,21	0,18	0,56	0,57	16,93
CC, cm	0	95,75	96,25	95,00	95,00	95,44				
	20	96,80	94,00	93,60	93,00	94,53				
	Média	96,33	95,12	94,30	94,25	94,99	0,41	0,58	0,82	3,65
AOL, cm ²	0	52,68	45,93	54,70	51,25	51,35				
	20	54,65	48,56	50,45	53,50	51,78				
	Média	53,78	47,25	52,57	52,09	51,47	0,77	0,38	0,62	14,54
RCQ, %	0	81,59	82,18	81,54	81,82	81,77				
	20	81,19	82,32	82,25	82,43	81,99				
	Média	81,36	82,25	81,89	82,05	81,88	0,47	0,27	0,42	1,42
CM, %	0*	67,53 ^a	64,67 ^a	66,35 ^a	64,63 ^b	65,76				
	20 ^{ns}	67,50 ^a	66,31 ^a	65,47 ^a	67,71 ^a	66,95				
	Média	67,51	65,49	66,41	65,78	66,32	0,01	0,01	0,02	1,38
QCC, %	0	46,55	45,71	46,40	45,30	45,97 ^b				
	20	48,06	48,00	47,54	48,54	47,97 ^a				
	Média	47,40	46,85	46,97	46,52	46,95	0,04	0,98	0,81	6,27
IB	0*	122,71 ^a	119,48 ^a	121,42 ^a	119,37 ^b	120,71				
	20 ^{ns}	122,94 ^a	121,64 ^a	121,74 ^a	123,24 ^a	122,33				
	Média	122,83	120,56	121,57	120,82	121,47	0,01	0,01	0,02	0,98

PCQ (peso de carcaça quente); ET (espessura de toucinho); PM (profundidade de músculo); CC (comprimento de carcaça); AOL (área de olho-de-lombo); <P (probabilidade); CV (coeficiente de variação).

Médias nas colunas seguidas por letras distintas entre linhas, diferem ao nível de 5% de significância, pelo teste F; *Efeito Linear ($P < 0,05$); ^{ns} efeito não significativo ($P > 0,05$);

ET 0 ppm = $\hat{Y} = -10,34797 + 0,00641x$; $r^2 = 0,92$;

CM, % 0 ppm = $\hat{Y} = 79,78153 - 0,00561x$; $r^2 = 0,42$;

IB 0 ppm = $\hat{Y} = 137,20237 - 0,0066x$; $r^2 = 0,42$.

Esse resultado está de acordo com o verificado por Barbosa et al. (2003) para suínos machos castrados, que não verificaram efeito dos níveis de energia líquida utilizados sobre a espessura de toucinho. Por outro lado, Vieira et al. (2004) trabalhando com fêmeas e machos castrados em terminação não constataram influência dos níveis energéticos sobre a espessura de toucinho, apenas efeito entre sexo.

De modo geral, as fêmeas produzem carcaças com maior percentual de tecido muscular e menor de gordura, resultando em carcaças de qualidade superior às de machos castrados. Isto pode ser explicado pelo efeito anabólico dos hormônios esteróides presente nas fêmeas, ao passo que nos machos castrados não há esse efeito devido à remoção cirúrgica dos testículos (Vieira et al., 2004).

No entanto, Sanches (2009) ao avaliar níveis crescentes de ractopamina (5, 10 e 20 ppm) para suínos machos castrados sob conforto térmico observou redução de 2,6; 14,5 e 31,6% para a espessura de toucinho em relação ao grupo não suplementado.

Um dos principais efeitos da inclusão de ractopamina é a redução na espessura de toucinho devido à ação deste aditivo na redução da síntese de ácidos graxos no tecido adiposo, ao mesmo tempo que favorece o aumento na síntese protéica no músculo (Pereira et al., 2008). Por outro lado, Adeola et al. (1990) que trabalharam com suínos em terminação alimentados com dieta suplementada com 20 ppm de ractopamina, durante 28 dias, não observaram efeito significativo da adição de ractopamina sobre as características de carcaça.

Não houve ($P > 0,05$) interação entre níveis de energia líquida e ractopamina para o peso de carcaça quente, profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo (Tabela 6).

A inclusão de ractopamina na dieta aumentou ($P < 0,05$) em 2,3 kg o peso de carcaça quente, representando melhora de 3,1%. O mesmo foi reportado por Armstrong et al. (2005), que obtiveram maior peso de carcaça em animais suplementados com 5 ppm de ractopamina por 35 dias, comparados aos animais sem suplementação o que representa aumento de 2,6 kg.

A profundidade de músculo, o comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de ractopamina na dieta (Tabela 6). Da mesma

forma, Bridi et al. (2008) não constataram efeito da suplementação com 10 ppm de ractopamina sobre o a profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo de suínos em terminação.

Os níveis de energia líquida na ração não influenciaram ($P < 0,05$) o peso de carcaça quente, profundidade de músculo, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo de fêmeas em terminação (Tabela 6). Também Paiano et al. (2008) não observaram efeito dos níveis de energia líquida na dieta de machos castrados e fêmeas para as variáveis de peso, comprimento de carcaça e área de olho-de-lombo. Porém esses mesmos autores verificaram efeito na profundidade de músculo com o aumento dos níveis de energia líquida na dieta com ponto de máximo no nível de 2.517 kcal EL/kg de ração.

Houve interação ($P < 0,05$) entre níveis de energia líquida e ractopamina para percentagem de carne magra e índice de bonificação de carcaças. Não foi observada interação ($P > 0,05$) entre os níveis de energia líquida e ractopamina sobre o rendimento de carcaça quente e quantidade de carne magra dos animais (Tabela 6).

Leitoas alimentadas com dietas contendo 2.668 kcal de EL/kg de ração e suplementadas com 20 ppm de ractopamina apresentaram maior ($P < 0,01$) percentual de carne magra e maior ($P < 0,01$) índice de bonificação de carcaças em relação aquelas alimentadas com a dieta isenta de ractopamina. Esses resultados contradizem os reportados por Apple et al. (2004), que verificaram que suínos suplementados com 10 ppm de ractopamina e recebendo níveis energéticos elevados depositam mais gordura, resultando em carcaças com menor percentagem de carne magra. De acordo com Dunshea et al. (1998) uma das barreiras para a deposição de proteína muscular nos suínos é o consumo de energia.

O rendimento de carcaça quente não foi influenciado ($P > 0,05$) pela ação da ractopamina na dieta (Tabela 6). O mesmo foi verificado por Bridi et al. (2008) que não encontraram diferença no rendimento de carcaça em animais suplementados com 10 ppm de ractopamina em relação ao grupo controle. Porém, Main et al. (2009) verificaram maior rendimento de carcaça quente para animais recebendo 10 ppm de ractopamina durante 21 dias.

A quantidade de carne na carcaça de fêmeas suínas diferiu ($P < 0,05$) em função da suplementação de ractopamina, sendo observado aumento de 4,2% na quantidade de carne em leitoas suplementadas com 20 ppm de ractopamina (Tabela 6). Esse resultado está coerente com as respostas obtidas para a espessura de toucinho e o percentual de carne magra. Também Armstrong et al. (2005) encontraram maior quantidade de carne na carcaça em animais suplementados com 5 ppm de ractopamina durante 35 dias em relação aos animais controle. Por outro lado, Bridi et al. (2008) não encontraram diferenças na quantidade de carne dos animais em terminação suplementados com 10 ppm de ractopamina.

Isto pode ser explicado pelo fato dos suínos quando alimentados com dietas contendo ractopamina, resultam em carcaças mais pesadas e com maior composição e quantidade de carne magra (Armstrong et al., 2005).

O aumento do nível energético da dieta não influenciou ($P>0,05$) o rendimento de carcaça quente e a quantidade de carne magra nas carcaças de leitoas em terminação (Tabela 6). O mesmo foi verificado por Paiano et al. (2008) que não verificaram efeito dos níveis de energia líquida na dieta sobre o rendimento de carcaça quente e a quantidade de carne nas carcaças de machos castrados e fêmeas em terminação.

Conclusões

A inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas com 2.668 kcal de EL/kg de ração reduz a espessura de toucinho e por consequência aumenta a percentagem de carne magra e o índice de bonificação de carcaças.

A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta de leitoas aumenta o ganho diário de peso, melhora a conversão alimentar, proporciona maior peso de carcaça quente e aumenta a quantidade de carne magra nas carcaças, independentemente do nível energético da dieta.

Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação sob conforto térmico.

Literatura Citada

- ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3633-3641, 1990.
- AKANBI, K.A.; MERSMANN, H.J. β -Adrenergic receptors in porcine adipocyte membranes: modification by animal age, depot site, and dietary protein deficiency. **Journal of Animal Science**, v.74, p.551-561, 1996.
- AMARAL, N.O; FIALHO, E.T.; CANTARELLI, V.S. et al. Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1494-1501, 2009.
- APPLE, J.K.; MAXWELL, C.V.; BROWN, D.C. et al. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3277-3287, 2004.

- ARMSTRONG, T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.3245-3253, 2004.
- ARMSTRONG, T.A.; KREMER, B.T.; MARSTELLER, T.A. et al. Effects of ractopamine step-up use programs on finishing pigs fed under commercial conditions. **Journal of Swine Health and Production**, v.13, n.2, p.66–71, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CRIADORES DE SUÍNOS – ABCS. **Métodos brasileiro de classificação de carcaças**. 2.ed. Rio Grande do Sul: Estrela, 1973. 17p.
- BARBOSA, H.C.A.; VIEIRA, A.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos em terminação alimentados com diferentes níveis de restrição alimentar e de energia na dieta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.5, p.606-614, 2003.
- BRIDI, A.M.; OLIVEIRA, A.R.; FONSECA, N.A. et al. Efeito da ractopamina e do gênero no desempenho e na carcaça de suínos de diferentes genótipos halotano. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.3, p.713-722, 2008.
- BUFFINGTON, D.E.; COLAZZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globehumidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of the American Society of Agricultural Engineers**, v.24, p.711-714, 1981.
- CANTARELLI, V.S.; FIALHO, E.T.; ALMEIDA, E.C. et al. Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de ractopamina para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.844-851, 2009.
- DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; EASON P.J. et al. Interrelationships between dietary ractopamine, energy intake, and sex in pigs. **Australian Journal Agriculture Research**, v.49, p.565–574, 1998.
- GUIDONI, A.L. Melhoria de processos para a tipificação e valorização de carcaças suínas no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA. 1., 2000, Concórdia. **Anais...** Concórdia: EMBRAPA-CNPSA , 2000, p.14.
- JACELA, J.Y.; DEROUCHÉY, J.M.; TOKACH, M.D. et al. Feed additives for swine: Fact sheets – carcass modifiers, carbohydrate-degrading enzymes and proteases, and anthelmintics. **Journal of Swine Health and Production**, v.17, n.6, p.325–332, 2009.
- KILL, J.L.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Níveis de lisina para leitoas com alto potencial genético para deposição de carne magra dos 65 aos 95 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p. 1647-1656, 2003.

- MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Effects of ractopamine HCl dose and treatment period on pig performance in a commercial finishing facility. **Journal of Swine Health and Production**, v.17, n.3, p.134–139, 2009.
- 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, 2007.
- MASCARENHAS, A.G.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. et al. Fontes e níveis de energia digestível em rações para suínos machos inteiros dos 60 aos 100 kg. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p. 1403-1408, 2002.
- MITCHELL, A.D., SOLOMON, M.B., STEELE, N.C. et al. Influence of level of dietary protein or energy on effects of ractopamine in finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 4487-4495, 1991.
- 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.
- MOREIRA, I.; VOORSLUYS, T.; MARTINS, R.M. et al. Efeitos da restrição energética para suínos na fase final de terminação sobre o desempenho, característica de carcaça e poluição ambiental. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.29, n.2, p.179-185, 2007.
- MORENO, R.; MILLER, P.S. Effect of ractopamine (Paylean[®]) and lysine:net energy ratio on growth performance and plasma urea nitrogen concentration of late-finishing barrows fed low-protein amino acid-supplemented diets. **Nebraska Swine Report**, p.28-31, 2007.
- MORENO, R.; MILLER, P.S.; BURKEY, T.E. Effect of increasing lysine:net energy ratio on growth performance and plasma urea nitrogen concentration of late-finishing barrows fed low-protein amino acid-supplemented diets and ractopamine. **Nebraska Swine Report**, p.30-32, 2008.
- NOBLET, J.; MILGEN, J.V. Energy value of pig feeds: Effect of pig body weight and energy evaluation system. **Journal of Animal Science**, v.82, p.E229–E238, 2004.
- PAIANO, D.; MOREIRA, I.; FURLAN, A.C. et al. Relações treonina:lisina digestíveis e níveis de energia líquida para suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2147-2156, 2008.
- PENA, S.M.; LOPEZ, D.C.; ROSTAGNO, H.S. et al. Relações metionina mais cistina digestível:lisina digestível em dietas suplementadas com ractopamina para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.1978-1983, 2008.

- PERDOMO, C.C. 1994. Conforto ambiental e produtividade de suínos. Em: Simpósio Latino-Americano de Nutrição de Suínos, 1994, São Paulo. **Anais...** CBNA. São Paulo. 19-26p.
- 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.
- 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.
- SANCHES, J.F. **Níveis de ractopamina para suínos machos castrados em terminação**. 2009. 56f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2009.
- SAS. **User's Guide**, version 7, 5^a Edition, North Caroline, SAS Institute INC., 2001, 1686p.
- SCHINCKEL, A.P.; LI, N.; RICHERT, B.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.
- SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamine feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.
- 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.
- VIEIRA, A.A.; BARBOSA, H.C.A.; ALMEIDA, F.Q. et al. Qualidade da carcaça de suínos machos e fêmeas, abatidos em diferentes pesos, alimentados com dieta contendo dois níveis de energia líquida, sob restrição alimentar na fase de terminação. **Revista da Universidade Rural Rio de Janeiro**, v.24, n.1, p.155-160, 2004.
- WILLIAMS, N.H.; CLINE, T.R.; SCHINCKEL, A.P. et al. The impact of ractopamine, energy intake, and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v.72, p.3152-3162, 1994.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A inclusão de 20 ppm de ractopamina em dietas com elevado nível energético reduz a espessura de toucinho e por conseqüência aumenta a percentagem de carne magra e melhora o índice de bonificação de carcaças em leitoas sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico.

A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta melhora a conversão alimentar, aumenta quantidade de carne magra nas carcaças em leitoas sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico. A inclusão do aditivo também aumenta o ganho diário de peso e o peso de carcaça em leitoas sob conforto térmico independentemente do nível energético da dieta.

Os níveis de energia líquida na dieta não influenciam o desempenho e as características de carcaças de leitoas em terminação sob ambiente de estresse por calor e conforto térmico.