

PRISCILA FURTADO CAMPOS

**FÓSFORO DISPONÍVEL EM DIETAS COM OU SEM  
RACTOPAMINA PARA FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINAÇÃO  
TARDIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para a obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2010

PRISCILA FURTADO CAMPOS

**FÓSFORO DISPONÍVEL EM DIETAS COM OU SEM  
RACTOPAMINA PARA FÊMEAS SUÍNAS EM TERMINAÇÃO  
TARDIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 10 de Fevereiro de 2010.

---

Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva  
(Co-orientador)

---

Prof<sup>a</sup>. Rita Flávia Miranda de Oliveira  
(Co-orientadora)

---

Prof. Juarez Lopes Donzele

---

Prof. Paulo César Brustolini

---

Prof. Aloizio Soares Ferreira  
(Orientador)

*"Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor, mas lutamos para que o melhor fosse feito. Não somos o que deveríamos ser, não somos o que iremos ser.. mas Graças a Deus, não somos o que éramos."*

Martin Luther King

*A Deus, por me conceder essa oportunidade.*

*Aos meus pais Lucia e Aloizio, pelos ensinamentos, apoio e confiança depositada em mim.*

*A minha irmã Carol, pelo exemplo de vida.*

*Ao meu noivo Fabiano, pelo apoio, companheirismo, paciência e por simplesmente existir em  
minha vida.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por guiar meus passos durante essa caminhada.

A Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização desse curso.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo durante o curso.

Aos meus pais Aloizio e Lucia pelo apoio, incentivo e por acreditar em mim.

A minha irmã Carol pela força e amizade.

Ao meu noivo Fabiano pelo apoio e compreensão durante o transcorrer desse curso.

Ao meu Orientador, Dr. Aloizio Soares Ferreira, pelo apoio, amizade e orientação.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), em especial, ao pesquisador Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva, pela amizade, apoio e orientação na execução deste trabalho.

À granja São Francisco, pelo fornecimento dos animais.

Ao Frigorífico industrial Vale do Piranga (SAUDALI) pela atenção demonstrada durante o abate dos animais.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Vale do Piranga (EPAMIG), pela contribuição durante a execução do trabalho.

Aos professores Dr. Juarez Lopes Donzele, Dr<sup>a</sup> Rita Flávia Miranda de Oliveira, Dr. Paulo César Brustolini e ao pesquisador da EPAMIG, Dr. Francisco Carlos de Oliveira Silva pela participação na banca, críticas e sugestões.

Aos demais professores, colegas e funcionários do departamento de Zootecnia e, em especial, aos amigos José Alberto “Dedeco” e “Salame”, pelo apoio na realização deste trabalho.

A todos os meus amigos de Mestrado, especialmente: Celso, Cinthia, Ana Paula, Andressa, Érika e Greg, pela amizade e ajuda durante o experimento.

E a todos aqueles que contribuíram para a realização desse curso.

## **BIOGRAFIA**

PRISCILA FURTADO CAMPOS, filha de Aloizio Campos de Souza e Lucia Helena Furtado Campos, nasceu em Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, em 23 de março de 1983.

Em 2003, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, graduando-se em Janeiro de 2008.

Em março de 2008, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos, submetendo-se à defesa de dissertação em fevereiro de 2010.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Função e distribuição do fósforo no organismo animal.....	3
2.2. Absorção e relação Ca:P.....	4
2.3. Exigência de fósforo para suínos na fase de terminação.....	5
2.4. Fosfatase Alcalina.....	7
2.5. Agonistas- $\beta$ adrenérgicos.....	8
2.6. Ractopamina, desempenho e características de carcaça.....	10
2.7. Fatores que influenciam o uso da ractopamina.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
5. CONCLUSÃO .....	31
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	32

## RESUMO

CAMPOS, Priscila Furtado, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Fósforo disponível em dietas com ou sem ractopamina para fêmeas suínas em terminação tardia.** Orientador: Aloízio Soares Ferreira. Co-orientadores: Francisco Carlos de Oliveira Silva e Rita Flávia Miranda de Oliveira.

Com o objetivo de avaliar níveis de fósforo disponível em dietas suplementadas ou não com ractopamina, foram usadas 112 leitoas de alto potencial genético para deposição de carne magra com peso inicial de  $94,0 \pm 2,28$  kg, em um experimento com delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2 (0,109; 0,209; 0,309; e 0,409% de fósforo disponível e com 0 ou 10 ppm de ractopamina), perfazendo oito tratamentos, com sete repetições e dois animais por unidade experimental. Não foi observada interação entre os níveis de fósforo disponível e ractopamina para nenhum dos parâmetros estudados. Os níveis de fósforo disponível influenciaram o consumo de fósforo disponível e o ganho de peso diário que aumentaram de forma linear. A conversão alimentar melhorou de forma quadrática com o aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta, até o nível estimado de 0,33% de fósforo disponível. A ractopamina proporcionou aumento no ganho de peso e diminuição da conversão alimentar. A atividade da fosfatase alcalina no soro diminuiu de forma linear com o aumento dos níveis de fósforo disponível na dieta. Os níveis de fósforo disponível influenciaram a resistência óssea que aumentou de forma quadrática, até o nível estimado de 0,32%. Os teores de cinza cálcio e fósforo no osso foram influenciados de forma quadrática até os níveis estimados, respectivamente de 0,270; 0,277 e 0,295% de fósforo disponível. Concluiu-se que o nível de fósforo disponível para fêmeas suínas de alto potencial para deposição de carne, dos 94 aos 125 kg, é de 0,33%, correspondente a um consumo diário de 8,67 g em dietas com até 10 ppm de ractopamina.



## ABSTRACT

CAMPOS, Priscila Furtado, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Available phosphorus in diets with or without ractopamine for finishing gilts.** Adviser: Aloízio Soares Ferreira. Co-advisers: Francisco Carlos de Oliveira Silva and Rita Flávia Miranda de Oliveira.

With the objective to evaluate levels of available phosphorus in diets with or without ractopamina, were used 112 gilts with high genetic potential for meat deposition with initial weigh of  $94.00 \pm 2.28$  kg distributed in a completely randomized block design, in a 4x2 factorial scheme (0,109; 0,209; 0,309; e 0,409% of available phosphorus and 0 or 10 ppm with ractopamine) with eight treatments, seven replications and two animals per experimental unit. There was not interaction between levels of phosphorus and ractopamina. The levels of available phosphorus have influenced the daily weight gain and the daily phosphorus intake with increase in a linear form. The feed conversion improved in a quadratic form until with the increase of the available phosphorus levels, until the estimated level of 0.33% of available phosphorus. The ractopamina provided increase in the daily weigh gain and decrease in the feed conversion. The alkaline phosphatase decreased in a linear form with the increase of the available phosphorus levels. The levels of available phosphorus have influenced the bone resistance with increased in a quadratic form until the estimated level of 0.32%. The contents of ash, calcium and phosphorus in the bone increased in a quadratic form until the estimated levels, respectively 0.270; 0.277 e 0.295% of available phosphorus. It was concluded that the level of available phosphorus for gilts of high potential for meat deposition, from 94 to 125 kg, is 0.33%, with corresponds to an available phosphorus intake of 8.67 g day, in diets with 10 ppm of ractopamine.

## 1. INTRODUÇÃO

O avanço dos índices zootécnicos na suinocultura pode ser atribuído ao melhoramento genético, condição de manejo adequada, adoção de programas sanitários eficientes e ao conhecimento preciso das exigências nutricionais de cada categoria animal. Para aumentar os índices de produção e atender a demanda de um mercado consumidor cada vez mais exigente em carne magra e de qualidade, suínos com alto potencial genético para taxa de crescimento, eficiência alimentar e composição de carcaça têm sido introduzidos no mercado.

Dos minerais suplementados nas rações de suínos o fósforo é o que apresenta o maior número de funções sendo o segundo mais abundante no organismo animal. O fósforo participa de funções metabólicas essenciais, sendo responsável pela formação e manutenção do sistema ósseo e dos dentes. Além disso, participa da utilização, armazenamento e transferência de energia via AMP, ADP e ATP, faz parte da estrutura dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), atua no equilíbrio ácido-base e na manutenção da pressão osmótica e participa também de inúmeros sistemas enzimáticos (Lenhinger *et al.*, 2002).

Alguns fatores influenciam as exigências nutricionais dos animais, sendo o grupo genético um deles. Suínos com diferentes potenciais genéticos para deposição de tecido magro na carcaça possuem diferentes exigências de minerais, devido as diferenças nas proporções de tecido mole em relação ao tecido esquelético (Hendricks & Mougan, 1993).

A concentração adequada de fósforo na dieta é aquela que irá proporcionar maior deposição de tecido muscular mantendo a quantidade de fósforo nos ossos. Assim, suínos com alta capacidade para deposição de carne magra irão mobilizar fósforo dos ossos e músculos se receberem dietas deficientes. Por outro lado, uma dieta com excesso de fósforo além de comprometer a absorção de cálcio irá causar uma maior excreção desse nutriente, podendo causar um impacto negativo ao meio ambiente.

A ractopamina é um aditivo  $\beta$ -adrenérgico com estrutura semelhante a das catecolaminas epinefrina e norepinefrina, que tem sido usado na fase final de terminação dos animais por ser a fase que apresenta maior transformação na composição da carcaça e, ao mesmo tempo, menor eficiência alimentar, com maior

consumo de ração. A ractopamina proporciona um redirecionamento dos nutrientes que seriam destinados à produção e deposição de lipídios para serem utilizados na deposição de tecido muscular. Assim haverá uma redução na síntese de lipídios e um aumento na síntese protéica o que irá proporcionar uma melhora no desempenho e nas características de carcaça de suínos.

Para atender a maior produção de tecido magro torna-se necessário quantidades adequadas dos nutrientes que participam do metabolismo protéico, sendo o fósforo um desses nutrientes. Assim, animais recebendo ractopamina podem ter suas exigências de fósforo alteradas em razão da maior proporção de tecido magro.

Por isso verifica-se a necessidade de avaliar níveis de fósforo disponível em dietas com ou sem ractopamina para leitoas de alto potencial genético para deposição de carne na carcaça dos 94 aos 125 kg suplementados ou não com ractopamina por meio do desempenho, características de carcaça, e dos parâmetros ósseos e sanguíneos.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Função e distribuição do fósforo no organismo animal**

O fósforo (P), juntamente com o cálcio (Ca), são responsáveis pela formação e manutenção do sistema ósseo, sendo que mais de 99% do total do cálcio corporal e mais de 75 % do total do fósforo estão presentes nos ossos e dentes (Hays & Swenson, 1996). Além de proporcionar apoio estrutural ao organismo animal o fósforo atua como componente dos fosfolípidos, os quais são de extrema importância no transporte e metabolismo de lipídeos e na estrutura da membrana celular. Dessa forma o fósforo está presente em todas as células do corpo. (Ponde et al., 1995). Além disso, contribui para a manutenção do equilíbrio ácido base, pressão osmótica, tem participação no tamponamento do sangue e na bomba de sódio, e atua como constituinte de vários sistemas enzimáticos sendo imprescindível que esteja em nível adequado nas rações para atender as exigências do animal (Lehninger et al., 2002).

O corpo animal possui 4 a 6 % de seu peso constituído por minerais, sendo que destes, 1 % é devido ao fósforo, sendo encontrado principalmente no tecido esquelético. A concentração de fósforo no esqueleto varia de 60 a 80% sendo essa variação definida pelas proporções de tecido mole em relação ao tecido esquelético (Crenshaw, 2001). No esqueleto, o fósforo está presente como parte de cristais de hidroxiapatita, e nos tecidos moles é mais encontrado na forma orgânica.

Na natureza, o P é amplamente distribuído podendo ser encontrado em todos os alimentos de origem vegetal. Nos vegetais, o maior percentual está presente na forma de ácido fítico, que não é digerido pelos animais não ruminantes e, portanto não é aproveitado. O fósforo ingerido na forma de fitatos por animais não ruminantes é pouco disponível devido à ausência de fitases. A adição destas enzimas nas dietas destes animais aumenta a disponibilidade do elemento. Para ruminantes o fitato é altamente disponível devido a presença de bactérias ruminais que disponibilizam o P dos vegetais (McDowell, 1992).

Em rações formuladas para suínos, o fornecimento de fósforo disponível (Pd) pelas fontes de origem vegetal não são suficientes para atender as exigências nutricionais para o adequado desempenho e mineralização óssea, havendo necessidade de suplementação com fontes de P na forma inorgânica (Rostagno et al., 2005).

## **2.2 – Absorção e relação Ca:P**

As trocas bioquímicas de P nos tecidos moles, sangue e ossos são constantes e variam principalmente com a idade e o estado fisiológico dos animais. A troca desse mineral nos tecidos decresce com a idade e aumenta durante os períodos de atividade reprodutiva, sendo essas trocas mais intensas no fósforo lábil do esqueleto e na matéria esponjosa do osso (Georgievskii, 1982).

O metabolismo do fósforo está intimamente associado ao do cálcio. Isso ocorre, porque eles são regulados por mecanismos físico-químicos e biológicos idênticos. Além disso, devido à natureza estática da razão Ca:P encontrada nos ossos, os efeitos do metabolismo do Ca na absorção e reabsorção óssea podem alterar as concentrações de P no sangue (Valk et al., 2000). Alta relação Ca:P na dieta pode reduzir a absorção do fósforo, que será complexado em nível de intestino tornando-se menos disponível para o animal, o que resultará em menores taxas de ganho de peso (Liu et al., 2000), além de comprometer a mineralização dos ossos (Eeckout et al., 1995). Por outro lado, uma baixa relação Ca:P também pode comprometer a absorção de cálcio, além de provocar efeitos negativos sobre os parâmetros ósseos de suínos (Reinhard & Mahan, 1986).

O fósforo pode ser ingerido na forma inorgânica como mono, di ou trifosfato, ou na forma orgânica como fitatos, fosfolipídeos ou fosfoproteínas. O fósforo é absorvido sob a forma de ortofosfato em sua maior parte no intestino delgado superior, em especial no duodeno, devido ao baixo pH que aumenta a solubilidade favorecendo a absorção nessa área (Hays & Swenson, 1996). A taxa com que é absorvido depende de vários fatores reguladores como: pH intestinal, nível de fósforo da dieta, relação cálcio: fósforo, vitamina D, forma de processamento dos ingredientes, além das fontes utilizadas na dieta, idade, sexo, nível de gordura, de proteína e de energia, condições ambientais, níveis circulantes de hormônios, agentes

quelantes e outros elementos minerais (Al, Cu, Mg, Zn, Mn, Fe, Se), que são antagonistas à absorção e utilização do P (Figueirêdo, 1998).

Em monogástricos, os principais locais de absorção são no duodeno e jejuno. A absorção de fósforo ocorre por transporte ativo e difusão passiva, sendo a vitamina D de grande importância, pois aumenta o fluxo de fosfato através do epitélio intestinal (Pond et al., 1995). O fósforo na presença do cálcio e sódio pode atravessar a membrana das células intestinais contra um gradiente de concentração.

A forma ativa da vitamina D, 1,25-dihidroxicolecalciferol, aumenta a absorção intestinal de P. Baixos níveis dietéticos de P resultam em mudanças adaptativas no intestino, que resultam em aumento na absorção deste mineral. Adicionalmente, ocorre um aumento da produção de 1,25-dihidroxicolecalciferol e adaptação do rim, a fim de se elevar a reabsorção para compensar o baixo nível dietético. A excreção renal de fósforo é determinada pelas taxas de filtração glomerular e pela reabsorção tubular (Rosol, 1997).

O cálcio e o fósforo absorvidos nos intestinos circulam pelo organismo através do sistema porta. No sangue, o fósforo é rapidamente destinado para a formação dos ossos e dentes de animais em crescimento. Os níveis plasmáticos são mantidos através de mineralização e desmineralização dos ossos. Quando em excesso, são eliminados através dos rins (Murray et al., 1990). A calcitonina atua na entrada do fosfato às células ósseas e no fluido periósseo diminuindo o movimento do cálcio ósseo para o plasma, enquanto o paratormônio estimula o movimento do cálcio e fósforo dos ossos para o sangue (Guyton, 1988).

O fósforo em excesso é eliminado através dos rins, podendo exercer um grande impacto sobre o meio ambiente se não for tratado adequadamente. Para diminuir a excreção, é necessário balancear as rações usando níveis adequados de fósforo, visto que baixos níveis de fósforo podem comprometer o desempenho dos animais e o excesso pode ser prejudicial ao ambiente além de aumentar os custos das rações (Arouca, 2008).

### **2.3. Exigências de fósforo para suínos na fase de terminação**

Alguns estudos têm mostrado que as exigências nutricionais não são as mesmas para suínos com diferentes potenciais genéticos para deposição de carne na carcaça. De acordo com Hendricks & Moughan (1993), suínos com diferentes

potenciais genéticos para deposição de tecido muscular possuem diferentes exigências de minerais, sendo necessário que cada grupo genético tenha um programa de alimentação específico.

Segundo (NRC, 1998), as exigências de fósforo são definidas com base no desempenho dos animais, sem considerar a mineralização dos ossos, uma vez que a exigência de fósforo dietético para máximo crescimento e eficiência alimentar ocorre em níveis inferiores àqueles exigidos para máximo desenvolvimento dos ossos (Crenshaw et al., 1986). De acordo com Doige et al. (1975), os níveis de cálcio e fósforo nas rações de suínos em crescimento e terminação, podem variar sem prejudicar o desempenho, embora a relação Ca:P deva estar próxima de 1,3:1.

Segundo Stahly (2000), o músculo de suínos apresenta em média 0,206% de fósforo, os ossos 3,16%, as vísceras 0,175%, a pele 0,071% e 0,036% o tecido adiposo.

A concentração de fósforo adequada na dieta é aquela que irá proporcionar maior deposição de tecido muscular, mantendo o estoque de fósforo nos ossos (Carter & Cromwell, 1998). Os níveis de Ca e P na ração de suínos, durante a fase de terminação não são tão críticos para o crescimento dos ossos quanto à fase de recria (Fammatre et al., 1977). Isso porque é durante a fase de cria e recria que ocorre o máximo desenvolvimento ósseo e muscular nos animais. Animais recebendo dietas deficientes em fósforo irão mobilizar fósforo dos ossos, o que irá prejudicar o desempenho futuro desses animais.

Rostagno et al. (2005) preconiza que a exigência de Pd para fêmeas de alto potencial dos 70 aos 100 kg, é de 0,248%, sendo a relação Ca:P total de 1,17:1 e Ca:Pd de 1,95:1

Stahly et al. (2000), trabalhando com níveis de Pd entre 0,103 e 0,358%, estimaram em 0,17% a exigência para suínos de alta deposição de carne magra dos 65 aos 92 kg, o que corresponde a um consumo diário de fósforo de 4,6 g/dia. Mais recentemente, Hastad et al. (2004), avaliando níveis entre 0,05 e 0,23% de Pd estimaram que a exigência para leitoas híbridas criadas em ambiente comercial é de 0,19% de Pd dos 88 aos 109 kg, correspondendo a um consumo diário de 4,07 g/dia.

Arouca (2008), trabalhando com níveis entre 0,09 e 0,46% de Pd, estimou em 0,33% de Pd a exigência de machos castrados selecionados geneticamente para deposição de carne na carcaça dos 60 aos 95 kg, o que corresponde a um consumo

diário de fósforo de 9,38 g/dia; e 0,200% a exigência de machos castrados dos 95 aos 125 kg, o que corresponde a um consumo diário de 5,98 g/dia.

#### **2.4. Fosfatase alcalina**

Quando a dieta está deficiente em Ca e P, há uma queda dos níveis desses elementos no sangue, quando tem início a absorção óssea pelos osteoclastos (Furtado, 1991). Neste caso, após a reabsorção do tecido ósseo pelos osteoclastos, novas camadas de matriz são depositadas pelos osteoblastos. O processo de remodelação óssea se desenvolve com base em dois processos antagônicos mas acoplados: a formação e a reabsorção ósseas. O acoplamento dos dois processos permite a renovação e remodelação óssea. Os osteoblastos em intensa atividade liberam uma enzima chamada de fosfatase alcalina (AFAS), que está presente nas vesículas da matriz óssea.

A fosfatase alcalina é uma hidrolase, ou seja, é uma enzima capaz de remover grupos fosfato de um grande número de moléculas diferentes e tem sido muito utilizada como marcador da remodelagem óssea. Ela está presente no fígado, ossos e intestino, e durante a prenhez está presente na placenta (Widmann, 1983). Segundo Hays & Swenson (1996), essa enzima está presente em regiões de calcificação dos ossos, estão envolvidas no transporte de cálcio e íons fosfato para o interior das vesículas da matriz óssea. Assim, em casos de deficiência de Ca e P, nas fases de crescimento, e após fraturas a atividade da fosfatase alcalina tenderá a ser alta.

O papel da fosfatase alcalina ainda não está totalmente definido, mas sabe-se que está envolvida na formação e mineralização do osso funcionando como um marcador bioquímico do metabolismo ósseo.

De acordo com Widmann (1983), a atividade da fosfatase alcalina pode ser medida no soro ou no plasma sendo inversamente proporcional ao nível de fósforo na dieta. Entretanto possuem um alto coeficiente de variação, podendo ser influenciada por vários fatores.

A atividade da fosfatase alcalina é mais intensa nas fases inicial e de crescimento, uma vez que é a fase onde ocorre o máximo desenvolvimento ósseo. (Arouca, 2008).



Koch & Mahan (1986), trabalhando com suínos dos 65 aos 95 kg, avaliaram diferentes relações Ca:P na dieta, e verificaram declínio linear da AFAS aos 21 dias e ao final do experimento, em função do aumento de fósforo da dieta.

Arouca (2008), trabalhando com suínos dos 95 aos 120 kg observou efeito quadrático dos níveis de fósforo disponível sobre a AFAS aos 21 dias de experimento, sendo o nível de 0,26% o que proporcionou o menor valor de AFAS o que corresponde a um consumo de 7,63 g/dia de fósforo disponível.

## **2.5. Agonistas $\beta$ -adrenérgicos**

Os agonistas beta-adrenérgicos (ABA) são análogos estruturais das catecolaminas, sendo conhecidos como agentes de partição, com efeitos sobre o sistema endócrino, o metabolismo protéico, lipídico e glicídico, e a composição e a qualidade de carcaça dos animais (Dunshea, 1993). As catecolaminas podem ser divididas em naturais e sintéticas. As naturais são epinefrina, norepinefrina e dopamina, e as sintéticas são clenbuterol, salbutamol, mabuterol, terbutalina, tolubeterol, cimaterol, mapenterol, clempenterol, clemproperol, bromobuterol e ractopamina. Os compostos de maior interesse são o clenbuterol, cimaterol, salbuterol e ractopamina.

Os agonistas atuam como agentes de repartição, redirecionando os nutrientes que seriam utilizados na síntese lipídica para a deposição de tecido muscular (Watkins et al., 1990). Estas substâncias se ligam aos receptores  $\beta$ -adrenérgicos presentes nos tecido adiposo e muscular, promovendo, respectivamente, redução do teor de gordura corporal e aumento da síntese protéica (Moody et al., 2000).

Como atribuições primárias das ações dos agonistas beta-adrenérgicos é conferido ao anel aromático uma importância ligada à potência, enquanto à cadeia lateral é imputada a seletividade (Morgan, 1990). Os mecanismos químicos envolvidos na potência devem-se, principalmente, às ligações de hidrogênio e à transferência de cargas, enquanto a afinidade para os receptores do tipo beta depende, fundamentalmente, da propriedade estereo-seletiva da cadeia lateral aminada (Ramos & Silveira, 2001). Assim, para um agonista beta-adrenérgico ter atividade biológica, é necessário que apresente um anel aromático com, pelo menos, uma substituição em A, B e/ou C (Figura 1), um grupo hidroxila no carbono beta do radical amina em configuração R e um nitrogênio carregado positivamente na cadeia

etanolamina, sendo este plenamente substituível no nitrogênio alifático para conferir especificidade aos receptores do tipo beta (Smith, 1998).

De acordo com Palermo Neto (2002), para evitar inativação rápida dos agonistas beta-adrenérgicos por ação da enzima catecol-O-metil transferase (COMT), sintetizaram-se compostos nos quais as hidroxilas do anel aromático foram substituídas por átomos de halogêneos. De fato, as substituições que são compatíveis com a ligação aos receptores  $\beta$ -adrenérgicos previnem a fenetanolamina de uma rápida metabolização, ocasionando uma meia-vida mais longa para os compostos obtidos. Entretanto, a ractopamina apresenta substituição na posição *para* (carbono 4) do anel aromático pelo grupo hidroxila, originando um simples fenol, não sendo considerada substrato para a COMT, sendo rapidamente hidrolisada por enzimas presentes no fígado e intestino delgado dos animais (Smith, 1998).

As ações mediadas pela ractopamina começam quando no interior da membrana celular há a união dos agonistas  $\beta$ -adrenérgicos e seus receptores específicos, o que promove uma troca conformacional no receptor (Liu & Mills, 1989). Este mecanismo permite que o complexo agonista  $\beta$ -adrenérgico-receptor se una a uma proteína reguladora guanossina trifosfato (GTP), causando uma alteração de conformação da proteína G, que permite que a guanossina trifosfato (GTP) se transforme em guanossina difosfato (GDP).

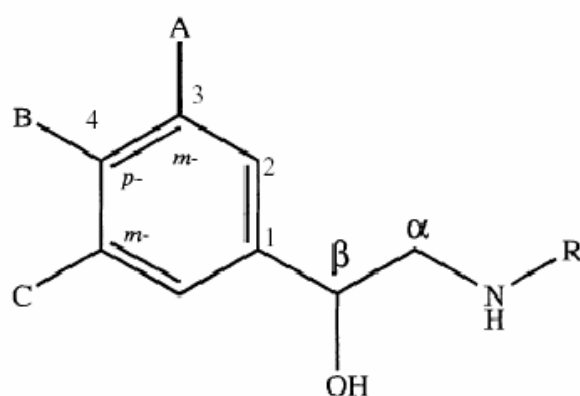


Figura 1 - Estrutura química geral das fenetanolaminas.. Onde: A, B e C: posições de substituição no anel aromático; *m*:- posição *meta* (substituições nos carbonos 1 e 3), *p*:- posição *para* (substituições nos carbonos 1 e 4).

Fonte: Smith (1998)

A guanosina difosfato (GDP) interage com adenilato ciclase, formando o complexo que converte adenosina trifosfato (ATP) para adenosina monofosfato cíclica (AMPc). A adenosina monofosfato cíclica age sobre proteínas quinase-dependentes de AMP cíclico. Como consequência, ocorre a fosforilação de várias proteínas que promovem estimulação da lipólise, aumento da neoglicogênese, glicogenólise, aumentos da insulina, glucagon e renina, relaxamento da musculatura lisa e aumento da contração cardíaca (Moody et al., 2000). A lipogênese é reduzida através do bloqueio de receptores insulínicos que impedem a captação de glicose pelos adipócitos diminuindo a síntese de ácidos graxos.

A eficiência da ractopamina na redução do tecido adiposo do animal está mais relacionada à atividade da droga em bloquear a lipogênese do que estimular a lipólise (Rutz & Xavier, 1998). Com relação ao metabolismo protéico há um aumento na síntese de proteína melhorando a qualidade da carcaça (Mills et al., 1990). Além disso, sabe-se que a ractopamina liga-se aos receptores de membrana disparando uma série de eventos que levam ao aumento no diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (Aalhus et al., 1990).

## **2.6. Ractopamina, desempenho e características de carcaça.**

A ractopamina quando oferecida na fase final de terminação tem se mostrado capaz de promover um aumento no ganho de peso diário e do percentual de carne, melhorando a conversão alimentar e a qualidade da carcaça de suínos. (Pereira et al., 2008).

Segundo Crome et al. (1996), animais alimentados com ração contendo 5 ppm de ractopamina apresentam melhora de até 15% na conversão alimentar. Porém outros autores (Adeola et al., 1990; Marinho et al., 2007b) afirmaram que há uma melhora de 12% para esta variável com o mesmo nível de suplementação.

A melhora na eficiência alimentar de suínos suplementados com ractopamina proporciona também aumento no ganho de peso diário desses animais, bem como aumento no peso final (Marinho et al., 2007b).

Amaral (2008), trabalhando com suínos dos 94 aos 130 kg, observou melhora no peso final, ganho de peso médio diário e conversão alimentar de animais

suplementados com 5 ppm de ractopamina. Diferentes respostas no desempenho de animais suplementados com ractopamina podem ser devido a alguns fatores: nível de inclusão utilizado, duração do tratamento, nutrientes na dieta, idade, ambiente, dentre outros.

Girão et al. (2008), trabalhando com suínos recebendo dietas suplementadas com ractopamina, durante 14 ou 28 dias, independentemente do nível de suplementação, verificou melhora no peso final, ganho de peso médio e conversão alimentar.

De acordo com Almeida et al. (2008), a suplementação de ractopamina (5 ppm) em dietas proporcionou melhora no ganho de peso médio diário e na conversão alimentar, sem, no entanto, afetar o consumo de ração médio diário.

A suplementação de ractopamina para suínos em terminação aumenta a quantidade de carne na carcaça devido ao aumento na síntese protéica no músculo. Segundo Fávero & Bellaver (2001), há uma melhora nas características quantitativas da carcaça visto que a deposição muscular da carcaça aumenta numa proporção maior do que o crescimento dos órgãos e vísceras, o que resulta em maior rendimento de carcaça.

Agostini et al. (2008), constataram efeito linear da ractopamina, sobre o ganho de peso diário e conversão alimentar de acordo com o aumento dos níveis de inclusão, e verificaram que o nível de 10 ppm proporcionou o melhor rendimento de carcaça.

Corassa et al. (2008) utilizando 10 ppm de ractopamina na ração, obtiveram maior índice de bonificação na carcaça. Para quantidade de carne na carcaça, os autores observaram que dietas com nível de 10 ppm de ractopamina acrescentaram 1,4% em relação à dieta com 5 ppm. A ractopamina aumentou a deposição muscular e reduziu a deposição de gordura.

Amaral (2008), trabalhando com níveis de 0, 5 e 10 ppm de ractopamina para suínos em terminação, observou que os suínos alimentados com dietas contendo 10 ppm, em relação ao grupo controle, apresentaram aumentos de 1,32%, 21,4% e 5,7% no rendimento de carcaça, na área de olho de lombo e no rendimento de carne, respectivamente. Estes resultados são similares aos encontrados por Armstrong et al. (2004) que, avaliando diferentes níveis de RAC (0, 5, 10 e 20 ppm) em diferentes programas de suplementação (6, 13, 20, 27 e 34 dias), recomendaram 10 ppm de RAC como nível mínimo de resposta para estas variáveis.

Sanches (2009) observou um melhor resultado para espessura de toucinho, profundidade de músculo e porcentagem de carne magra na carcaça utilizando 20 ppm de ractopamina.

## **2.7. Fatores que influenciam o uso de ractopamina**

Vários fatores influenciam a resposta dos animais à utilização da ractopamina, entre os quais: idade, nível de inclusão, nutrientes da dieta, duração do tratamento, peso inicial, genética e ambiente.

A ractopamina é utilizada na fase de terminação dos animais por ser a fase em que ocorre a maior deposição de gordura. Crome et al. (1996) trabalhando com níveis de 10 e 20 ppm de ractopamina para animais de 68 a 107 kg e de 85 a 125 kg não encontraram diferenças significativas entre as duas idades para desempenho e características de carcaça, porém os animais que foram abatidos mais pesados tiveram maiores carcaças e maiores pesos nos cortes.

Herr et al. (2000), observaram que os suínos modernos selecionados para alto teor de carne apresentam respostas, a 5 ppm de RAC, superiores àqueles com menor potencial de ganho. Com base nestes resultados, Shinckel et al. (2001) concluíram que a maior parte da resposta à RAC, para ganho diário médio, pode ser alcançada com uma concentração dietética de 5 ppm, sendo que níveis mais altos (10 a 20 ppm) maximizam a deposição muscular na carcaça e a eficiência de utilização dos nutrientes. Watanabe et al. (2008), trabalharam com três níveis de ractopamina (5, 10 e 15 mg/kg) em dietas para fêmeas suínas em gestação, e não observaram efeito da adição de ractopamina sobre o ganho diário de peso dos animais. Entretanto, verificaram efeito linear negativo para o consumo diário de ração e a conversão alimentar dos animais com o aumento da inclusão de ractopamina nas dietas. Sanches (2009), trabalhando com quatro níveis de ractopamina (0, 5, 10 e 20 ppm) na dieta de suínos em terminação, verificou efeito linear sobre o ganho de peso diário e conversão alimentar. Para as características de carcaça o autor observou redução linear da espessura de toucinho e aumento da profundidade de músculo e porcentagem de carne na carcaça.

A lisina é o primeiro aminoácido limitante em rações para suínos, estando diretamente relacionada com a deposição de tecido muscular na carcaça. Assim, com o uso de repartidores de energia, é de extrema importância que a ração esteja com

níveis adequados de lisina, a fim de que se possa maximizar o ganho de tecido muscular.

Gasparotto et al. (2001) encontraram que para suínos de grupo genético melhorado em fase de crescimento (24 a 45 kg de PV), a exigência de lisina total é maior do que 1,0%, enquanto, para os do grupo genético comum (20 a 50 kg) é de 0,75% de lisina total. Posteriormente, Moreira et al. (2002), trabalhando com animais de genética similares, encontraram que, para suínos de grupo genético melhorado em fase de terminação (53 a 92 kg), a exigência de lisina total é superior a 1,05%, enquanto, para os do grupo genético comum (50 a 90 kg), é de 0,60% de lisina total.

De acordo com Schinckel et al. (2001), a porcentagem de lisina na proteína depositada por suínos consumindo ração suplementada com RAC aumenta de 6,80 para 7,15%. Portanto, a concentração de aminoácidos proposta com base na proteína ideal pode não ser suficiente para atender às exigências de suínos consumindo ração contendo RAC (Schinckel et al., 2001). Marinho et al. (2007a) trabalhando com dois níveis de lisina digestível (0,67 e 0,87%) verificaram que o nível mais baixo atende as exigências de suínos machos castrados para desempenho, porém o nível de 0,87% de lisina proporcionou melhores resultados de carcaça, menor espessura de toucinho, maior porcentagem de carne e profundidade de lombo.

Para a elaboração de dietas que atendam as exigências dos animais, é importante que se conheça a categoria animal que se está trabalhando. Sabe-se que machos castrados consomem mais, apresentando maior ganho de peso, ao passo que fêmeas ingerem menos ração e são mais eficientes na deposição de carne na carcaça. Dushea et al. (1993), trabalhando com machos castrados, fêmeas e machos inteiros, observaram interação entre sexo e ractopamina sendo que o nível de 20 ppm aumentou o ganho de peso das leitoas e dos machos castrados. Mais recentemente, Amaral (2008), trabalhando com machos castrados e fêmeas não encontrou interação entre sexo e ractopamina.

Outro fator ligado à resposta da RAC pode ser a diferença na densidade de receptores  $\beta$ -adrenérgicos no músculo esquelético e tecido adiposo, podendo influenciar a resposta desta molécula em suínos (Böcklen et al., 1986). A maioria dos tecidos musculares contém receptores do tipo  $\beta_1$ ,  $\beta_2$  e  $\beta_3$ . A utilização de substâncias que ativam os receptores  $\beta_2$  (cimaterol e clenbuterol) estimulam a síntese e ao mesmo tempo inibem degradação protéica. Segundo Mills et al. (2000),

ractopamina é um agonista  $\beta$ -adrenérgico bastante seletivo e se liga principalmente aos receptores  $\beta_1$  em outras espécies. Entretanto, em suínos, os receptores  $\beta_2$  promovem melhor sinal de transdução, embora a afinidade seja semelhante para ambos.

### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Granja de Suínos da Fazenda Experimental Vale do Piranga, de propriedade da EPAMIG, localizada no município de Oratórios – MG, durante o período de novembro de 2008 a Janeiro de 2009.

Foram utilizadas 112 leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne com peso inicial de  $94 \pm 2,28$  kg distribuídas em delineamento experimental de blocos ao acaso em arranjo fatorial 4x2, sendo quatro níveis de fósforo disponível e dois de ractopamina constituindo oito tratamentos com sete repetições e dois animais por unidade experimental. Na formação dos blocos foi levado em consideração o peso inicial dos animais.

O ambiente térmico, no interior das instalações, foi monitorado diariamente quatro vezes ao dia (7h00, 10h00, 13h00 e 16h00), por meio de termômetros de máxima e mínima, de bulbo seco e bulbo úmido e de globo negro. Esses dados foram posteriormente convertidos no Índice de Temperatura de Globo e Umidade (ITGU), segundo Buffington et al. (1981).

Os tratamentos foram constituídos por uma dieta basal sem a suplementação de fósforo, contendo 0,109% de fósforo disponível e por outras três rações, obtidas pela suplementação da ração basal com fosfato bicálcico, contendo respectivamente os seguintes níveis de fósforo disponível: 0,209; 0,309 e 0,409%. As dietas formuladas foram adicionadas ou não de ractopamina (0 e 10 ppm).

As dietas experimentais sem ractopamina foram formuladas visando-se atender as necessidades nutricionais contidas em Rostagno et al. (2005), exceto com relação ao fósforo disponível. As composições centesimais e nutricionais calculadas das dietas encontram-se apresentadas na tabela 1. As dietas experimentais com ractopamina foram idênticas as sem ractopamina e foram elaboradas trocando-se 0,025% do inerte por um produto comercial contendo ractopamina.

Os animais foram alojados em baias providas de comedouro semi-automático e bebedouro tipo chupeta, em galpão de alvenaria com piso de concreto e cobertura de telhas de amianto. Os animais receberam as rações experimentais e água à vontade durante todo o período experimental.



Tabela 1 – Composições percentuais e nutricionais das rações experimentais com zero ppm de ractopamina usadas no experimento.

Ingredientes	NÍVEIS DE FÓSFORO DISPONÍVEL (%)*			
	0,109	0,209	0,309	0,409
Milho grão	64,40	64,40	64,40	64,40
Farelo soja	30,56	30,56	30,56	30,56
Óleo soja	1,880	1,880	1,880	1,880
Calcário	1,402	1,054	0,704	0,355
Fosfato bicálcico	0,000	0,540	1,080	1,620
Inerte	0,675	0,483	0,293	0,102
Sal comum	0,303	0,303	0,303	0,303
L-lisina HCL	0,200	0,200	0,200	0,200
DL-Metionina	0,110	0,110	0,110	0,110
L-Treonina	0,110	0,110	0,110	0,110
Premix vitamínico <sup>1</sup>	0,050	0,050	0,050	0,050
Premix mineral <sup>2</sup>	0,300	0,300	0,300	0,300
BHT	0,010	0,010	0,010	0,010
Ractopamina (Paylean)®	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>
Energia metabolizável (Kcal/kg)	3.273	3.273	3.273	3.273
Proteína bruta (%)	19,77	19,77	19,77	19,77
Lisina digestível (%)	1,030	1,030	1,030	1,030
Met. + cist. Digestível (%)	0,670	0,670	0,670	0,670
Treonina digestível (%)	0,730	0,730	0,730	0,730
Triptofano digestível (%)	0,210	0,210	0,210	0,210
Valina digestível (%)	0,783	0,783	0,783	0,783
Sódio (%)	0,160	0,160	0,160	0,160
Cálcio (%)	0,660	0,660	0,660	0,660
P total (%)	0,320	0,420	0,520	0,620
P disponível (%)	0,109	0,209	0,309	0,409
Relação Ca:P	2,07	1,57	1,27	1,06
Relação Ca:Pd	6,01	3,13	2,12	1,60

\* Nas dietas com 10 ppm de ractopamina foram trocados 0,025 % de inerte por igual quantidade de produto comercial contendo ractopamina

<sup>1</sup> Conteúdo por Kg do produto: 1.225.000 U.I de vit A.; 315.000 U.I de vitamina D<sub>3</sub>; 1.400 mg de vit E; 700 mg de vit K<sub>3</sub>; 6.825 mg de vit B<sub>12</sub>; 105 mg de selênio.

<sup>2</sup> Conteúdo por Kg do produto: 98.8 mg de cálcio; cobalto, 185 mg de cobalto; 15,75 mg de cobre; 26.25 mg de ferro; 1.47 mg de iodo; 41.85 mg de manganês; 77.99 mg de zinco.

Ao final do experimento, após jejum alimentar de 12 horas, os animais receberam dietas à vontade por uma hora e após esse período retornaram ao jejum alimentar e hídrico por mais quatro horas e logo em seguida foi coletado o sangue dos animais por meio de punção no sinus venoso orbital.

Após a coleta, o sangue ficou em repouso por uma hora para coagulação e retração do coágulo, sendo centrifugado em seguida a 3500 rpm por 10 minutos, para separação do soro, que foi armazenado em freezer a uma temperatura de  $-5^{\circ}\text{C}$ . A determinação da atividade da fosfatase alcalina no soro foi realizada no Laboratório de Bioquímica da UFV, de acordo com o método descrito por Furtado (1991), por meio de “kits de determinação”.

Posteriormente, após outro jejum de 12 horas, todos os animais foram pesados e encaminhados ao Frigorífico Vale do Piranga (FRIVAP) localizado no município de Ponte Nova, MG onde foram insensibilizados e abatidos. As carcaças foram individualmente avaliadas com auxílio de uma pistola tipificadora utilizando-se um sistema informatizado. A pistola foi introduzida na altura da 3<sup>a</sup> vértebra dorsal, transpassando o toucinho e o músculo longissimus dorsi. Foram obtidos dados de espessura de toucinho, peso da carcaça quente, porcentagem de carne e quilograma de carne na carcaça sendo cada animal considerado uma repetição.

Foram coletados também os ossos metatarsos da pata direita (3<sup>o</sup> e 4<sup>o</sup>) de cada animal. Nestes ossos foram medidas a resistência óssea à quebra e análises de teores de cinzas e de cálcio e fósforo (Figura 2). Na figura dois podem ser visualizados os ossos coletados após secagem e nas figuras três e quatro podem ser visualizados o equipamento utilizado para a verificação da resistência óssea à quebra.

Os ossos foram secos em estufa ventilada a  $65^{\circ}\text{C}$  por um período de 72 horas e então submetido à quebra por flexão, que foi realizado no Laboratório de Materiais de Construção do Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Viçosa (Figuras 3 e 4).



(Figura 2).

Para as análises de cálcio, fósforo e cinza no osso, os ossos foram desengordurados em extrator de Soxhlet e novamente levados à estufa ventilada a 65°C, por um período de 24 horas para, em seguida, serem triturados em moinho tipo bola. As amostras foram então queimadas em mufla a 600°C, para determinação da cinza e, posteriormente, foram analisados os teores de cálcio e fósforo contidos nas amostras.



(Figura 3)



(Figura 4)

As análises bromatológicas e a determinação dos teores de cálcio e fósforo das rações, bem como as concentrações de cálcio, fósforo e cinza nos ossos foram realizadas no Laboratório da Agroceres Nutrição animal, Rio Claro/SP.

As variáveis de desempenho, atividade da fosfatase alcalina e os parâmetros ósseos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico computacional SAEG (Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, 2000) versão 9.1. A estimativa da exigência de fósforo foi realizada com base nos resultados obtidos, utilizando-se um dos modelos de regressão (linear ou quadrático).

#### 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das temperaturas observadas nos termômetros de bulbo seco (TBS), de máxima (TMX) e mínima (TMN) e de umidade relativa (UR) e dos valores de ITGU calculados durante o período experimental estão apresentadas na Tabela 2.

O valor médio de ITGU calculado durante o período experimental foi de  $74,0 \pm 2,32$ , superior ao limite máximo de 72 recomendado por Turco (1997) para suínos na fase de terminação. Assim, pode-se inferir que os animais passaram por um estresse calórico durante o período experimental, o que provavelmente teve influência sobre o desempenho produtivo dos animais.

**Tabela 2** - Valores médios das temperaturas dos termômetros de máxima (TMX) e mínima (TMN), de bulbo seco (TBS), da umidade relativa (UR) e ITGU calculados.

	TMX (°C)	TMN (°C)	TBS (°C)	UR (%)	ITGU
07 h00	-	-	$21,8 \pm 1,18$	$88,5 \pm 4,2$	$70,0 \pm 1,6$
10 h00	-	-	$24,1 \pm 1,49$	$86,2 \pm 5,4$	$72,9 \pm 1,8$
13 h00	-	-	$26,7 \pm 2,29$	$79,9 \pm 7,8$	$75,9 \pm 2,7$
16 h00	$28,8 \pm 2,18$	$21,4 \pm 1,48$	$27,5 \pm 2,72$	$79,0 \pm 8,5$	$76,9 \pm 3,2$

Os valores do peso inicial e os dados de consumo de ração e de fósforo, bem como de conversão alimentar encontram-se na tabela 3.

Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de fósforo disponível (Pd) e os de ractopamina (RAC) sobre o consumo de ração diário (CRD), consumo de fósforo diário (CPD), ganho de peso diário (GPD) e conversão alimentar (CA) dos animais.

**Tabela 3** – Peso inicial, consumo de ração diário, consumo de fósforo diário, ganho de peso diário e conversão alimentar de suínos dos 94 aos 125 kg, consumindo ração com diferentes níveis de fósforo disponível suplementada ou não com ractopamina

Parâmetro avaliado	Níveis de fósforo disponível (%)				Ractopamina (ppm)		CV (%)
	0,119	0,219	0,319	0,419	0	10	
Peso inicial (kg)	93,79	93,60	93,71	93,84	93,69	93,78	2,33
Consumo de ração (kg/dia)	2,70	2,66	2,63	2,68	2,73	2,61	9,33
Consumo de fósforo (g/dia) <sup>1</sup>	2,96	5,58	8,13	10,98	7,10	6,73	10,20
Ganho de peso (kg/dia) <sup>1</sup>	0,79	0,86	0,89	0,88	0,81b	0,91a	11,54
Conversão alimentar (g/g) <sup>2</sup>	3,46	3,14	3,00	3,06	3,43b	2,90a	10,55

<sup>1</sup> Efeito linear (P<0,05)

<sup>2</sup> Efeito quadrático (P<0,05)

Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste F (P<0,05)

Não se observou efeito (P>0,05) dos níveis de fósforo disponível sobre o consumo de ração diário. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Hastad et al. (2004) e por Arouca (2008) que também não verificaram variação significativa nos valores de consumo voluntário de ração dos suínos em crescimento e terminação em razão do nível de Pd na ração.

Por outro lado, Stahly et al. (2000), trabalhando com suínos dos 92 aos 119 kg, observaram efeito linear e quadrático dos níveis de Pd (0,082 a 0,297%) sobre o CRD. Este resultado possivelmente pode estar relacionado ao fato de que o autor utilizou um nível inicial (0,082%) muito baixo de Pd.

Considerando os resultados obtidos por Saraiva (2007) e Moutinho (2008) que consistentemente verificaram variação significativa no consumo voluntário de alimento por suínos nas fases, inicial e de crescimento em razão do nível de Pd na ração, pode-se inferir que os suínos nas fases de terminação são menos sensíveis aos níveis de Pd.

O nível de fósforo disponível influenciou (P<0,05) o CFD que aumentou de forma linear segundo equação  $Y = 0,0101966 + 26,2928X$   $R^2 = 0,88$ . Esse aumento no consumo de Pd ocorreu em função do aumento dos níveis de Pd na ração, visto que não houve aumento do CRD. Esses resultados estão de acordo com aqueles obtidos por Hastad et al. (2004), que também observaram efeito linear do consumo de Pd de leitões dos 88 aos 109 kg devido aos crescentes níveis de Pd na ração.

Observou-se efeito linear ( $P < 0,05$ ) dos níveis de Pd sobre o GPD segundo equação  $Y = 0,7755 + 0,30609 R^2 = 0,76$ . Arouca (2008), avaliando níveis de Pd para suínos dos 95 aos 120 kg observou efeito quadrático dos níveis de Pd sobre o GPD dos animais que aumentou até o nível estimado de 0,21% de Pd.

Já Hastad et al. (2004), trabalhando com leitões dos 88 aos 109 kg não observaram efeito dos níveis de Pd sobre a taxa de crescimento dos animais. A inconsistência dos resultados entre os trabalhos pode estar relacionado a diferenças genéticas no potencial de deposição de carne na carcaça dos animais, e no nível de cálcio utilizado nas rações experimentais. De acordo com Mahan (2006), as exigências dos minerais podem variar em função do potencial genético dos suínos para deposição de carne magra, sendo que suínos com alto potencial para deposição de carne magra, apresentam maior quantidade de tecido ósseo e magro, o que pode justificar o aumento da exigência de fósforo disponível.

Com relação ao nível de cálcio, Reinhart & Mahan (1986), trabalhando com animais em terminação, observaram queda no ganho de peso dos animais, sendo que a relação Ca:P de 1,3:1 foi a que proporcionou o melhor resultado. Da mesma forma, Saraiva et al. (2009), trabalhando com animais dos 30 aos 60 kg observaram que altas relações Ca:P (2,13; 1,72 e 1,45), proporcionaram os menores ganhos de peso. Uma alta relação Ca:P faz com que a absorção de fósforo fique reduzida, prejudicando o desempenho dos animais (Liu et al, 2000).

Os níveis de Pd influenciaram ( $P < 0,05$ ) a conversão alimentar (CA) dos animais, que melhorou de forma quadrática até o nível estimado de 0,33% correspondente ao consumo diário de 8,67 g de Pd (Figura 5). Resultados semelhantes foram encontrados por Arouca (2008), que trabalhando com animais dos 95 aos 120 kg observou efeito quadrático dos níveis de Pd sobre a CA, ao avaliar níveis de Pd entre 0,10 a 0,146%. No entanto estes resultados diferem daqueles apresentados por Hastad et al. (2004), que não observaram efeito dos níveis de Pd sobre a eficiência alimentar.

O nível de fósforo que proporcionou o melhor resultado de conversão alimentar correspondeu a uma relação Ca:Pd de 1,98:1. Este valor é semelhante ao valor de 1,95:1 preconizado por Rostagno et al. (2005). No entanto, diferem do obtido por Reinhart & Mahan (1986), que observaram melhor resultado para conversão alimentar, quando utilizaram uma relação Ca:P de 1,3:1.

O melhor resultado de conversão alimentar foi obtido devido ao aumento no ganho de peso, uma vez que não houve diferença no consumo dos animais. Assim, pode ter ocorrido maior deposição de tecido muscular em relação ao tecido adiposo, o que justifica o aumento de peso dos animais, com conseqüente melhora na conversão alimentar. De acordo com Stahly et al. (2000), baixos níveis de fósforo influenciam a relação entre a deposição de proteína e gordura, diminuindo a deposição protéica.

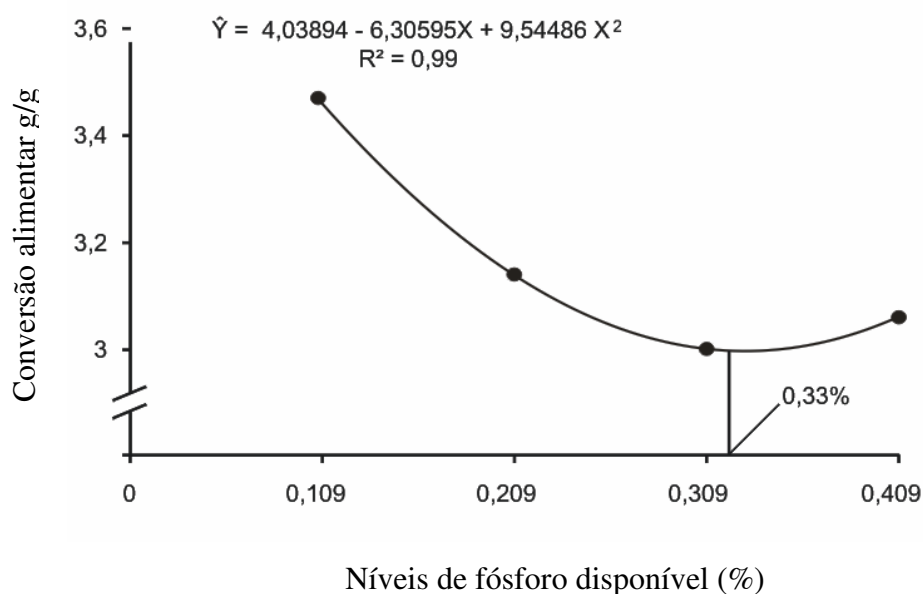


Figura 5 - Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a conversão alimentar de fêmeas suínas dos 94 aos 125 kg.

Não se observou efeito ( $P > 0,05$ ) da ractopamina (RAC) sobre o consumo de ração e de fósforo disponível. Entretanto, Crome et al. (1996) e See et al. (2004) observaram que a suplementação da dieta dos suínos com a ractopamina provocou redução no consumo de ração.

Os resultados encontrados no presente estudo podem ser explicados pelo nível de ractopamina usado (10 ppm), uma vez que a ractopamina provoca redução no consumo de alimentos quando oferecida em níveis acima de 10 ppm, o que pode

ser confirmado pelos trabalhos de Moody et al., (2000) e Brumm et al., (2004) ao avaliar níveis de 10 e 20 ppm de ractopamina.

O ganho de peso das leitoas foi influenciado ( $P < 0,05$ ) pela suplementação de ractopamina nas dietas. Animais recebendo ractopamina tiveram aumento no ganho de peso médio de 11% quando comparados aos animais que não receberam ractopamina. Esses resultados estão de acordo com os obtidos por Corassa et al., (2008), que observou aumento no ganho de peso médio de 9,2% em animais suplementados com 10 ppm de ractopamina.

Amaral (2008), trabalhando com níveis de 5 e 10 ppm de RAC também observou melhoras de 8,4 % no ganho de peso diário dos animais independente do nível utilizado.

A conversão alimentar foi influenciada pela ractopamina ( $P < 0,05$ ), com os animais que receberam ractopamina apresentando melhora de 15,45% na eficiência de utilização do alimento para ganho de peso. Da mesma forma, Amaral (2008), trabalhando com machos castrados e fêmeas dos 94 aos 130 kg e dois níveis de ractopamina (5 e 10 ppm), encontrou melhora de 13,46% na conversão alimentar de animais suplementados com 5 ppm ractopamina. Já Corassa et al., (2008), encontrou melhora de 8,9 % na conversão alimentar de suínos machos castrados suplementados com 5 ppm de RAC.

O aumento do GPD associado à melhora da CA que ocorreu devido à utilização da RAC neste estudo, são indicativos de uma possível alteração da composição do ganho, com aumento na deposição de proteína e redução de gordura na carcaça.

Confirmando essa proposição Schinckel et al. (2003) e Marinho et al. (2007) relataram que a melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos suínos em razão do uso da RAC estaria relacionada à sua ação no bloqueio da lipogênese e estímulo da deposição de proteína.

Os resultados de carcaça obtidos no frigorífico encontram-se na tabela 4. Não houve interação ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de Pd e de ractopamina sobre a espessura de toucinho, peso da carcaça quente, porcentagem de carne magra e quantidade de carne magra.



**Tabela 4** - Espessura de toucinho, peso da carcaça quente, porcentagem de carne magra e quantidade de carne magra de suínos dos 94 aos 125 kg, consumindo ração com diferentes níveis de fósforo disponível suplementada ou não com ractopamina.

Parâmetro avaliado	Níveis de fósforo disponível (%)				Ractopamina (ppm)		CV (%)
	0,109	0,209	0,309	0,409	0	10	
Espessura de toucinho (mm)	13,43	13,54	13,14	13,69	13,68	13,31	21,43
Peso carcaça quente (kg)	84,93	85,43	84,98	86,79	84,75	86,27	5,85
Carne magra (%)	56,63	57,16	57,17	57,20	56,80	56,90	3,97
Carne magra (kg)	48,70	48,85	48,55	49,96	48,46	49,55	7,93

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) dos níveis de fósforo disponível sobre a espessura de toucinho, peso da carcaça quente, porcentagem de carne magra e quantidade de carne magra na carcaça dos animais. Resultados semelhantes foram encontrados por Arouca (2008), que trabalhando com suínos machos castrados na fase de terminação tardia também não verificou resultados sobre as características de carcaça.

Em trabalho realizado por Lutz e Stahly (2002), também não se observou efeito do maior nível de fósforo em dietas para suínos em terminação sobre características de carcaça como espessura de toucinho à 10<sup>a</sup> costela, porcentagem de carne magra e conteúdo de gordura.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da ractopamina sobre as características de carcaça. Resultados semelhantes foram encontrados por Marinho et al., (2007), que não encontrou diferença nas características de carcaça de suínos alimentados com 5 ppm de ractopamina, exceto para a rendimento de pernil que teve uma melhora de 2,88%. Entretanto, Sanches (2009), trabalhando com suínos em terminação no ambiente termoneutro observou redução linear de 2,6; 14,5 e 31,6% na espessura de toucinho e aumento de 1,3; 1,5 e 3,5% respectivamente para os níveis de 5, 10 e 20 ppm de ractopamina. A justificativa para que não tenha sido observada variação significativa nas características de carcaça dos suínos devido à utilização da RAC neste estudo, pode ser encontrada no relato de Armstrong et al., (2004) que afirmaram que os

melhores resultados nas características quantitativas de carcaça são observados com níveis de ractopamina superiores a 10 ppm.

Os dados de espessura de toucinho e quantidade de carne na carcaça dos animais não estão consistentes com os de desempenho, onde se observou melhora no GPD e CA. Este fato seria um indicativo que o método utilizado na análise de carcaça não apresentou sensibilidade suficiente para detectar possíveis diferenças na composição da carcaça.

Os resultados de atividade da fosfatase alcalina no soro (AFAS) e parâmetros ósseos encontram-se na tabela 5. Não houve interação ( $P>0,05$ ) entre os níveis de fósforo disponível e de ractopamina sobre a atividade da fosfatase alcalina no soro (AFAS) e parâmetros ósseos de suínos.

**Tabela 5** – Atividade da fosfatase alcalina no soro (AFAS) e parâmetros ósseos de suínos dos 94 aos 125 kg, consumindo ração com diferentes níveis de fósforo disponível suplementada ou não com ractopamina

Parâmetro avaliado	Níveis de fósforo disponível (%)				Ractopamina (ppm)		CV (%)
	0,109	0,209	0,309	0,409	0	10	
AFAS - Final (U/L) <sup>1</sup>	140,96	126,39	118,63	116,46	129,94	121,44	27,77
Resistência óssea (N/m) <sup>2</sup>	42,14	46,04	49,95	45,78	45,22	46,76	18,34
Fósforo no osso (%) <sup>2</sup>	8,39	8,94	9,02	8,81	8,68	8,88	6,50
Cálcio no osso (%) <sup>3</sup>	19,78	21,01	20,66	20,35	20,25	20,65	7,59
Teor cinza óssea (%) <sup>3</sup>	54,26	54,65	54,91	54,35	54,78	54,29	1,61

<sup>1</sup> Efeito linear ( $P<0,01$ )

<sup>2</sup> Efeito quadrático ( $P<0,01$ )

<sup>3</sup> Efeito quadrático ( $P<0,05$ )

Observou-se efeito ( $P<0,01$ ) dos níveis de fósforo disponível sobre o valor da atividade da fosfatase alcalina no soro que diminuiu de forma linear segundo a equação  $Y=147,084 - 82,3152 X R^2 = 0,89$ . Redução linear da AFAS de suínos de dois grupos genéticos dos 21 aos 100 kg, em função do aumento dos níveis de cálcio e fósforo na dieta também foi observado por Nimmo et al. (1980).

Esses resultados divergem daqueles encontrados por Arouca (2008) que trabalhando com suínos dos 94 aos 120 kg observou efeito quadrático dos níveis de fósforo disponível sobre o valor da AFAS aos 21 dias de experimento.

Os efeitos dos níveis de Pd sobre a atividade da AFAS dos animais observado neste estudo, nos comprovam o relato de Koch & Mahan (1986), de que devido às pequenas diferenças nos valores de AFAS com o aumento do fósforo na dieta, a fosfatase alcalina sérica não é um bom parâmetro para avaliar os efeitos do fósforo na dieta em suínos mais velhos, sendo mais útil em suínos jovens, onde as taxas de crescimento ósseo são elevadas.

Houve efeito ( $P < 0,01$ ) dos níveis de fósforo disponível sobre a resistência óssea à quebra (ROQ) (Fig. 6), que aumentou até o nível estimado de 0,32% de Pd, correspondente a um consumo de 8,42 g/dia de Pd. Esses resultados diferem daqueles obtidos por Saraiva et al. (2009), que trabalhando com suínos dos 30 aos 60 kg, verificaram aumento linear da ROQ em função do aumento dos níveis de Pd, quando a análise foi realizada no terceiro metacarpo.

O'Quinn et al. (1997), trabalhando com suínos dos 25 aos 50 kg, verificaram efeito quadrático dos níveis de Pd sobre a RO, quando a análise foi realizada no quarto metacarpo.

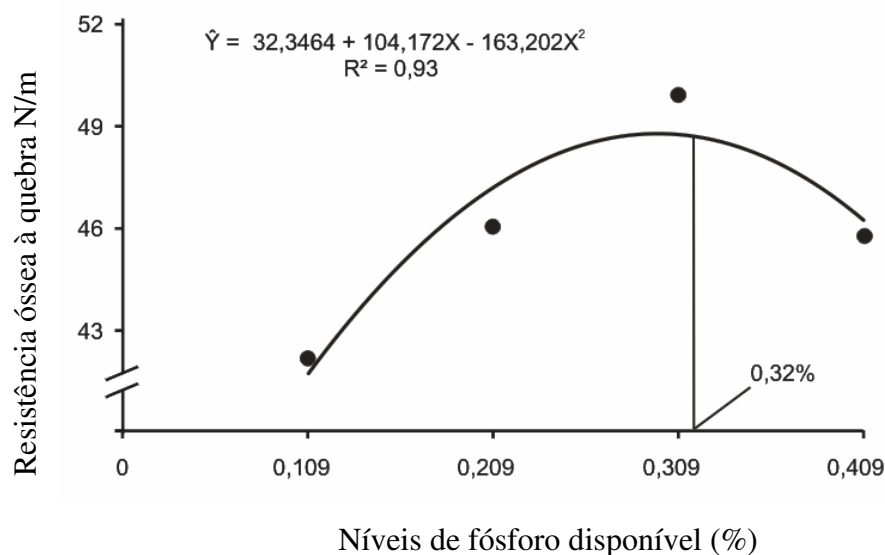


Figura 6 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a resistência óssea de fêmeas suínas dos 94 aos 125 kg.

De acordo com Crenshaw et al. (1981), essas diferenças nos resultados de RO, dependem do tipo de osso utilizado, além de fatores como comprimento do osso, tipo de equipamento utilizado, propriedades físicas do osso ou posição do osso no equipamento. Hastad et al. (2004), observaram efeito linear crescente do teor de cinza óssea avaliadas no quarto metacarpo de suínos, dos 33 aos 55 kg, porém quando a análise foi feita no terceiro metacarpo não foi observado efeito dos tratamentos. Neste estudo, o nível de Pd que proporcionou o maior valor de RO (0,32%), foi similar ao valor estimado para máximo ganho de peso (0,33%), o que contradiz as observações feitas por Crenshaw et al., (1986) e Combs et al., (1990) de que a exigência de fósforo para máximo ganho de peso e eficiência alimentar de suínos em crescimento é inferior àqueles necessários para maximizar a resistência óssea. Dessa forma, pode-se inferir que para animais em terminação, os níveis de Pd exigidos para maximizar a RO são semelhantes aos níveis exigidos para maximizar o ganho de peso.

Os níveis de fósforo disponível influenciaram as porcentagens de fósforo, ( $P < 0,01$ ) e as de cálcio ( $P < 0,05$ ) e cinza no osso ( $P < 0,05$ ), que aumentaram de forma quadrática, até os níveis estimados, respectivamente de 0,295 (Figura 7); 0,277 (Figura 8) e 0,270% de Pd (Figura 9).

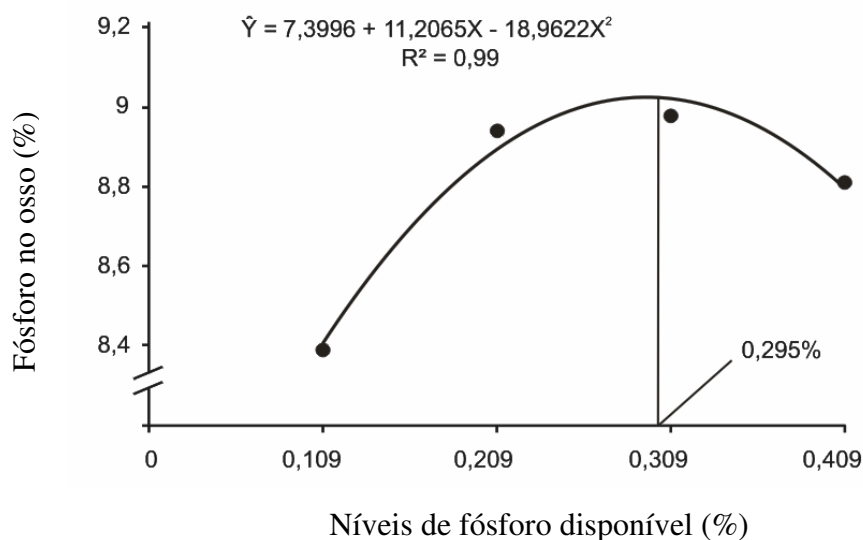


Figura 7 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a porcentagem de fósforo no osso de fêmeas suínas dos 94 aos 125 kg.

Avaliando níveis de Pd para suínos na fase de terminação Gomes et al. (1989a,b) verificaram aumento somente no teor de fósforo no osso, enquanto Hastad et al. (2004) verificaram aumento linear na concentração de cinza nos ossos de suínos dos 88 aos 109 dias a medida que se elevou o nível de Pd na ração.

Utilizando leitões de 15 a 30 kg Saraiva (2007) constatou variação significativa nas quantidades de cinza, cálcio e fósforo nos ossos dos animais devido o aumento dos níveis de Pd na ração.

Esses resultados evidenciam que a influência dos níveis de Pd sobre a mineralização óssea ocorreu de forma similar para suínos nas diferentes fases de crescimento.

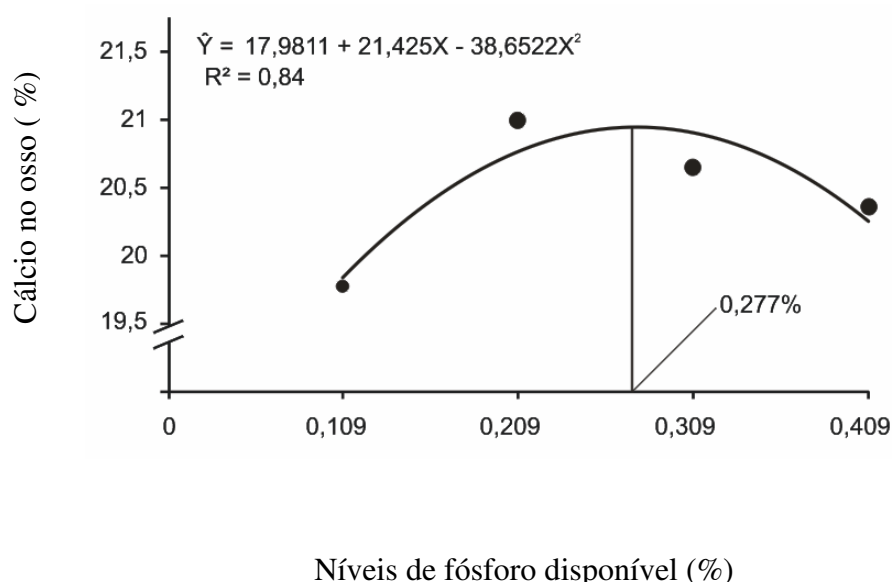


Figura 8 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a porcentagem de cálcio no osso de fêmeas suínas dos 94 aos 125 kg.

A distribuição quadrática dos dados de parâmetros ósseos observado neste estudo confirma o relato de Reinhard & Mahan (1986) de que tanto o alto quanto o baixo nível de fósforo na ração pode comprometer a mineralização óssea devido a inadequada relação Ca:P.

Esse mesmo autor avaliou o teor de cinza óssea no terceiro e quarto metacarpo de suínos dos 88 aos 109 kg e observou efeito linear crescente do teor de cinza óssea em função do aumento dos níveis de Pd na dieta para ambos os ossos.

De acordo com Reinhard & Mahan (1986), elevados níveis de fósforo nas dietas podem comprometer os parâmetros ósseos de suínos, o que está de acordo com os resultados observados nesse estudo, uma vez que os animais que consumiram dietas com nível mais elevado de fósforo tiveram a resistência óssea comprometida, além de menores teores de fósforo e cálcio no osso.

Moutinho (2008), trabalhando com níveis de Pd entre 0,106 a 0,493% para suínos dos 15 aos 30 kg, observou efeito dos níveis de fósforo sobre a quantidade de cálcio e fósforo no osso, que aumentou de forma quadrática em função do aumento dos níveis de Pd na dieta até o nível estimado de 0,369% de Pd, porém não observou efeito significativo sobre a quantidade de cinza determinada no terceiro osso metacarpiano.

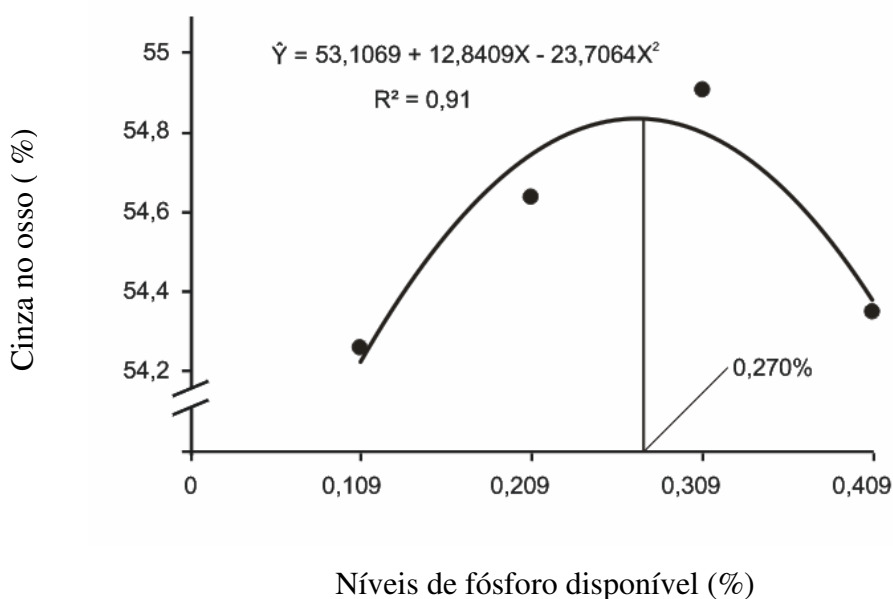


Figura 9 – Efeito dos níveis de fósforo disponível da ração sobre a porcentagem de cinza no osso de fêmeas suínas dos 94 aos 125 kg.

De acordo com Cromwell et al. (1970), os diferentes resultados observados nos teores de cinza entre os trabalhos é devido aos diferentes tipos de ossos utilizados, sendo o osso da concha nasal o mais sensível à deficiência de fósforo, portanto o mais recomendado para a determinação da exigência de Pd para suínos.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da ractopamina sobre a AFAS. Esses resultados são esperados, visto que não houve interação dos níveis de Pd e ractopamina para nenhum dos parâmetros analisados. Esta constatação permitiu inferir que suínos suplementados com ractopamina não exigem quantidade de fósforo acima das suas exigências para melhores resultados zootécnicos.

Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da ractopamina sobre a ROQ, e os teores de cinza, cálcio e fósforo no osso de suínos. A ractopamina é um repartidor de nutrientes usado para melhorar as características de carcaça e o desempenho de suínos por meio do aumento da deposição de carne na carcaça, e não há na literatura nenhum trabalho que indique relação da ractopamina com os parâmetros ósseos de suínos.

## **5. CONCLUSÃO**

Concluiu-se que o nível de fósforo disponível para fêmeas suínas de alto potencial para deposição de carne, dos 94 aos 125 kg, é de 0,33%, correspondente a um consumo diário de 8,67 g em dietas com até 10 ppm de ractopamina.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADEOLA, O.; DARKO, E.A.; HE, P. et al. Manipulation of porcine carcass composition by ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.68, n.11, p.3633-3641, 1990.

AGOSTINI, P.S.; PACHECO, G.D.; SILVA, R.A.M. et al. Níveis de ractopamina para suínos: Efeitos no desempenho e características de carcaça associado ao diâmetro das fibras musculares. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.104-105, 2008

ALMEIDA, V. V.; BERENCHTEIN, B.; COSTA, L.B. et al. Ractopamina, cromometionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.130-132, 2008.

AMARAL, N. O. de; **Ractopamina Hidroclorada em rações formuladas para suínos machos castrados ou para fêmeas, dos 94 aos 130 kg**. 2008. 37 p. Tese (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ARMSTRONG T.A.; IVERS, D.J.; WAGNER, J.R. et al. 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.

AROUCA, C.L.C. **Exigência de fósforo disponível para suínos selecionados geneticamente para deposição de carne em diferentes fases de crescimento, dos 15 aos 120 kg**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 2008. 81p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 2008

AROUCA, C.L.C., FONTES, D.O., SILVA, F.C.O. et al. Exigência de fósforo disponível para suínos machos castrados selecionados para deposição de carne magra, dos 30 aos 60kg. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.61, n.5, p.1094-1103, 2009.

BÖCKLEN, E.; FLAD, S.; MTLLE, E. et al. Comparative determination of beta-adrenergic receptors in muscle, heart and backfat of Pietrain and Large White pigs. **Anim. Prod.**, v.43, p.335, 1986.

BRUMM, M.C.; MILLER, P.S.; THALER, R.C. Response of barrows to space allocation and ractopamina. **Journal of Animal Science**. v.82, p.3373-3379, 2004.

BUFFINGTON, D.E.; COLAZO-AROCHO, A.; CANTON, G.H. et al. Black globe humidity index (BGHI) as comfort equation for dairy cows. **Transaction of American Society of Agricultural Engineering**, v. 24, p. 711-714, 1981.

CARTER, S.D.; CROMWELL, G.L. Influence of somatotropin on the phosphorus requirement of finishing pigs: II. Carcass characteristics, tissue accretion rate, and chemical composition of the ham. **Journal of Animal Science**., v.76, p. 596-605, 1998.

COMBS, N.R.; KORNEGAY, E.T.; LINDEMANN, M.D. et al. Calcium and phosphorus requirement of swine from weaning to market weight: II. Development of response curves for bone criteria and comparison of bending and shear bone testing. **Journal of Animal Science**, v.69, p.682-693, 1990.

CORASSA, A.; LOPES, D.C.; TEIXEIRA, A.O. et al. Níveis de ractopamina em dietas de suínos em terminação contendo fitase-análise descritiva. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.143-144, 2008

CRENSHAW, T.D. Reliability of dietary Ca and P levels and bone mineral content as a predictors of bone mechanical properties at various time periods in growing swine. **Journal of Nutrition**, v.116, p.189, 1986.

CRENSHAW, T.D.; PEO, E.R.; LEWIS, A.J. et al. Bone strength as a trait for assessing mineralization in swine: a critical review of techniques involved. **Journal of Animal Science**, v.53, p.827, 1981.

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.

CROMWELL, G.L.; HAYS, V.W.; CHANEY, C.H. et al. Effects of dietary phosphorus and calcium levels on performance, bone mineralization and carcass characteristics of swine. **Journal of Animal Science**, v.30, p.519, 1970.

DOIGE, C.E.; OWEN, B.D.; MILLS, J.H.L. Influence of calcium and phosphorus on growth and skeletal development of growing swine. **Journal of Animal Science**, v.55, p.147-164, 1975.

DUNSHEA, F.R.; KING, R.H.; CAMPBELL, R. et al. Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapidly growing pigs. **Journal of Animal Science**. v.71, p.2919-2930, 1993.

EECKHOUT, W.; PAEPE, M.; WARNANTS, N. et al. An estimation of the minimal P requirements for growing-finishing pigs, as influenced by the Ca level on the diet. **Animal Feed Science and Technology**, v.52, p.29-40, 1995

FAMMATRE, C. A.; MAHAN, D. C.; FETTER, A. W. *et al.* Effects of dietary protein, calcium and phosphorus levels for growing and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 1, p. 65-71, 1977.

FAVERO, J.A.; BELLAVER, C. Produção de carne de suínos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 2001, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: CTC/ITAL, p.2-25. 2001.

FIGUEIRÊDO, A.V. **Disponibilidade biológica do fósforo de cinco fosfatos, determinada em suínos em crescimento através da técnica de diluição isotópica.** 1998. 103 p. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

FURTADO, M. A. O. **Determinação da biodisponibilidade de fósforo em suplementos de fósforo para aves e suínos.** 1991. 61 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

GASPAROTTO, L.F. et al. Exigência de lisina, com base no conceito de proteína ideal, para suínos machos castrados de dois grupos genéticos, na fase de crescimento. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.30, n.6, p.1742-1749, 2001

GEORGIEVSKII, V.I. The physiological role of macroelements. In: GEORGIVIESKII, V.I.; ANNENKOV. B.N.; SAMOKHIN V.T. **Mineral nutrition of animals.** 1.ed. London: Butterworths, 1982. p.91-170.

GIRÃO, L.V.C.; RESENDE, A.E.; CANTARELLI, V.S. et al. Desempenho de suínos pesados, machos castrados e fêmeas, durante o 14 e 28 dias de suplementação com ractopamina. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais.** p.139-141, 2008.

GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; PEREIRA, J.A.A. et al. Exigência de fósforo total e disponível para suínos na fase de crescimento. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.18, n.3, p. 233- 239, 1989a.

GOMES, P.C.; ROSTAGNO, H.S.; FONSECA, J.B. et al. Exigência de fósforo total e disponível para suínos na fase de terminação. **Rev. Soc. Bras. Zoot.**, v.18, n.3, p. 241-247, 1989b.

GUYTON, A.C. **Tratado de fisiologia médica.** 4º ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1035p.1988.

HASTAD, C.W.; DRITZ, S.S.; TOKACH, M.D. et al. Phosphorus requirements of growingfinishing pigs reared in a commercial environment. **Journal of Animal Science.**, v.82, p.2945-2952,2004

HAYS, V. W.; SWENSON, M.J. Minerais. In: DUKES, H.H.; SWENSON, M.J.; REECE, W.O. (Ed.). **Dukes – Fisiologia dos animais domésticos.** 11ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.471.

HENDRIKS, W.H.; MOUGHAN P.J. Whole-body mineral composition of entire male and female pigs depositing protein at maximal rates. **Livestock Production Science**, v.33, p.161–170, 1993.

HERR, C.T.; YAKE, W.; ROBSON, C. et al. Effect of nutritional level while feeding Paylean™ to late-finishing swine. **Purdue University: Swine Research Report**, p.89-95, 2000.

KOCH, M. E.; MAHAN, D. C. Biological characteristics for assessing low phosphorus intake in finishing swines. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 163-172, 1986.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 3º Ed. São Paulo: Sarvier, 2002. 975 p.

LIU, J.; BOLLINGER, D.W.; LEDOUX, D.R. et al. Effects of dietary calcium:phosphorus ratios on apparent absorption of calcium and phosphorus in small intestine, cecum and colon of pigs. **Journal of Animal Science**, v.78, p. 106-109, 2000

LIU, C. Y.; MILLS, S. E. Determination of the affinity of ractopamine and clenbuterol for the beta-adrenoreceptor of porcine adipocyte. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.67, n.11, p.2937-2942, 1989.

LUTZ, T.R.; STAHLY, T.S. **Effect of Ractopamine on the Optimum Dietary Phosphorus Regimen for Pigs**. Iowa State University Nutrition. 6p. Research Report. ASL-R1796. 2002. Disponível on line: [www.ipic.iastate.edu/reports/02swinereports/asl-1796.pdf](http://www.ipic.iastate.edu/reports/02swinereports/asl-1796.pdf). Acesso em: 18/10/2009.

MCDOWELL, R.L. **Minerals in animal and human nutrition**. San Diego: Academic Press, p. 524.1992.

MAHAN, D. Necessidades de minerais em cerdos selecionados por um alto conteúdo em magro y cerdas de alta productividad. **FEDNA**, 2006. Disponível em: [http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP\\_VIII.pdf](http://www.etsia.upm.es/fedna/capitulos/06CAP_VIII.pdf) Acessado em: 25/10/2009.

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, n.4, p.1061-1068, 2007a.

MARINHO, P.C.; FONTES, D.O.; SILVA, F.C.O. et al. Efeito dos níveis de lisina digestível e da ractopamina sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.1791-1798, 2007b.

MILLS, S.E.; LIU, C.Y.; SCHINCKEL, A.P. Effects of ractopamina on adipose tissue metabolism and insulin binding in finishing hogs. Interaction with genotype and slaughter weight. **Domest. Anim. Endocrinol.**, v.7, p.251-264, 1990.

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, p.65-95.2000.

MOUTINHO, J. **Biodisponibilidade de fósforo em fosfatos e níveis de fósforo disponível para suínos na fase inicial**. 2008. 52f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MORGAN, D.J. Clinical pharmacokinetics of  $\beta$ -agonists. **Clinical Pharmacokinetic** Amsterdam, v. 18, p. 270-294, 1990.

MURRAY, R.K.; GRANER, D.K.; MAYNES, P.A. et al. **Bioquímica**. São Paulo: Atheneu, 705 p.1990.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Committee on Animal Nutrition. Subcommittee on Swine Nutrition, Nutrient requirements of swine, 9 ed. Washington: **National Academy of Science**, 189p.1998.

NIMMO, R, D.; PEO Jr.; E. R.; MOSER, B. D. et al. Response of different genetic lines of boars to varying levels of dietary calcium and phosphorus. **Journal of Animal Science.**, v. 51 n. 1,p. 112-120, 1980.

O'QUINN, P.R.; KNABE, D.A.; GREGG, E.J. Digestible phosphorus needs of terminal-cross growing-finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.75, p.1308-1318, 1997.

PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores  $\alpha_2$ -adrenérgicos e produção animal. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIK, S.L.; BERNARDI, M.M. (Ed.). **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. cap. 50, p. 545-557.

PEREIRA, L.M.; ALMEIDA, E.C.; RODRIGUES, N.E.B. et al. Níveis de lisina em rações com ou sem ractopamina, sobre a composição e rendimento de cortes da carcaça de suínos machos castrados e fêmeas. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais**. p.128-130, 2008.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. **Basic animal nutrition and feeding**. 4<sup>th</sup> ed. Nova York: John Wiley & Sons, 615 p.1995.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M.I.N. Agonistas adrenérgicos e produção animal. II. Relação estrutura-atividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, Lisboa, v. 96, p. 167-175, 2001.

REINHARD, G.A.; MAHAN, D.C. Effect of various calcium:phosphorus ratios at low and high dietary phosphorus for starter, grower and finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.63, p.457-466, 1986.

ROSOL, T.J.; CAPEN, C.C. Calcium-regulating hormones and diseases of abnormal mineral (calcium, phosphorus, magnesium) metabolism. In: **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5<sup>o</sup> ed., New York: Academic Press, 1997.

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<sup>o</sup> ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2005. 186p.

RUTZ, F.; XAVIER, E.G. Agentes repartidores de energia para aves e suínos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1998. p.201-218.

SANCHES, J.F. **Níveis de Ractopamina nas dietas de suínos machos castrados na fase de terminação.** 2009. 44p. Tese (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS

SARAIVA, A. **Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 15 aos 60kg.** 2007. 52f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SARAIVA, A.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M de.; et al. Níveis de fósforo disponível em rações para suínos de alto potencial genético para deposição de carne dos 30 aos 60 kg. **R. Bras. Zootec.**, v.38, n.7, p.1279-1285, 2009.

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pig fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v.81, p.1106-1119, 2003.

SCHINCKEL, A.P.; RICHERT, B.T.; HERR, C.T. et al. Efeitos da ractopamina sobre o crescimento, a composição da carcaça e a qualidade dos suínos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DE CARNE SUÍNA, 2., 2001, Concórdia. **Anais...** Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2001.

SEE, M.T.; ARMSTRONG, T.A.; WELDON, W.C. Effect of a ractopamina feeding program on growth performance and carcass composition in finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.2474-2480, 2004.

SMITH, D.J. The pharmacokinetics, metabolism, and tissue residues of  $\alpha$ -adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 76, p. 173-194, 1998.

STAHLY, T.S.; LUTZ, T.R.; CLAYTON, R.D. Dietary available phosphorus needs of high lean pigs fed from 9 to 119 kg body weight. ASR-L 665. **Iowa State University Swine** research report. 2000. Disponível em: [http://www.ipic.iastate.edu/reports/00swinwrep\\_orts/asl-655.pdf](http://www.ipic.iastate.edu/reports/00swinwrep_orts/asl-655.pdf) acessado em 20/11/2009.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema para Análises Estatísticas e Genética - SAEG**, Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa. (Versão 8.0) 1999.

VALK, H.; METCALF, J.A.; WITHERS, P.J.A. Prospects for minimizing phosphorus excretion in ruminants by dietary manipulation. **J. Environ. Qual.**, v.29, p.28-36, 2000.

WATANABE, P.H.; THOMAZ, M.C.; CRISTANI, J. et al. Níveis de Ractopamina em Dietas Para Fêmeas suínas Abatidas com 110 Kg. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. **Anais.** p.98-100, 2008

WATKINS, L.E.; JONES, D.J.; MOWREY, D.H. et al. The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v.68, p.3588, 1990.

WIDMANN, F. K. **Clinical interpretation of laboratory tests**. Philadelphia: F. A. Davis Company, 1983. p. 305-306.