

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**EFEITOS DE NÍVEIS DE LISINA, METIONINA + CISTINA E
TREONINA DE SOBRE O DESEMPENHO, COMPOSIÇÃO DE
CARÇA E PARÂMETROS SANGUÍNEOS, DE LEITÕES,
VACINADOS OU NÃO VACINADOS, DOS 6 AOS 16 KG**

Roniê Wellerson Pinheiro

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG
2008

Roniê Wellerson Pinheiro

**EXIGÊNCIA DE LISINA, METIONINA + CISTINA E TREONINA DE
LEITÕES, VACINADOS OU NÃO VACINADOS SOBRE O
DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS 6 AOS 16 KG**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial para obtenção do
grau de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Orientador: Prof. Dalton de Oliveira Fontes

Belo Horizonte
Escola de Veterinária - UFMG

2008

Dissertação defendida e aprovada em 19 de março de 2008, pela Comissão Examinadora constituída por:

Prof. Dalton de Oliveira Fontes
(Orientador)

Prof. Israel José da Silva

Antônio Marcos Souto Moita

Prof. Zélia Inês Portela Lobato

Francisco Carlos de Oliveira Silva

DEDICATÓRIA

Ao meu pai, pessoa fundamental na minha formação e co-autor deste sonho realizado.

AGRADECIMENTOS

À minha esposa e companheira Adriana, razão e motivação para o crescimento e realização pessoal e profissional.

Ao meu filho Tiago pelo olhar diário cheio de vida e responsabilidade.

Ao meu filho Pedro por me ensinar que sempre é possível ver a vida de uma forma mais amena e que ser feliz é uma obrigação.

A minha querida mãe guerreira e batalhadora exemplo de força e determinação.

A minha irmã Rivane, pelo carinho e amor dispensados.

Ao meu cunhado Jorge pelo companheirismo e amizade.

Ao Henrique, sobrinho que trouxe renovação e energia à família.

Ao Leo, Ricardo e Dudu, verdadeiros irmãos com quem muito aprendi ao longo da vida (apesar de cunhados).

Ao meu sogro por me ensinar que a vida sempre pode ser boa e os obstáculos são apenas ferramentas para um aprendizado constante e consolidado.

A minha sogra por me fazer acreditar, que num mundo conturbado e cheio de maldades, há espaço para desprendimento e bondade.

Ao amigo e orientador Dalton de Oliveira Fontes pelo convívio saudável, pelo constante aprendizado e viagens culturais.

Aos funcionários granja Recanto, que muito contribuíram para realização do experimento.

Ao Sr. Cláudio Nasser quem muito colaborou para realização deste trabalho.

Aos amigos Gabriel, Chiquinho e Lucas por ensinar que estar disposto a ajudar é a melhor forma para aprender.

Ao Marcos Moita pela convivência e grande disposição em ajudar.

Aos companheiros contemporâneos da pós-graduação pelo convívio saudável e de aprendizado.

A Fábia por processar as análises laboratoriais.

Aos amigos da Integrall que possibilitam um dia a dia de companheirismo, admiração mútua e muito aprendizado.

À FAPEMIG, pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto de pesquisa.

À Agrocerec Nutrição Animal pelo fornecimento das matérias-primas para as rações para a realização do trabalho.

À Ajinomoto Biolatina, pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

RONIÊ WELLERSON PINHEIRO, filho de Mauro Pinheiro e Shirlei Coelho Pinheiro, nasceu em Congonhas, Minas Gerais, a 26 de janeiro de 1972.

Em março de 1990, iniciou o Curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, graduando-se em dezembro de 1995.

Em janeiro de 1996, iniciou a vida profissional como médico veterinário autônomo, trabalhando no acompanhamento técnico junto aos pequenos e médios produtores de sua terra natal.

Em março de 1997, iniciou o curso de mestrado em medicina veterinária da Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, na área de Reprodução Animal, defendendo tese em 30 de agosto de 2000.

De janeiro de 1999 a março de 2004 trabalhou com consultor técnico comercial nas empresas Agrocerec Pic e Agrocerec Nutrição Animal.

Em março de 2004, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Minas, concentrando seus estudos na área de nutrição de monogástricos.

Atualmente trabalha como consultor na empresa Integrall Soluções em Produção Animal.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	09
LISTA DE QUADROS.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 Ativação do sistema Imune.....	15
2.2 A ativação do sistema imune e a exigência de aminoácidos.....	17
2.3 Marcadores do status de imunidade.....	19
2.4 Citocinas e proteínas de fase aguda.....	20
2.5 Impacto da ativação do sistema imune sobre o desempenho.....	22
CAPÍTULO 1 – AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE LISINA E DO GRAU DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SOBRE O DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS 6 AOS 17 KG.....	25
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	26
2.1 Local e instalações	26
2.2 Animais e delineamento experimental	26
2.3 Estudo da ativação imunológica.....	27
2.4 Dietas e manejo alimentar.....	28
2.5 Procedimentos de abate e análise de carcaças.....	29
2.6 Análise estatísticas.....	30
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
3.1 Ativação do sistema imune e o desempenho.....	31
3.2 Concentração plasmática de cortisol e proteína C reativa.....	35
3.3 Níveis de lisina e o desempenho.....	39
3.4 Níveis de lisina e a composição das carcaças.....	43
4 CONCLUSÕES	47
CAPÍTULO 2 – EFEITO DE NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA E DO GRAU DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SOBRE O DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS 6 AOS 17 KG.....	48
1 INTRODUÇÃO	48
2 MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Local e instalações	50
2.2 Animais e delineamento experimental.....	50
2.3 Estudo da ativação imunológica.....	51
2.4 Dietas e manejo alimentar.....	51
2.5 Procedimentos de abate e análise de carcaça.....	53
2.6 Análise estatísticas	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.1 Ativação do sistema imune e o desempenho.....	55
3.2 Concentração plasmática de cortisol e proteína C reativa.....	57
3.3 Exigência de metionina + cistina e o desempenho dos animais.....	59
3.4 Níveis de metionina + cistina a composição das carcaças.....	61
4 CONCLUSÕES	65

CAPÍTULO 3 – EFEITO DE NÍVEIS DE TREONINA E DO GRAU DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SOBRE O DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS 6 AOS 17 KG.....	66
1 INTRODUÇÃO	66
2 MATERIAL E MÉTODOS	67
2.1 Local e instalações	67
2.2 Animais e delineamento experimental	67
2.3 Dietas e manejo alimentar	68
2.4 Procedimentos de abate e análise de carcaça.....	71
2.5 Análise estatísticas	71
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
3.1 Ativação do sistema imune e o desempenho.....	72
3.2 Níveis de treonina e o desempenho.....	74
3.3 Níveis de treonina e a composição das carcaças.....	79
4 CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82
ANEXO A	89
ANEXO B.....	90
ANEXO C.....	91

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1

Tabela 1	- Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações	29
Tabela 2	- Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e consumo de lisina (CL) em suínos dos 6 aos 16 kg, em função dos níveis de lisina na ração e níveis de ativação do sistema imune.....	31
Tabela 3	- Concentração plasmática de cortisol (ng/ml) em suínos injetados com solução salina e vacinados.....	37
Tabela 4	- Concentração plasmática de proteína C reativa ($\mu\text{g/ml}$), em suínos injetados com solução salina e vacinados.....	37
Tabela 5	- Composição, taxas de proteína na carcaça de leitões dos seis aos 16 kg, em função dos níveis de lisina da ração e ativação do sistema imune.....	43

CAPÍTULO 2

Tabela 1	- Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações	53
Tabela 2	- Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e em suínos dos 5,5 aos 16,5 kg, em função dos níveis de Met + Cis na ração e de ativação do sistema imune.....	55
Tabela 3	- Concentração plasmática de cortisol (ng/ml) em suínos injetados com solução salina e vacinados.....	58
Tabela 4	- Concentração plasmática de proteína C reativa ($\mu\text{g/ml}$) em suínos injetados com solução salina e vacinados.....	58
Tabela 5	- Composição, taxas de deposição de gordura e proteína na carcaça de leitões dos 6 aos 16 kg, em função dos níveis de metionina + lisina da ração e ativação do sistema imune.....	62

CAPÍTULO 3

Tabela 1	- Composição centesimal e valores nutricionais calculados das rações	70
Tabela 2	- Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e consumo de treonina (CT) em suínos dos 5,5 aos 16,5 kg, em função dos níveis de treonina na ração e níveis de ativação do sistema imune.....	72
Tabela 3	- Composição, taxas de deposição de gordura e proteína na carcaça de leitões dos 6 aos 16 kg, em função dos níveis de treonina da ração e ativação do sistema imune.....	79

LISTA DE QUADROS

ANEXO A

- Quadro A1 - Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de lisina diário (CLD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de lisina..... 89
- Quadro A2 -Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÀGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de lisina, vacinados e não vacinados 89

ANEXO B

- Quadro B1 - Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de lisina diário (CLD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de Met + Cis..... 90
- Quadro B2 - Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÀGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de lisina, vacinados e não vacinados..... 90

ANEXO C

- Quadro C1 - Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de treonina diário (CTD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de treonina..... 91
- Quadro C2 - Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÀGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de treonina, vacinados e não vacinados..... 91

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1	- Efeito da vacinação sobre o consumo de ração/dia dos seis aos 16 kg.....	32
Figura 2	- Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o GPD de leitões vacinados e não vacinados, dos seis aos 16 kg.....	33
Figura 3	- Efeito da primeira vacinação sobre a concentração plasmática média de cortisol no plasma (ng/ml).....	36
Figura 4	- Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o consumo de lisina diário.....	41
Figura 5	- Efeito dos níveis de lisina da ração sobre a conversão alimentar.....	42
Figura 6	- Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o percentual de PB na carcaça..	44
Figura 7	- Efeito dos níveis de lisina da ração e ativação do sistema imune sobre o conteúdo de proteína na carcaça de leitões, dos 6 aos 16 kg.....	46

CAPÍTULO 2

Figura 1	- Efeito dos níveis de Met + Cis total sobre a CA.....	61
Figura 2	- Efeito dos níveis de Met + Cis total sobre a DPD.....	63
Figura 3	- Efeito dos níveis de Met + Cis da ração sobre o conteúdo de água na carcaça de leitões dos 6 aos 16 kg.....	64

CAPÍTULO 3

Figura 1	- Efeito dos níveis de treonina da ração sobre o teor de água na carcaça.....	80
Figura 2	- Efeito dos níveis de treonina da ração sobre o teor de gordura na carcaça	81

RESUMO

Nesse trabalho foram utilizados 1080 leitões híbridos, divididos em três grupos de 360 animais correspondentes aos capítulos I, II e II, para avaliar níveis de aminoácidos da ração sobre o desempenho, características de carcaça e o efeito da vacinação de leitões sobre estes parâmetros. No experimento I, utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos (1,25; 1,35; 1,45; 1,55 e 1,65% de lisina total), quatro repetições e nove animais por unidade experimental, além de dois níveis de ativação do sistema imune (vacinados e não vacinados). Observou-se efeito da ativação imune sobre o consumo de ração diário (CRD) e sobre o ganho de peso diário (GPD) ($P < 0,01$) que reduziram em aproximadamente 7% em relação aos animais não vacinados. Não houve interação entre os níveis de lisina e o grau de ativação do sistema imune dos animais para todos os parâmetros avaliados. A conversão alimentar reduziu de forma linear bem como o consumo de lisina digestível. A taxa de deposição de proteína que aumentou de forma linear em função dos níveis de lisina. Não foi observado efeito dos níveis de lisina das rações sobre o consumo de ração diário. Concluiu-se que a conversão alimentar e a taxa de deposição de proteína respondem de forma linear aos níveis de lisina da dieta e que a ativação do sistema imune por meio de vacinação dos animais piora o consumo de ração e conseqüentemente o ganho de peso. O experimento II foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos níveis de metionina + cistina da dieta sobre o desempenho, características de carcaça e a resposta imunológica de leitões recém-desmamados. Foram utilizados 360 leitões, 180 machos e 180 fêmeas, desmamados com idade média de 20,3 dias e peso inicial de $5,43 \pm 1,17$ kg. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 5×2 , com cinco níveis de metionina + cistina total (0,70; 0,77; 0,85; 0,93 e 1,01%) e duas formas de ativação do sistema imune (vacinados e não vacinados), quatro repetições e nove animais por unidade experimental. Não houve interação entre os níveis de lisina e o grau de ativação do sistema imune dos animais para todos os parâmetros avaliados. A ativação do sistema imune reduziu em 7% o consumo de ração e em 5% no ganho de peso diário dos animais. Os níveis de metionina + cistina melhoraram de forma linear a conversão alimentar e a deposição de proteína diária na carcaça à medida que o nível dos aminoácidos sulfurados aumentou nas dietas. Suínos dos seis aos 16 kg, independente da ativação do sistema imune, exigem 0,9% de metionina + cistina total, o que corresponde a um consumo diário de metionina + cistina de 4,44 g/dia e uma relação de 58% metionina + cistina:lisina. No experimento II foram utilizados 360 leitões, 180 machos e 180 fêmeas, desmamados com idade média de 20,3 dias e peso inicial de $5,31 \pm 1,23$ kg. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5×2 , com cinco níveis de treonina total (0,85; 0,95; 1,05; 1,15; 1,25%) e dois níveis de ativação do sistema imune (vacinados e não vacinados), com quatro repetições e nove animais por unidade experimental. Não houve interação entre o nível de treonina e o grau de ativação do sistema imune dos animais para todos os parâmetros avaliados. Os níveis de treonina e a ativação do sistema imune não afetaram os parâmetros de desempenho avaliados. Os níveis de treonina afetaram de forma linear a porcentagem de água e gordura na carcaça e a deposição diária de gordura. Concluiu-se que o nível de treonina total de 0,85%, correspondendo a um consumo diário de treonina de 4,29 g/dia, e uma relação treonina: lisina de 55%, atende a exigência de leitões dos seis aos 16kg, sendo que a ativação do sistema imune não causou qualquer efeito negativo sobre o desempenho dos animais.

Palavras-chave: Aminoácidos digestíveis. Lisina. Desempenho. Suínos. Sistema imune. Carcaça.

ABSTRACT

In this work we used 1080 hybrid piglets, divided into three groups of 360 animals corresponding to the chapters I, II and II to assess levels of amino acids of feed on the performance, carcass characteristics and the effect of vaccination of piglets on these parameters. In experiment I, the experimental design was of randomized blocks with five treatments (1.25; 1.35; 1.45; 1.55 1.65% lysine and total), four repetitions and nine animals per experimental unit, plus two levels of immune system activation (vaccinated and unvaccinated). Observed effect of immune activation on the daily feed intake (CRD) and the daily weight gain (GPD) ($P < 0.01$) that have reduced by about 7% compared to non-vaccinated animals. There was no interaction between the levels of lysine and the degree of activation of the immune system of animals for all parameters evaluated. The feed conversion reduced linearly as well as consumption of digestible lysine. There was no interaction between the levels of lysine and the degree of activation of the immune system of animals for all parameters evaluated. The feed conversion reduced linearly as well as consumption of digestible lysine. The rate of deposition of protein that increased linearly as a function of levels of lysine. There not observed effect of lysine levels of rations on the daily feed intake. It was concluded that the feed conversion and protein deposition rate respond linearly to the levels of lysine in the diet and that the activation of the immune system by means of vaccination of animals makes the feed intake and weight gain. The experiment was carried out to assess the effects of the levels of methionine + cystine diet on the performance, carcass characteristics and the immune response of piglets newly weaned. 360 piglets were used, 180 males and 180 females weaned with average age of 20.3 days and starting weight of 5.43 ± 1.17 kg. We used the random block design in factorial scheme 2, with five levels of methionine + cystine total (0.70; 0.85 0.93 0.77;; and 1.01%) and two forms of immune system activation (vaccinated and unvaccinated), four repetitions and nine animals per experimental unit. There was no interaction between the levels of lysine and the degree of activation of the immune system of animals for all parameters evaluated. The activation of the immune system in 7% reduced feed intake and 5% in daily weight gain of animals. Methionine + cystine levels have improved in a linear way to feed conversion and deposition of daily protein on carcass as the level of sulfur amino acids increased in the diets. Six to 16 kg pigs, independent of activation of the immune system, require 0.9% methionine + cystine total, which corresponds to a daily intake of methionine + cystine of 4.44 g/day and a 58% methionine + cystine: lysine. In the experiment 360 piglets were used, 180 males and 180 females weaned with average age of 20.3 days and starting weight of $5.31 \pm 1, 23$ kg. The experimental design was of randomized blocks, in factorial scheme 2, with five levels of threonine total (0.85 0.95 1.05 1.15;;; 1.25%) and two levels of immune system activation (vaccinated and unvaccinated), with four repetitions and nine animals per experimental unit. There was no interaction between the level of threonine and the degree of activation of the immune system of animals for all parameters evaluated. The levels of threonine and activation of the immune system don't affect the performance parameters evaluated. The levels of threonine linearly affected the percentage of fat and water in the casing and the daily deposition of fat. It is concluded that the level of total of 0.85% threonine, corresponding to a daily consumption of threonine to 4.29 g/day, and a threonine: 55% lysine, meets the requirement of piglets from six to 16 kg, with the activation of the immune system did not cause any negative effect on the performance of the animals.

Key-words: Lysine. Swine. Performance. Carcass. Immunological stimulation

1 INTRODUÇÃO

Os animais criados em ambientes com maiores desafios sanitários crescem menos e consomem menos ração quando comparados com aqueles criados em ambientes com melhores condições sanitárias. Esta redução no desempenho é resultado de mudanças metabólicas mediadas por proteínas produzidas a partir de uma resposta imune como forma de modulação para uma resposta eficiente. A correlação entre o estado de saúde e desempenho zootécnico dos animais já é, há muito, conhecida, mas só recentemente complexidade das interações entre o sistema imune e outros sistemas fisiológicos começaram a serem compreendidas.

Diversos fatores como temperatura, linhagens genéticas, lotação, dentre outros, afetam a exigências nutricionais dos animais. O impacto da ativação do sistema imune sobre as exigências nutricionais e o desempenho animal tem sido objeto de diversos estudos estando ligado a uma redução no consumo, aumento na degradação muscular, redução na deposição protéica muscular, aumento da síntese protéica pelo fígado (proteínas de fase aguda), redução da atividade física seguida de sonolência e anorexia.

Após o estímulo antigênico há aumento na produção de citocinas. Algumas destas citocinas como interleucina-1 (IL-1), interleucina 6 (IL-6), e o fator de necrose tumoral (TNF) são liberadas das células do sistema imune e agem causando alteração do metabolismo animal bem como a redistribuição dos nutrientes no organismo.

A ativação do sistema imune leva a um aumento na excreção de nitrogênio resultado de uma profunda alteração do metabolismo protéico. Desta forma, ocorre aumento na degradação muscular, liberação periférica de aminoácidos, aumento na síntese de proteínas de fase aguda no fígado e gliconeogênese. Este mecanismo é controlado por processos hormonais (cortisol e somatotropina) e imunológicos.

Doenças bem como, estresse ambiental conduzem à redução na ingestão voluntária de alimentos. Uma importante questão é se há necessidade de aumento no nível dos nutrientes essenciais nas dietas. Inúmeras pesquisas visam determinar o impacto da ativação do sistema imune o desempenho e a taxa de deposição de tecido magro e ainda, essa ativação imunológica pode ser compensado pelo aumento da densidade da dieta (BAKER; JOHNSON,1999).

As mudanças metabólicas associadas com processos inflamatórios e resposta imune podem modificar as exigências nutricionais dos animais. A ativação imunológica altera a exigência de aminoácidos, a eficiência de utilização para deposição protéica dos animais e uma resposta imune eficiente, sendo necessários estudos que possam fomentar as exigências após ativação do sistema imune.

A resposta imune implica numa intensa replicação celular, bem como, produção de proteínas biologicamente ativas, denominadas citocinas. Desta forma, há uma mudança no perfil de aminoácidos exigidos pelo animal para uma resposta imune eficiente e crescimento.

O objetivo deste trabalho é determinar as exigências nutricionais de lisina, metionina e treonina para leitões de 5 a 16 kg, com e sem ativação do sistema imune, avaliando os efeitos de diferentes níveis destes aminoácidos na dieta sobre o desempenho e as características de carcaça desses animais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Ativação do sistema imune

O desenvolvimento e a função do sistema imune são regulados por fatores neuroendócrinos. A resposta imune está dividida em resposta imune inata e adaptativa. A inata consiste em mecanismos de defesa celulares e bioquímicos que já existiam antes do estabelecimento de uma infecção e que estão programados para responder rapidamente a infecções. Os principais componentes da imunidade inata são barreiras físicas e químicas, tais como o epitélio e as substâncias antibacterianas nas superfícies epiteliais; células fagocitárias (neutrófilos, macrófagos) e células natural killers; proteínas do sangue, incluindo frações do sistema complemento, outros mediadores da inflamação e proteínas denominadas citocinas, que regulam e coordenam várias atividades das células da imunidade natural (ABBAS; LICHTMAN, 2005).

A imunidade adaptativa ou adquirida é estimulada pela exposição a agentes infecciosos cuja magnitude e capacidade defensiva aumentam com as exposições posteriores a um microrganismo em particular. Nesta imunidade incluem uma especificidade extraordinária para distinguir as diferentes moléculas e uma habilidade de se “lembrar” e responder com mais intensidade a exposições subsequentes a mesmo microrganismo (ABBAS; LICHTMAN, 2005).

A ativação do sistema imune altera a resposta homeotérmica, a qual altera a partição de nutrientes do crescimento e agregação muscular para processos metabólicos que dão suporte a resposta imune e doença. Estas alterações implicam na diminuição da deposição muscular, com aumento na taxa de degradação protéica, aumento na taxa do metabolismo levando a um maior dispêndio energético, utilização dos aminoácidos para gliconeogênese e como fonte de energia, síntese de proteína de fase aguda, redistribuição de ferro, zinco e cobre para síntese hepática de metalotionina, ferritina e ceruloplasmina e liberação de insulina, glucagon e corticosteróide (KLASING; JOHNSTONE, 1991).

O aumento no metabolismo basal, durante a resposta imune e inflamatória, resulta no aumento da utilização de energia e mudança de ácidos graxos para glicose como fonte preferencial de energia em muitos tecidos (KLASING; JOHNSTONE, 1991). Portanto, os aminoácidos gliconeogênicos, como glutamina, serina e glicina, têm sua concentração plasmática reduzida devido a um aumento no catabolismo como suporte a gliconeogênese, disponibilizando energia para proliferação das células do sistema imune (MELCHIOR *et al.*, 2002).

Após a injeção de lipopolissacarídeos (LPS), como ferramenta para a ativação do sistema imune, ocorre ativação de macrófagos. Estes secretam citocinas pré-inflamatórias como IL-1 e TNF-1. A secreção destas citocinas conduz a eventos catabólicos. Há um aumento na secreção de cortisol e na concentração plasmática de nitrogênio, sendo indicativo de catabolismo muscular com liberação de aminoácidos que são usados para sínteses de proteínas de fase aguda no fígado (WEBEL *et al.*, 1997).

Algumas horas após o desafio, os mamíferos respondem com uma coordenada mudança na produção de proteínas plasmáticas. Estas são denominadas proteínas de fase aguda. O fígado é estimulado pelas citocinas IL-1, IL-6 e TNF que na presença de glicocorticóides apresentam um efeito anabólico refletindo o potencial das citocinas em mediar uma resposta hepática frente a um processo inflamatório (MARINKOVIC *et al.*, 1989).

A perda de tecido muscular é observada em muitas doenças e representa uma complexa ligação entre a anorexia, aumento na exigência energética, repartição dos nutrientes e mudanças endócrinas e secreção de citocinas. Após o estímulo com LPS há uma hiperglicemia transitória, como resultado do aumento da glicogenólise e gliconeogênese, como demanda aumento de glicose nos tecidos ricos em macrófagos; seguida de uma hipoglicemia (SARTIN *et al.*, 1998).

2.2 A ativação do sistema imune e a exigência de aminoácidos

Trabalhando com aves, Webel *et al.*, (1998) concluíram que a ativação de sistema imune, utilizando lipopolissacarídeos (LPS), reduz o consumo alimentar e o ganho de peso. A deposição de proteína foi linear para suplementação de lisina ou ingestão de treonina, não sendo alterada pela administração de LPS. A concentração de lisina na dieta para máxima deposição protéica não foi afetada, entretanto, a ingestão absoluta deste aminoácido, para máxima performance, foi reduzida nos tratamentos com LPS. Estes pesquisadores sugerem que a eficiência na utilização de outros aminoácidos, especialmente aqueles ligados à resposta imune a antígenos, deve ser alterada.

Williams *et al.*, (1997b) estudando a exigência de lisina em suínos com ativação crônica do sistema imune observaram uma alteração quantitativa e na concentração deste aminoácido na dieta para máximo ganho de peso e eficiência alimentar, não sendo alterada a eficiência de utilização do mesmo.

A lisina representa de 6,5 a 7,0% da composição muscular sendo relativamente pequena sua participação nos componentes protéicos associados as funções de manutenção. Por outro lado os aminoácidos sulfurados representam uma pequena proporção dos tecidos protéicos (1,6%) e uma maior parte nas proteínas de manutenções (4,9%), o que justifica alterações na exigência destes aminoácidos, tendo a relação, lisina/aminoácidos sulfurados, alterada (FULLER *et al.*, 1989 citado por STAHLY, 1998).

Klasing e Austics (1988a) encontraram diminuição na exigência de metionina e lisina em aves injetadas com LPS. A concentração de IL-1 foi mais baixa na dieta com níveis de metionina abaixo do adequado, indicando que dietas deficientes de aminoácidos resultam na diminuição da resposta imunológica. Entretanto, Klasing e Austic (1988b) reportaram um aumento de 13% na exigência de metionina e lisina em aves imunologicamente desafiadas.

Um quadro de infecção induzida experimentalmente levou a redução plasmática e intramuscular de glutamina. Esta alteração reflete em aumento na utilização deste aminoácido no fígado para síntese de proteínas de fase aguda, além da sua utilização pelos linfócitos ativadas como fonte de energia disponível (gliconeogênese) e por ser constituinte da enzima glutatona peroxidase. A suplementação com glutamina, mantém a concentração normal intramuscular, a população leucocitária e a função dos linfócitos (YOO *et al.*, 1997).

Os animais em crescimento, quando desafiados, têm um aumento no gasto energético e a oxidação de aminoácidos esta balanceada por uma menor taxa de crescimento.

Nos adultos há aumento na exigência de energia e aminoácidos devido a um aumento na taxa de metabolismo basal e de oxidação dos aminoácidos (KLASING, 1991).

A estimulação do sistema imune altera a concentração plasmática de histidina. Segundo Yoo *et al.*, (1997) há um aumento na concentração plasmática deste aminoácido como resultado do aumento do catabolismo muscular. Durante o processo inflamatório há aumento da utilização dos aminoácidos disponibilizando energia e proteína para proliferação celular, entram como metabólitos específicos em vias relacionadas com a defesa do organismo.

Glicina, cistina e glutamina são os 3 aminoácidos componentes da glutatona, um importante tripeptídeo envolvido em processos antioxidantes cuja exigência aumentada nos processos oxidativos, com formação de peróxidos de hidrogênio (MALMEZAT *et al.*, 2000).

A glutamina promove a proliferação de linfócitos e a fagocitose de macrófagos. A arginina aumenta a proliferação de linfócitos, aumenta a atividade fagocitária dos macrófagos alveolares e é precursor de óxido nítrico.

As proteínas de fase aguda desempenham um importante papel na defesa contra patógenos e na modulação da resposta imune. Estas são relativamente ricas em aminoácidos aromáticos (fenilamina, triptofano e tirosina) se comparada às proteínas musculares, sendo esta a principal fonte deste aminoácidos em situações de baixo consumo alimentar, sendo 1,5 a 2,0 g de proteína muscular degradada para a liberação de quantidades de aminoácidos para síntese de 1g de proteínas de fase aguda (REEDS *et al.*, 1994).

A redução da concentração plasmática de tirosina e triptofano, está correlacionada negativamente a concentração plasmática de proteínas de fase aguda (transferrina, haptoglobina, fibrinogênio), estando a mudança na concentração plasmática destes aminoácidos dependente do balanço entre a sua utilização específica na resposta imune e inflamatória e a liberação para o plasma do catabolismo protéico e da ingestão alimentar.

Mackenzie e Hadding (1998) trabalhando na determinação da concentração plasmática dos aminoácidos após estímulo antigênico, concluíram que o triptofano foi o único aminoácido essencial que teve sua concentração diminuída. A enzima indoleamina 2,3 dioxigenase, sob indução do interferon e outras citocinas, atuam no catabolismo deste aminoácido para kinurenina. Esta indução resulta na diminuição de triptofano no plasma e aumento da kineurina.

O triptofano é indispensável na biosíntese de proteínas, serotonina e niacina, tendo sua concentração plasmática alterada em indivíduos com doenças auto-imunes e imune-

depressoras. Quadros infecciosos que conduzem a produção de interferon induzem a secreção de enzima indoleamina 2,3 dioxigenase levando a redução de 20 a 50% na concentração de triptofano com aumento em até 100 vezes na concentração de kineurina, seu metabólito (BROWN *et al.*, 1996). A deficiência de triptofano induz a redução de apetite levando a uma depressão no desempenho, sendo este um precursor de serotonina (SEVE, 2000).

As baixas concentrações de triptofano nas dietas levam a redução no nível de serotonina no hipotálamo posterior com redução de apetite, efeito este observado principalmente nas fêmeas quando comparadas aos machos castrados (HENRY *et al.*, 1992).

2.3 Marcadores do status de imunidade

A haptoglobina é uma proteína de fase aguda capaz de ligar-se à hemoglobina e, portanto previne a perda de ferro e dano renal. Esta age também como antioxidante, apresentando uma atividade antibacteriana e desempenha um importante papel na modulação na resposta de muitas proteínas de fase aguda (WASSELL, 2002).

Eckersall *et al.*, (1974) estudando a resposta aguda induzida em suínos, observaram que a concentração da alpha 1-glicoproteína ácida flutuou a partir do estímulo com uma pequena variação entre os animais e que a maior concentração de ceruloplasmina ocorreu no quarto dia após o estímulo, sendo 40% acima da concentração do grupo controle.

A haptoglobina e proteína C-reativa tiveram a maior concentração dois dias após o estímulo alcançando 2 e 4 vezes acima da concentração basal respectivamente, sendo estas os principais marcadores para lesões inflamatórias em suínos, portanto estas proteínas podem ser utilizadas como indicativo do status de saúde de rebanhos suínos (HEEGAARD *et al.*, 1988).

A concentração de proteína C-reativa e haptoglobina aumenta 5 a 7 vezes 48 horas após a injeção de turpentina, enquanto que a concentração de alfa 2-globulina aumenta pelo menos 15 vezes, sugerindo ser a principal proteína de fase aguda nos suínos (LAMPREAVE *et al.*, 1994).

A ativação do sistema imune promove aumento na secreção de corticóides pela ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. A concentração de cortisol alcança níveis máximos duas horas após estimulação permanecendo elevado por doze horas. A injeção de LPS suprimiu a secreção de fator de crescimento ligado à insulina (IGF-I), havendo aumento, inconsistente, na secreção do hormônio do crescimento (GH) (WRIGHT *et al.*, 2000).

Em várias pesquisas observou-se redução na síntese de hormônios catabólicos com IGF-I e GH, sendo muitas ações anabólicas do GH mediadas pelo IGF-I (KELLY *et al.*, 1994; SARTIN *et al.*, 1998) Desta forma, a perda de tecido protéico, reduções na taxa de ganho e na concentração de GH e IGF-I caracterizam um modelo de doenças catabólicas.

Balaji *et al.*; (2000) trabalhando com estimulação imune através do fornecimento oral de *Salmonella typhimurium* observaram marcantes mudanças na secreção endócrina, entretanto a secreção de GH não foi afetada de forma consistente. Os demais parâmetros comportaram da mesma maneira IGF-I, TNF.

2.4 Citocinas e proteínas de fase aguda

As citocinas são proteínas e peptídeos secretados por células da imunidade inata e adaptativa. Estas desempenham um importante papel na ativação e regulação de outras células e tecidos durante o processo inflamatório e resposta imune. As citocinas são produzidas em resposta a microrganismos e a outros antígenos, e diferentes citocinas estimulam respostas diversas das células envolvidas na imunidade e inflamação. Na fase de ativação das respostas imunes adaptativas ocorre estímulo do crescimento e diferenciação de linfócitos e nas fases efetoras das respostas da imunidade inata e adaptativa, ativam diferentes células efetoras para eliminar microrganismos e outros agentes. As citocinas estimulam ainda o desenvolvimento de células hematopoiéticas (ABBAS; LICHTMAN, 2005).

A IL-1 tem diversas ações ao nível cerebral levando a febre, sonolência, anorexia e respostas neuroendócrinas. Esta pode conduzir ainda a neuro-inflamações e morte celular em processos neurodegenerativos. Esta citocina também está envolvida em doenças crônicas degenerativas, em particular, esclerose múltipla, doença de Parkinson's e Alzheimer's (ROTHWELL; LUHESHI, 1999).

A fase aguda da resposta imune é caracterizada por uma supressão na resposta adaptativa havendo uma amplificação de resposta inata, de 100 a 1000 vezes em 24 a 48 horas. Esta fase é iniciada pela secreção de citocinas como IL-1, IL-6 e TNF-alfa, estas citocinas ativam os leucócitos que por sua vez produzem citocinas adicionais. A IL-1 é a principal mediadora da febre e ativa o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. O TNF-alfa tem função semelhante, sendo o principal agente modificador do metabolismo nesta fase. A IL-6 estimula a produção de proteínas de fase aguda e tem sua ação potencializada na presença de catecolaminas e glicocorticoides (BERCZI *et al.*, 1998).

O TNF alfa aumentou em 10 vezes duas horas após a aplicação (LPS) permanecendo por até 4 horas. A concentração de IL-6 aumentou 2 horas após aplicação e pico ocorreu com 4 horas sendo 200 vezes maiores que os níveis basais. Cortisol foi elevando até 8 horas após a aplicação. Estas mudanças foram acompanhadas por um aumento na degradação protéica seguida de um aumento de 3 vezes na concentração de nitrogênio plasmático entre 8 e 12 horas. Nesta pesquisa a concentração de glicose e triacilglicerol, não foi afetada (WEBEL *et al.*, 1997).

A infusão de IL-1 no sistema nervoso central simula o estado de doença, levando a depressão no consumo alimentar com queda no ganho de peso. Estes sintomas permanecem por um período de 4 dias, indicando o desenvolvimento de tolerância a esta citocina (JOHONSON, 1998).

Na hipófise anterior há produção de citocinas durante a fase aguda da resposta imune, indicando que esta participa da resposta imune inata. Esta é também considerada como um regulador da resposta imune adaptativa através do GH e prolactina (PRL). O GH é o principal regulador da secreção de IGF-I e este por sua vez participa da linfopoiese nas células B, possibilitando a produção de anticorpos (ABRAHAM *et al.*, 1998).

Após a resposta aguda observa-se uma elevação sistêmica das citocinas. Na hipófise anterior há secreção de IL-6, sendo este o principal sítio de expressão de RNAm da IL-6 após desafio sistêmico com LPS. Além da síntese de IL-6, a produção de PGE₂ têm sido implicados na indução da febre nestas respostas.

O estímulo com lipopolissacarídeos para produção de PGE₂, em baixas concentrações, atua na hipófise promovendo a secreção de IL-6, o que promove a ativação do eixo hipotálamo-hipofise-adrenal. Altas concentrações PGE₂, em último grau, promove a inibição da produção de glicocorticoides, por inibição de IL-6.

Nos processos infecciosos algumas citocinas como o fator de necrose tumoral (TNF) e interleucina 1 estimulam a síntese de leptina, o que coincide como anorexia e perda de apetite nos estados patológicos como o câncer e as infecções (SARRAF *et al.*, 1997).

A resposta imune resulta em muitos ajustes metabólicos mediados por citocinas de origem leucocitária. Entre estas podemos citar a interleucina -1 (IL-1), fator de necrose tumoral alfa (TNF alfa) e interleucina (IL-6). Estas atuam em conjunto diminuindo o consumo alimentar, aumentando o gasto energético a gliconeogese, oxidação da glicose e a síntese hepática de ácidos graxos e proteínas de fase aguda. Estas citocinas também afetam o metabolismo por alterarem os níveis circulantes de insulina, glucagon e corticosteróide.

A secreção de citocinas também leva a redução na concentração de hormônios anabólicos como GH, IGF-I e prolactina, conduz a uma diminuição na síntese de leite, e estimulam a liberação de hormônios catabólitos como os glicocorticoides.

A estimulação com lipopolissacarídeo em matrizes suínas primíparas em lactação, levou a uma redução na ingestão voluntária, mas não houve redução de peso corporal. Esta estimulação do sistema imune levou a uma redução de 12% no peso da leitegada. Portanto a exposição a antígenos que resulte num nível crônico de ativação do sistema imune, durante a lactação, deve ser evitada, pois leva a depressão no apetite e produção de leite (SAUBER *et al.*, 1999).

2.5 Impacto da ativação do sistema imune sobre o desempenho

Os animais alojados em ambientes livres de microorganismos crescem mais rápido do que aqueles criados em situações convencionais, continuamente expostos à microflora (COATES *et al.*, 1963). Vários trabalhos mostram que ambientes melhor desinfetados também favorecem o desempenho, mesmo em situações de ausência de doença nos lotes comparados. Isto mostra que o sistema imunológico impõe um preço ao proteger o animal do ataque de agentes estranhos. Quando os desafios são frequentes, resultam numa contínua ativação do sistema imune. Esta condição é conhecida como estresse imunológico.

Um animal desafiado imunologicamente produz diversas citocinas o que pode aumentar a taxa metabólica, diminuir o apetite e, até mesmo, redirecionar os nutrientes para atender às necessidades energéticas da resposta imune, em vez de crescimento muscular. As citocinas agem de forma direta nos tecidos-alvo ou indiretamente alterando os níveis de hormônios como a insulina, o glucagon e a corticosterona, causando as alterações metabólicas observadas durante o estresse imunológico.

Os nutrientes (aminoácidos, glicose, ácidos graxos, cofatores enzimáticos) são necessários à proliferação de linfócitos, recrutamento de novos monócitos e heterófilos da medula óssea, síntese de imunoglobulinas, lisozimas e moléculas de comunicação (eicosanóides, citoquinas). Além disso, a maioria das respostas imunes a patógenos são acompanhadas por uma resposta inflamatória sistêmica, que inclui um aumento de secreção de proteína pelo fígado. Esta etapa, caracteriza-se por aumento na síntese de proteínas específicas, aumento do *turnover* protéico, da gliconeogênese e da temperatura corporal. Claramente, a fase aguda da resposta é um processo onde ocorre simultaneamente liberação

de nutrientes (catabolismo do músculo esquelético) e consumo de nutrientes (síntese de proteínas da fase aguda, febre). A taxa de acréscimo no músculo esquelético é mais prejudicada do que a de outros órgãos e tecidos, como fígado, intestino e tecido adiposo.

A anorexia é uma consequência bem conhecida da fase aguda da resposta, sendo causada pelas citocinas IL-1 (interleucina-1) e TNF (fator de necrose tumoral). O consumo de alimento pode diminuir acima de 50% durante a fase aguda de um desafio infeccioso. Também ocorrem modificações no metabolismo energético, cuja expressão mais importante é a febre. A febre está associada a um aumento de 10-15% da taxa de metabolismo basal para cada 1°C de temperatura corporal acima do fisiológico. Por outro lado, a IL-1 pode aumentar o sono. Esta redução de atividade auxilia o corpo a conservar energia durante uma infecção.

Há uma série de mudanças no metabolismo de carboidratos, proteínas e lipídios induzidas pela resposta imune. A utilização dos carboidratos aumenta dramaticamente, ao contrário dos ácidos graxos. As citocinas também aumentam a excreção de nitrogênio e o catabolismo protéico (preservando e produzindo, no entanto, proteínas específicas do fígado).

Também ocorrem alterações no metabolismo dos lipídios. Observa-se aumento da lipólise, inibição da síntese de ácidos graxos nos adipócitos e um aumento de VLDL no sangue. Quanto ao metabolismo de minerais, há um aumento no cobre do soro, associado à ceruloplasmina, uma proteína da fase aguda, e uma diminuição no ferro e no zinco do soro. O zinco é redirecionado para a produção de metalotionina, e o ferro para síntese de transferrina, ambos no fígado.

Quando aves são infectadas experimentalmente com microorganismos patogênicos, ocorre uma diminuição do ganho de peso, do consumo de ração e da eficiência alimentar. O decréscimo no consumo de ração responde por 70% da diminuição do crescimento. Os restantes 30% de perda de desempenho são devidos a ineficiências metabólicas causadas pela resposta imune. A febre está associada a um aumento de 10-15% da taxa de metabolismo basal para cada 1°C de temperatura corporal acima do fisiológico.

Estudando o efeito da densidade da dieta sobre a ativação do sistema imune tendo como fonte de energia amido e gordura, observou-se que o aumento na densidade da dieta não reduz a depressão causada pelo estímulo com LPS e que a utilização de gordura, como fonte de energia, melhora a eficiência alimentar e de conversão energética, entretanto deprime a resposta humoral (VAN HEUGTEN *et al.*, 1996).

O efeito do nível de proteína na dieta sobre a performance e resposta imune foi pesquisado por Van Heugten *et al.*, (1996) não havendo interação entre a resposta imune,

nível de proteína na dieta e performance dos animais após o desmame. Indicando não haver diferenças na exigência de proteína para crescimento, eficiência alimentar entre animais com sistema imune ativado através da aplicação de LPS e o grupo controle, durante e após o estímulo imunológico, o que se justificava por apenas 6 a 10% da exigência de proteína ser devido à manutenção.

Houve redução no ganho de peso diário nos animais com sistema imune ativado e esta permaneceu durante todo o experimento. Quanto ao consumo comportou-se de forma irregular diminuindo durante os três primeiros dias, havendo uma redução de até 23%, mas não foi significativamente diferente após a segunda dose de LPS. A média de ganho diário reduziu de 58 e 23% para primeira e segunda aplicação respectivamente, o mesmo ocorreu para eficiência alimentar sendo reduzida em 45 e 15%. Diminuição à resposta pode ser devido ao desenvolvimento de tolerância ao LPS e a redução na eficiência alimentar pode ser explicada pelo aumento na exigência para manutenção.

Suínos e aves possuem um enorme potencial de deposição de carne magra e quando expostos a antígenos têm este potencial minimizado. Trabalhando com ativação crônica do sistema imune verificou-se que os animais com baixo estímulo possuem uma menor relação dos linfócitos CD4:CD8 e uma baixa concentração de alfa-1-acilglicoproteína, uma proteína de fase aguda. Estes animais consumiram mais ração, cresceram mais rapidamente e requerem menor quantidade de ração por unidade de ganho. Portanto, depositam maior tecido protéico produzindo carcaças com menor percentual de gordura (STAHLY, 1998).

A ativação do sistema imune conduz a uma redução no ganho de peso na ordem de $33\% \ 393 \pm 105 \text{ g/dia}$ e grupo controle de $593 \pm 90 \text{ g/dia}$. É importante lembrar que animais saudáveis têm infecções subclínicas, que afetam seu crescimento. Neste particular as citocinas podem ser uma ferramenta valiosa como marcadores no diagnóstico destas infecções (FOSSUM, 1998).

Utilizando a ativação crônica do sistema imune, Willians *et al.*, 1997a concluíram que os animais com baixa ativação apresentam menor relação linfócito T auxiliar (CD4): linfócito T citotóxico (CD8) sendo esta de 9,5 e 17,5 respectivamente, independente do nível de lisina testado. Estes animais tiveram ainda uma menor concentração plasmática de alfa-1-acilglicoproteína (AGP) e quanto ao desempenho, consumiram mais lisina, ganhado mais peso como consequência produziram carcaças com maior percentual de proteína e água e menor percentual de gordura. A energia para manutenção é da ordem de 102 e 115 Kcal/Kg de peso vivo.

CAPÍTULO 1

AVALIAÇÃO DE NÍVEIS DE LISINA SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES, DOS SEIS AOS 16 KG SUBMETIDOS A DIFERENTES GRAUS DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO

1 INTRODUÇÃO

O nível de lisina na dieta tem sido determinante na composição corporal durante toda a fase de crescimento. Este aminoácido está diretamente ligado à deposição de carne magra na carcaça sendo o primeiro aminoácido limitante para suínos. Quando seu consumo está abaixo da exigência, a utilização dos demais aminoácidos essenciais fica limitada, prejudicando o crescimento e a conversão alimentar pela limitação na deposição de muscular.

As pesquisas mostram que a concentração de lisina na dieta necessária para maximizar a eficácia da utilização dos nutrientes e a deposição de tecido muscular está acima das necessidades para ganho de peso. Desta forma, animais com alta taxa de deposição protéica necessitam de maior concentração de aminoácidos na dieta, pela maior síntese diária.

Diversos fatores influenciam a exigência nutricional dos animais. Trabalhos mostram que este genótipo, sexo, temperatura ambiente, densidade populacional, entre outros, podem afetar a exigência nutricional, o que pode explicar as grandes variações encontradas nos trabalhos e nas tabelas, quanto as exigências nutricionais dos animais já que afetam a ingestão voluntária de alimentos.

Mais recentemente alguns trabalhos têm pesquisado a exigência nutricional dos animais tendo como objeto de estudo o nível de ativação do sistema imunológico. Através da ativação crônica, seja pelo aumento da pressão de infecção, através da introdução em baias sem *all in all out*, ou pela ativação aguda, pela aplicação de LPS.

A correlação entre o estado de saúde e o desempenho zootécnico dos animais é, há muito, reconhecida, mas só recentemente as complexas interações entre o sistema imune e outros sistemas fisiológicos começaram a serem compreendidas.

A exposição de leitões a ambientes com maiores desafios sanitários causa redução no consumo e crescimento dos mesmos, conseqüência de mudanças metabólicas, mediadas por proteínas de fase aguda produzidas a partir de uma resposta imune. O impacto da ativação

do sistema imune sobre o metabolismo e, conseqüentemente, sobre o desempenho está ligado ao aumento na degradação muscular, redução na deposição protéica muscular e aumento da síntese protéica pelo fígado (proteínas de fase aguda), redução da atividade física seguida de sonolência e anorexia.

A resposta imune e a inflamação podem modificar as necessidades de alguns nutrientes, pois as alterações metabólicas resultam numa intensa replicação celular, produção de proteínas biologicamente ativas, denominadas citocinas, e aumento na excreção de nitrogênio.

Desta forma, há necessidade de pesquisas que determinem o impacto da ativação do sistema imune sobre a exigência da utilização de lisina. Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da ativação do sistema imune sobre a exigência de lisina e o desempenho de suínos, dos seis aos 16 kg.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e instalações

O experimento foi conduzido em granja comercial, em dois sítios, localizada no município de Patos de Minas, Minas Gerais. Os animais foram alojados em um galpão de alvenaria com piso semi-ripado, coberto com telhas de barro. As baias continham comedouros de alvenaria e bebedouros tipo taça e dispunham de área de 0,26 m²/animal. Foi utilizado termômetro de máxima e mínima colocados no interior dos galpões, para registro diário da temperatura, durante todo o período experimental.

2.2 Animais e delineamento experimental

Cada experimento foi composto por 360 leitões, machos e fêmeas de forma equilibrada, desmamados com idade média de 20,3 dias de idade e peso inicial de 5,51 ± 1,19 kg. Estes foram pesados e distribuídos nos 10 tratamentos para uma distribuição uniforme nas baias em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial com cinco níveis de lisina (1,25; 1,35; 1,45; 1,55 e 1,65% de lisina total) e dois níveis de ativação do sistema imune (ativado e não ativado), quatro repetições, sendo nove animais por unidade experimental estando o sexo equilibrado entre os tratamentos. A ativação do sistema imune

foi obtida através de vacinação contra pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) e *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Estas vacinações foram realizadas em duas doses, aos 20 e 35 dias de vida. Os animais do grupo controle, não vacinados, foram injetados com 2 ml de solução salina.

Simultaneamente, cinco leitões, da mesma linhagem, com peso médio de $5,5 \pm 0,1$ kg, foram abatidos para determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

2.3 Estudo da ativação imunológica

Para a determinação da concentração plasmática de cortisol, a primeira coleta de sangue foi realizada no chamado T-0 momento anterior à estimulação antigênica vacinal. Após a estimulação do sistema imune foram coletadas amostras de sangue às 2, 4, 8 e 12 horas, em cada tempo, sendo utilizados nove animais/tratamento. O sangue coletado foi, em seguida, centrifugado, durante 10 minutos, para retirada do soro, que permaneceu estocado em freezer.

Outros 18 animais foram escolhidos aleatoriamente para dosagem de proteína C reativa (PCR). A primeira coleta de sangue foi realizada no chamado T-0 momento anterior à estimulação antigênica vacinal. Após a estimulação do sistema imune foram coletadas amostras de sangue às 24, 48, 60 e 96 horas, em cada tempo coletadas amostras de 9 animais de cada tratamento. O sangue coletado foi, em seguida, centrifugado, durante 10 minutos, para retirada do soro, que permaneceu estocado em freezer.

As amostras foram utilizadas na determinação da concentração de proteína hepática de fase aguda (proteína C reativa), servindo como parâmetros indicativos da ativação e não ativação do sistema imune. Para determinação da Proteína C reativa e Cortisol foram utilizados Kits comerciais Elisa da marca Tridelta.

No final de cada repetição os animais foram pesados individualmente, sendo retirado para abate o que apresentou peso próximo da média da baia, totalizando 40 animais. As carcaças foram armazenadas em freezer sendo utilizados para determinação da taxa de deposição de proteína, gordura e água.

2.4 Dietas e manejo alimentar

A ração base foi formulada para atender as exigências mínimas de suínos na fase pré-inicial de crescimento, de acordo com Rostagno *et al.*, (2005) para todos os nutrientes, exceto lisina, sendo suplementadas com cinco níveis de lisina L-Lisina-HCL 78,4% (0,127; 0,255; 0,382; 0,510%) em substituição ao amido.

As rações experimentais, isoenergéticas e isoprotéicas, continham milho moído, farelo de soja, soja micronizada, soro de leite em pó, leite integral em pó, açúcar, óleo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal comum, ácido fumárico, promotor de crescimento, premix vitamínico e mineral e aminoácidos sintéticos (Tabela 1).

As rações foram suplementadas com metionina, treonina e triptofano, quando necessário, a fim de manter uma relação ideal com a lisina, respectivamente de 27, 68 e 18 %, conforme preconizado por (ROSTAGNO *et al.*, 2005). As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade, dos 21 aos 50 dias, o período. As dietas fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas durante o período experimental. No fechamento de cada repetição, os animais foram pesados de forma individual, sendo determinado o consumo de ração diário, o ganho de peso diário, conversão alimentar e consumo de lisina diário.

As rações fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas semanalmente, enquanto os animais foram pesados individualmente, no início, 15 dias depois e no final do período experimental quando atingiram o peso médio de $16,0 \pm 0,32$ kg, para a determinação do consumo de ração, consumo de lisina, ganho de peso e a conversão alimentar.

As rações foram pesadas durante periodicamente, durante todo o período experimental enquanto os animais foram pesados, individualmente, no início, aos 21 dias e ao final do período experimental (28 dias), para se determinar o peso aos 21 dias de experimento (P21), o peso final (PF), o ganho de peso diário (GPD), a conversão alimentar (CA), o consumo de ração diário (CRD) e o consumo de lisina digestível diário (CLD).

Tabela 1. Composição centesimal e valores nutricionais calculados das dietas experimentais

	Níveis de lisina				
	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65
Milho grão	24,467	24,467	24,467	24,467	24,467
Soja farelo 45%	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Milho Pré-cozido	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Soro leite em pó	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Leite integral pó	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
F. Peixe 65%	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma	2,639	2,639	2,639	2,639	2,639
Amido	1,300	1,094	0,842	0,532	0,186
Fosfato bicálcico	2,002	2,002	2,002	2,002	2,002
A. fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Premix vitamínico	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Florfenicol	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Colistina Sulf. 80%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Mineral-suíno	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cobre S. 25%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
O. Zinco	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Edulcorante	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Lisina –HCL	0,000	0,127	0,255	0,382	0,510
DL-Metionina	0,000	0,034	0,091	0,145	0,200
L-Treonina	0,000	0,045	0,112	0,182	0,253
L-Triptofano	0,000	0,000	0,000	0,011	0,028
L-Valina	0,000	0,000	0,000	0,048	0,118
Isoleucina	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Nutricionais Calculados (%na MN), segundo Rostagno (2005)					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467
Proteína Bruta (%)	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
Cálcio (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo Disponível	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Lisina Total (%)	1,25	1,35	1,45	1,55	1,65
Met + Cis Total (%)	0,708	0,756	0,812	0,856	0,924
Treonina Total (%)	0,861	0,928	0,997	1,066	1,135

¹ **Níveis de garantia (por kg do produto):** Biotina 16,5600 mg; Vitamina E 10.500,000 mg; Piridoxina 700,000 mg; Vitamina K₃ 2.800,000 mg; Colina 126,0000 g; Niacina 13.650,0000 mg; Acido Pantotenico 7.350,0000 mg; Vitamina A 2.800,0000 ui/kg; Tiamina 700,0000mg; Vitamina B₁₂ 11.550,0000 mcg; Vitamina D₃ 1.050,0000 ui/kg; Acido Fólico 420,0000 mg; Riboflavina 2.100,0000 mg; Selênio 136,5000mg; Antioxidante 1.500,0000 mg.

² **Níveis de garantia (por kg do produto):** Cálcio 98.800 mg; Cobalto 185 mg; Cobre 15.750 mg; Ferro 26.250 mg; Iodo 1.470 mg; Manganês 41.850 mg; Zinco 77.999 mg.

2.5 Procedimentos de abate e análises de carcaça

No final do experimento, um animal, com o peso médio da baia, de cada unidade experimental, foi abatido após o jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram

insensibilizados, abatidos por sangria, depilados com lança-chamas e faca e imediatamente eviscerados. As vísceras e o sangue foram descartados. As carcaças inteiras incluindo os pés e a cabeça foram pesadas e cerradas ao meio. A metade esquerda de cada carcaça, com a cauda, foi pesada e armazenada em freezer a -12°C.

As meias carcaças foram trituradas, por 20 minutos, em “CUTTER” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras de aproximadamente 1,0 kg que foram estocadas em freezer a -12 °C, para posteriores análises.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça dos animais, as amostras foram submetidas inicialmente a uma pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60 °C, por 72 horas, seguida de um pré-desengorduramento a quente por vinte e quatro horas, em extrator tipo SOXHLET. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram, então, moídas em moinho de panela, acondicionadas em recipientes adequados para análises posteriores. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retirada durante o preparo das amostras.

A taxa de deposição de carne e gordura nas carcaças foi calculada comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no final do período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes das rações e das carcaças foram realizadas de acordo com o método descrito por Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal da empresa Nutron Alimentos Ltda.

2.6 Análises estatísticas

As variáveis de desempenho, a composição de carcaça e as taxas de deposição de proteína e gordura nas carcaças foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genéticas - SAEG (UFV, 2000).

As estimativas de exigência de lisina total foram determinadas por análises de regressão. Para determinação da exigência de lisina digestível, foi considerado o coeficiente de digestibilidade verdadeiro (CDV) da lisina obtido por Fontes *et al.*, (2000).

Para análise de cortisol e proteína C reativa, que estavam distribuídas em blocos inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas, também foram submetidas à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genéticas - SAEG (UFV, 2000), havendo estudo das concentrações por tratamento, tempo e possível interação entre estes parâmetros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ativação do sistema imune e desempenho

As temperaturas, mínimas e máximas, registradas durante o período experimental foram, respectivamente, 23°C e 30°C.

Não houve interação entre os níveis de lisina e a vacinação dos animais ($P > 0,05$) para todos os parâmetros avaliados. Isso evidencia que animais com ou sem ativação aguda do sistema imune reagem da mesma forma a níveis crescentes de lisina. Isto pode ter ocorrido, pela baixa exigência de proteína para manutenção (6 a 10%) que é alterada após desafios imunológicos, sendo uma possível explicação para a manutenção da exigência de proteína e aminoácidos nos momentos de desafios (VAN HEUTGEN *et al.*, 1994).

Os resultados obtidos para ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de lisina diário (CRD), tinham como variáveis os níveis crescentes de lisina e o grau de ativação do sistema imune, conforme encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e consumo de lisina diário (CLD) em suínos dos 6,0 aos 16,0 kg, em função dos níveis de lisina na ração e níveis de ativação do sistema imune.

		Níveis de Lisina (%)						
		1,25	1,35	1,45	1,55	1,65	MÉDIA	CV
CRD (g)	Não Ativado	576	575	583	597	565	579 ^a	7,4
	Ativado	538	552	537	535	534	539 ^b	
	MÉDIA	557	563,5	560	566	549,5		
GPD (g) *	Não Ativado	351	361	380	416	388	379 ^a	5,4
	Ativado	334	360	346	366	367	355 ^b	
	MÉDIA	342,5	360,5	363	391	377,5		
CA (g/g)	** Não Ativado	1,68	1,6	1,53	1,44	1,47	1,54 ^a	6,2
	Ativado	1,62	1,54	1,56	1,44	1,46	1,52 ^a	
	MÉDIA	1,65	1,57	1,54	1,44	1,46		
CLD (g)	*** Não Ativado	7,20	7,76	8,39	9,25	9,32	8,38 ^a	5,6
	Ativado	6,73	7,46	7,79	8,18	8,80	7,79 ^b	
	MÉDIA	6,96	7,61	8,09	8,71	9,06		

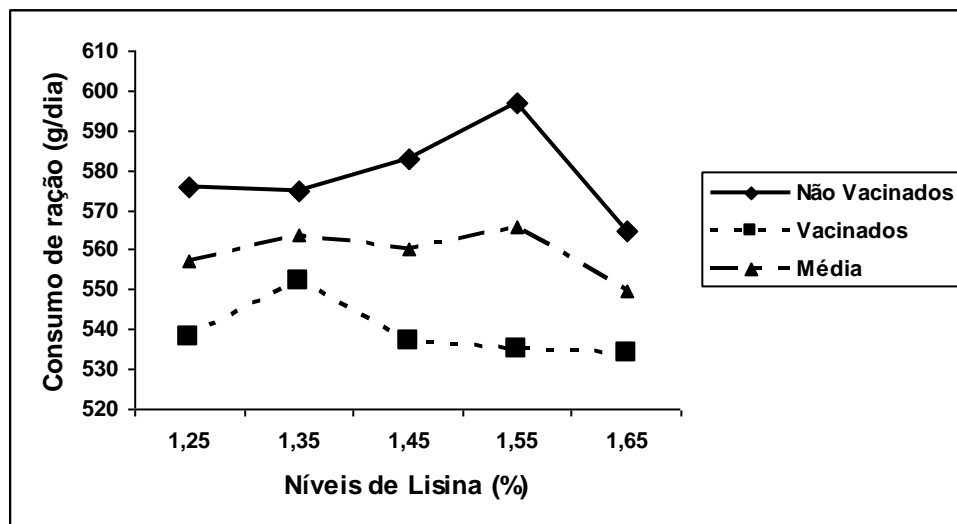
* Efeito linear ($p < 0,01$) - $Y = 0,1485 + 0,1562 X$ ($R^2 = 0,90$)

**Efeito linear ($p < 0,05$) - $Y = 2,33299 - 5,2913 X$ ($R^2 = 0,92$)

*** Efeito linear ($p < 0,01$) - $Y = 0,4154 + 5,2191 X$ ($R^2 = 0,99$)

A ativação do sistema imune levou a um efeito significativo sobre o consumo de ração ($P < 0,01$), de forma irregular, com uma redução de até 14,5% na primeira semana, com 10% nos 15 dias após a estimulação antigênica e 5,6% nos últimos 15 dias do período experimental. Para todo o período a redução foi de 7% (Figura 1). Nessa mesma perspectiva, diferentes trabalhos têm demonstrado os efeitos da ativação do sistema imune sobre o desempenho (STAHLY *et al.*, 1994; STAHLY *et al.*, 1995; VAN HEUTGEN *et al.*, 1994; WILLIAMS *et al.*, 1997abc). Estes pesquisadores observaram redução na ordem de 7,8; 12,1; 3,5 e 5,4% no consumo de animais com sistema imune ativado, e no GPD em 18,8; 27,6; 17,8; e 16,6% para os respectivos trabalhos. Van Heugten *et al.* (1996), observaram que a aplicação de lipopolissacarídeos (LPS) em leitões reduziu a ingestão de ração e o ganho de peso.

Figura 1 - Efeito da vacinação sobre o consumo de ração/dia dos seis aos 16 kg.



Alguns pesquisadores têm utilizado a aplicação de LPS (0,5 a 100 $\mu\text{g}/\text{kg}$), como forma de ativação do sistema imune. Sobre esta metodologia deve-se questionar se os resultados obtidos podem ser empregados na rotina dos sistemas de produção uma vez que, variam com a dose utilizada e podem não traduzir a realidade dos estímulos imunológicos sobre os quais os animais são diariamente submetidos. A variação das metodologias de ativação do sistema imune, utilizadas nas diversas pesquisas, pode justificar os diferentes resultados entre trabalhos.

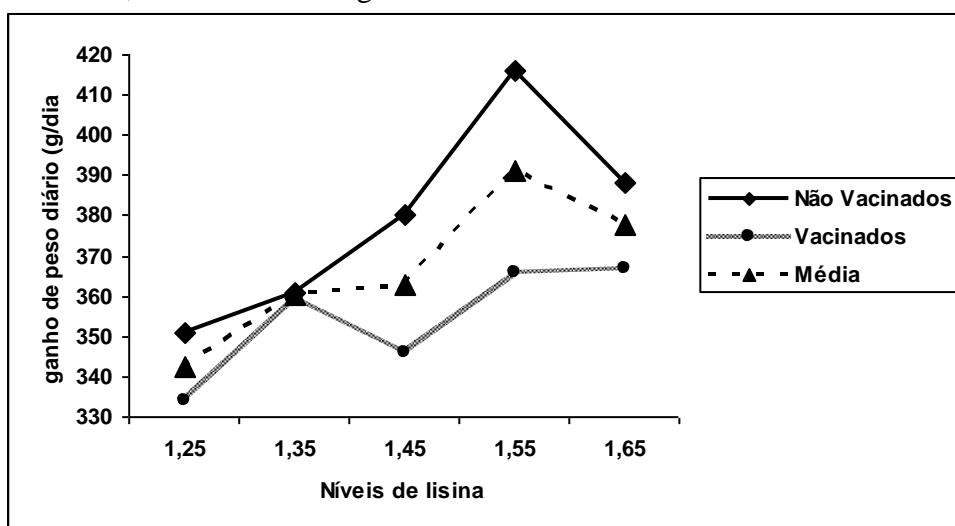
Pesquisas recentes apontam para uma interação entre o sistema neuroendócrino, o crescimento e o sistema imune para um efetivo combate aos agentes infecciosos. Sabe-se que

citocinas como o $TNF\alpha$ e IL-6, bem como o cortisol estão elevados no plasma após o estímulo. Esta interação leva a mudança no comportamento dos animais com uma efetiva redução de consumo, febre e sonolência. Estes animais apresentam ainda uma rápida elevação na concentração plasmática de hormônio do crescimento, seguida da diminuição das ondas pulsáteis deste hormônio. Observa-se ainda redução na concentração de insulina e IGF-I, logo após o estímulo, permanecendo suprimidos por longos períodos. Estes fatores explicam a redução no desempenho de animais imunologicamente desafiados, como os citados na figura 1.

Observou-se efeito da ativação imune sobre o ganho de peso diário (GPD) ($P<0,01$) que reduziu em aproximadamente 7% em relação aos animais não vacinados (figura 1). Pode-se inferir que a diminuição do GPD ocorreu em função da redução proporcional do CRD.

Da mesma forma, diferentes trabalhos têm verificado os efeitos negativos da ativação do sistema imune sobre o desempenho (VAN HEUTGEN *et al.*, 1994; WILLIAMS *et al.*, 1997a; WILLIAMS *et al.*, 1997b; WILLIAMS *et al.*, 1997c). Estes pesquisadores observaram redução de consumo na ordem de 3,5; 7,8; 12,1 e 5,4% no consumo de animais com sistema imune ativado, e de 17,8; 18,8; 27,6 e 16,6% para o GPD respectivamente.

Figura 2 - Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o GPD de leitões vacinados e não vacinados, dos seis aos 16 kg.



Verificou-se que não houve efeito da ativação do sistema imune sobre a conversão alimentar ($P>0,05$); portanto a eficiência alimentar entre animais com sistema imune ativado, por antígenos vacinais, e o grupo controle foi semelhante durante e após o estímulo

imunológico, havendo efeito linear ($p < 0,05$) dos níveis crescentes de lisina sobre este parâmetro.

Resultado semelhante foi observado por Van Heutgen *et al.*, (1994), que estudou o efeito do nível de proteína na dieta sobre o desempenho e resposta imune, não havendo interação entre a resposta imune, nível de proteína na dieta e desempenho dos animais após o desmame. Por outro lado Stahly *et al.*, (1994); Stahly *et al.*, (1995); Van Heugten *et al.*, (1996); Willians *et al.*, (1997) verificaram efeito significativo da estimulação do sistema imune sobre a conversão alimentar dos suínos.

Webel *et al.*, (1998), trabalhando com estimulação imunológica em frangos de corte, através da injeção de LPS com 0, 100 e 400 $\mu\text{g}/\text{dia}$ e diferentes níveis de lisina, observaram uma redução no GPD e CRD, enquanto a taxa de deposição de proteína (TDP)/dia foi linear para os níveis crescentes de lisina, não sendo afetada pelas diferentes doses de LPS. Concluíram que animais estimulados e não estimulados imunologicamente tem a mesma TDP e exigência de lisina na dieta, sendo esta última afetada apenas em valores absolutos.

Entretanto, em uma série de ensaios, Williams *et al.*, (1997a,b,c) obtiveram diversas informações relativas ao impacto da ativação crônica do sistema imune sobre a composição do crescimento, exigências nutricionais de aminoácidos e características de carcaça em suínos. Nesses ensaios, a ativação crônica do sistema imune reproduziu condições comerciais de produção e o impacto no sistema imune foi efetivamente medido através das concentrações séricas de AGP (proteína hepática de fase aguda) e da análise das populações linfocitárias no sangue. Diversos níveis de lisina foram avaliados nos grupos com alta ou baixa ativação crônica do sistema imune.

Estes pesquisadores trabalharam com níveis crescentes de lisina total nas dietas (0,6; 0,9; 1,2 e 1,5%) para leitões dos seis aos 27 kg, observando efeito significativo da ativação imune sobre o ganho de peso diário e a eficiência alimentar ($p < 0,01$), sendo que também foi significativo o efeito sobre o consumo de ração ($p < 0,09$). Houve ainda, interação significativa entre nível de lisina e nível de ativação do sistema imune sobre o ganho de peso ($p < 0,01$) e a eficiência alimentar ($p < 0,07$). Essa interação entre sistema imune e nível de lisina evidenciou que animais com alta ou baixa ativação crônica do sistema imune reagem diferentemente a níveis crescentes de lisina. Os suínos com baixa ativação crônica responderam positivamente a maiores níveis de lisina (1,50% de Lis, com ingestão diária de 14,7 g) do que aqueles necessários para maximizar a resposta zootécnica dos suínos com alta ativação imune crônica (1,20% de Lis, com 8,8 g de ingestão diária).

A ação da rede citocínica, desencadeada pela ativação do sistema imune, é o principal fator determinante do catabolismo observado no tecido muscular (DRITZ *et al.*, 1996; WEBEL *et al.*, 1997; WILLIAMS *et al.*, 1997a,b,c; BAKER *et al.*, 1999). Esse catabolismo muscular libera aminoácidos para a síntese acelerada de proteínas de fase aguda e de outros componentes da resposta imune. Como a exigência dietética de aminoácidos é resultado do potencial de deposição protéica diária, Baker *et al.*, (1999) concluíram que a ativação imune reduz as exigências de ingestão diária de alguns desses aminoácidos, como a lisina.

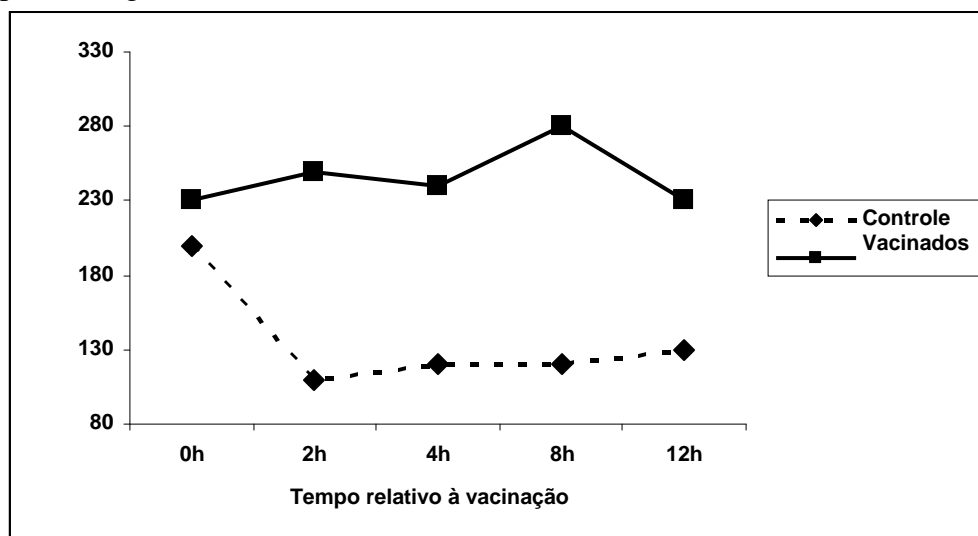
Estas diferenças de resultados podem ser explicadas pelas metodologias utilizadas na ativação do sistema imune e no método de formulação para determinação dos diferentes níveis de lisina na dieta. Nos trabalhos de Williams *et al.*, (1997abc) utilizou-se a ativação crônica do sistema imune, com aumento da pressão de infecção e os diferentes níveis de lisina foram obtidos, através de diferentes inclusões de farelo de soja na dieta, levando aos diferentes níveis de proteína bruta e ficando algumas das dietas deficientes deste nutriente.

Outro importante fator é que os animais, aqui utilizados, foram estimulados de forma aguda através de vacinação contra pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) e *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Entretanto, não houve como evitar uma estimulação crônica diária já que eram expostos aos desafios, de forma contínua e crescente, pelo aumento da pressão de infecção. Esta ativação crônica possivelmente, pode explicar a não diferença de exigência de lisina entre os dois níveis de estimulação (vacinados e não vacinados), havendo um nivelamento imunológico ao final do experimento.

3.2 Concentração plasmática de cortisol e proteína C reativa

A concentração plasmática de cortisol apresentou-se elevada no tempo 0 (antes da vacinação). A alta concentração de cortisol pode ter ocorrido devido ao estresse provocado pelo desmame e transporte entre os dois sítios de produção. Nos demais tempos, para os animais não vacinados, houve redução significativa na concentração plasmática de cortisol ($P < 0,01$), com elevação para os animais vacinados, havendo interação entre a aplicação e o tempo de coleta (Figura 3).

Figura 3 – Efeito da primeira vacinação sobre a concentração plasmática média de cortisol no plasma (ng/ml).



Wright *et al.* (2000) também estimulando o sistema imune, mas através da aplicação de LPS observou redução no consumo, e ativação do hipotálamo-hipófise-adrenal, com significativo aumento no nível de cortisol plasmático ($160,9 \pm 6,8$ versus $25,2 \pm 6,3$ ng/ml), que alcançou pico duas horas após a aplicação, permanecendo elevado por até 12 horas. Neste trabalho não houve significância estatística, entre os tratamentos, para a dosagem de haptoglobina. Resultados semelhantes foram observados por Webel *et al.* (1997a) com a estimulação do sistema imune pela aplicação de TNF- α , IL-6 e cortisol.

Ainda estudando o efeito da aplicação de LPS em suínos, Webel *et al.* (1997b) observaram aumento de dez vezes na concentração de TNF- α em até 2 h após o estímulo, permanecendo elevado por até 4 h. Nestes mesmos animais a IL-6 se elevou nas mesmas 2 h após o estímulo, alcançando um pico de até 200 vezes superiores à concentração basal. O cortisol aumentou nos diferentes tempos após o estímulo. Estas modificações resultaram numa degradação protéica duas a três vezes superiores ao grupo controle.

A concentração de cortisol diferiu estatisticamente entre o grupo vacinado e o controle ao longo do tempo. Observou-se uma elevação já duas horas após a vacinação, permanecendo durante todas as coletas. A concentração no T0 não diferiu entre os tratamentos indicando a mesma condição de estresse ao desmame, entre os animais vacinados e não vacinados no T0 (tabela 3).

Após a vacinação houve uma elevação na concentração de cortisol permanecendo elevada durante todo tempo avaliado. Os animais que receberam a injeção de solução salina apresentaram uma concentração de cortisol inferior ($P > 0,01$) aos vacinados.

Tabela 3. Concentração média plasmática de cortisol (ng/ml) em suínos injetados com solução salina e vacinados.

Tratamento	Tempo relativo à vacinação					
	0h	2h	4h	8h	12h	Média
Controle	200aA	110aB	120aB	120aB	130aB	136aB
Vacinados	230aA	250bA	240bA	280bA	230bA	246bA

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna são diferentes, pelo teste SNK(P<0,05).

Médias seguidas de letras maiúscula distintas na linha são diferentes, pelo teste SNK (P<0,05).

Do mesmo modo, mas trabalhando com frangos de corte, Webel *et al.*, (1998) estimularam o sistema imune com múltiplas injeções de LPS, reduzindo a performance e diminuindo a quantidade absoluta de aminoácidos para máxima performance. Os autores concluíram que ocorre a redução na capacidade de deposição protéica, não pela mudança na utilização de aminoácidos, mas pela redução significativa no consumo resultado da liberação de citocinas que levam anorexia e febre. Desta forma, a concentração de lisina para máximo desempenho, é afetada pela estimulação imunológica proporcionalmente a diminuição de aminoácidos ingeridos pelos animais estimulados.

O padrão descrito para aumento na concentração plasmática de proteína C reativa (PCR) 24 h após o estímulo pode ser evidenciado no grupo vacinado, mas no tempo subsequente há uma elevação na concentração de PCR no grupo de animais não vacinados. Para os demais períodos avaliados observa-se o padrão já descritos, com a concentração de PCR se mantendo elevada até às 96h, última coleta.

Tabela 4. Concentração média plasmática de proteína C reativa ($\mu\text{g/ml}$), em suínos injetados com solução salina e vacinados.

Tratamento	Tempo relativo à vacinação					
	0h	24h	48h	72h	96h	Média
Controle	306	298	355	334	351	328,8A
Vacinados	347	373	339	358	399	363,2B

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna são diferentes, pelo teste SNK(P<0,05).

Médias seguidas de letras maiúscula distintas na linha são diferentes, pelo teste SNK(P<0,05).

A concentração plasmática de proteína C reativa (PCR) apresentou-se elevada durante todo o período experimental e diferiu entre os animais vacinados e não vacinados. Analisando estas concentrações, observa-se que independente dos animais terem sido vacinados apresentaram uma elevada concentração inicial de cortisol e PCR, quando

comparados com as concentrações citadas como basais pela literatura. Esta concentração se manteve durante todo o período e foi mais elevada ($P < 0,05$) nos animais vacinados.

Sabe-se que a PCR é a principal proteína de fase aguda no homem e suíno, e tem sido utilizada em diversas pesquisas com marcador do “status” de saúde. Nos humanos, tem sido utilizada para diferenciar infecções virais de bacterianas, tendo como exemplo a meningite bacteriana que resulta numa elevação significativa de PCR. Em suínos, na verificação de diferentes “status” sanitários entre rebanhos, observa-se que a concentração de PCR é significativamente mais alta em rebanhos com alto desafio sanitário, $252.93 \pm 11.62 \mu\text{g/mL}$ quando comparados aos rebanhos com baixo desafio, sendo nestes de $84.88 \pm 2.61 \mu\text{g/mL}$ (FRANEK; BILKEI, 2004).

Moya *et al.*, 2005 observaram que leitões ao desmame apresentam $13,91 \pm 3,72 \mu\text{g/ml}$ e $338,95 \pm 52,65 \text{ ng/ml}$ com concentração plasmática de PCR e cortisol, respectivamente. Estes mesmos pesquisadores observaram que os leitões sobre condição de estresse, estas concentrações atingiram picos de $229.47 \mu\text{g/ml}$ para PCR e $495,56 \text{ ng/ml}$ de cortisol.

Desta forma, verificou-se que os dois grupos (vacinados e não vacinados), aqui utilizados, apresentavam-se sob estimulação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, com produção de ACTH e alta secreção de cortisol e conseqüente aumento na concentração de PCR.

Este aumento pode ser explicado pela correção positiva entre o aumento na concentração de cortisol e a concentração plasmática de PCR, estando inversamente correlacionada com o desempenho dos animais, sugerindo que a ativação da resposta imune celular influencia negativamente a taxa de crescimento dos animais (ECKERSALL, 2000).

Enfim, pode-se observar que a concentração de PCR encontrada no experimento, em todas as fases, foi superior à citada como padrão para os rebanhos com alto desafio sanitário, indicando que independente da vacinação, os animais apresentavam-se sob constante estimulação imunológica, pelos agentes patogênicos presentes na granja.

3.3 Níveis de lisina e desempenho

Os níveis lisina total das dietas influenciaram o GPD dos suínos ($P < 0,05$), que aumentou de maneira linear. No entanto, o modelo descontínuo linear *response plateau* foi o

que melhor se ajustou aos dados, estimando em 1,49% o nível de lisina total na ração, a partir do qual o ganho de peso diário permaneceu em um platô.

Donzele *et al.*, (1992a) e Trindade Neto *et al.*, (2000), trabalhando com níveis de lisina total entre 0,8 a 1,4%; 0,85 a 1,25% respectivamente, para leitões de ambos os sexos, dos cinco aos 15 kg, também observaram que o ganho de peso diário aumentou de forma linear ($P < 0,01$) com o aumento do nível de lisina na ração. Braumann e Bilkei (2002) trabalhando com níveis crescentes de lisina (1,0; 1,3; 1,6 e 1,9%), observaram que 1,6% de lisina total como a maior taxa de ganho de peso.

Esse resultado está de acordo com o obtido por Stahly *et al.* (1994), que avaliando níveis de lisina total (0,6 a 1,8%), para suínos machos castrados de seis a 25 kg, também observaram variação linear no GPD dos animais.

Ao elevar a concentração de lisina na dieta, Trindade Neto *et al.*, (2004), observaram o aumento linear ($P < 0,08$) no GPD. As médias de ganho, ajustadas pela equação de regressão, seriam: 345,0; 359,0; 373,0 e 387,0 g/dia, respectivamente, para os níveis de lisina total (1,30; 1,40; 1,50 e 1,60%) estudados, sugerindo uma maior eficiência na utilização da dieta, caracterizada pela melhora linear ($P < 0,03$) da conversão alimentar. Considerando o desempenho ponderal dos leitões, os efeitos lineares observados mostram que os leitões respondem favoravelmente até o nível 1,60% de lisina total na dieta, uma vez mantidas as relações entre os principais aminoácidos.

Nunes *et al.*, (2008) trabalhando com níveis crescentes de lisina digestível (1,06; 1,16; 1,26; 1,36 e 1,46%) observaram efeito significativo sobre o GPD de maneira linear, mas com apenas 5 g de ganho adicional quando passaram de 1,36 para 1,46% de lisina digestível na dieta, concluindo-se que 1,36% de lisina digestível atendeu às exigências dos animais para maior ganho de peso.

Entretanto, Barbosa *et al.*, (1985), avaliando níveis de lisina total (0,7 a 1,2%), para leitões machos e fêmeas dos 5 aos 15 kg não observaram efeito significativo dos tratamentos sobre o ganho de peso diário dos animais. Do mesmo modo, Lepine *et al.*; (1991), avaliando níveis de lisina (1,1; 1,2; 1,3; 1,4 e 1,5% de lisina) para leitões machos e fêmeas, não observaram diferenças de ganho de peso diário nos primeiros 21 dias após o desmame.

Segundo Moreira *et al.*, (2003) os níveis de lisina também não influenciaram o GPD, apenas observou-se efeito quadrático sobre a CA e CRD, sendo o nível de 1,55% de lisina total, apontado como exigência. É importante observar, que na avaliação da composição das carcaças, não houve efeito sobre a porcentagem de proteína e na taxa de deposição de

proteína na carcaça, o que poderia explicar a ausência de efeito, dos níveis de lisina sobre o GPD, já que em animais entre seis e 15 kg de peso vivo, geneticamente selecionados para deposição protéica, há correlação entre a deposição de carne magra e o GPD.

As diferenças observadas entre os trabalhos, para ganho de peso diário, podem estar relacionadas com a linhagem utilizada, temperatura ambiente e o padrão sanitário, entre outros. Williams *et al.*, (1997) e Baumann; Bilkei (2002) relatam que a ativação permanente ou temporária do sistema imunológico dos leitões pode afetar as exigências de aminoácidos e de outros nutrientes.

Os níveis de lisina aqui estudados não influenciaram o consumo diário de ração (CRD), que foi em média, 579 g e 539 respectivamente para os grupos não ativados e ativados imunologicamente. Por não ter ocorrido variação no CRD dos animais entre os tratamentos, foi constatado aumento linear ($P < 0,01$) no consumo de lisina diário (CLD) em função do aumento dos níveis de lisina na dieta (figura 4).

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Nunes *et al.* (2008), Trindade e Neto *et al.* (2000), Davis *et al.*, (1996) e Lepine *et al.*, (1991). Entretanto outras pesquisas têm apontado para efeito significativo de diferentes níveis de lisina sobre o consumo diário de ração (SILVA *et al.*, 2000; MOREIRA *et al.*, 2003).

Também Oliveira (2004), não observou efeito significativo dos níveis crescentes de lisina sobre o consumo de ração diário (CRD). Resultado semelhante aos observados por Kendall *et al.* (2003), Merino *et al.* (2003), James *et al.* (2002) e Kendall *et al.* (2002), trabalhando com leitões na fase inicial de desenvolvimento.

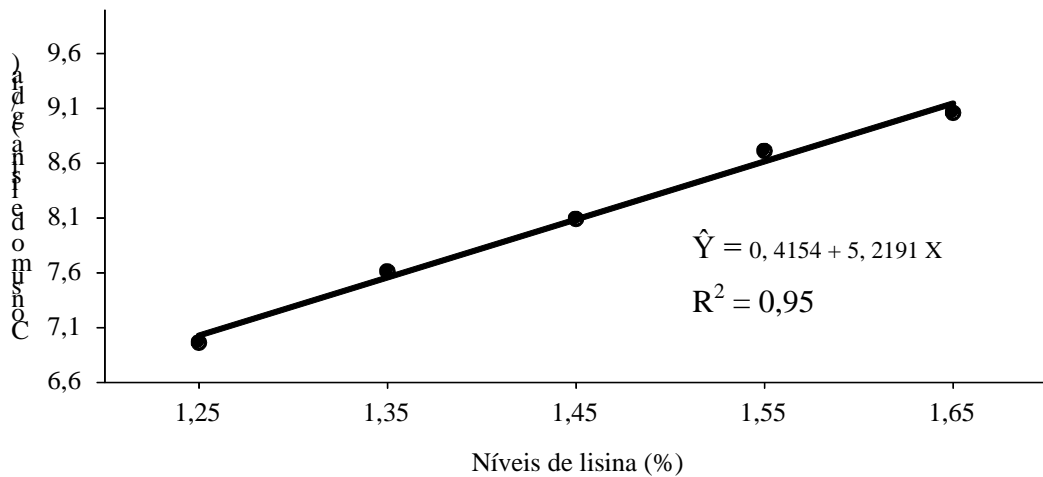
Por outro lado, autores como James *et al.* (2002), Ferguson *et al.* (2000) e Fontes (1999), verificaram redução linear no CRD de suínos machos castrados, machos inteiros e fêmeas, respectivamente, na fase inicial de crescimento.

Alguns trabalhos mostraram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo de ração diário (CRD). Baumann; Bilkei (2002) e Moreira *et al.*, (2003) observaram efeito quadrático com o consumo diminuindo até o nível de 1,6 e 1,55% de lisina total, respectivamente. Silva *et al.*, (2000), encontraram efeito linear decrescente dos níveis de lisina sobre o consumo de ração diário. Por outro lado, Barbosa *et al.*, (1985), Lepine *et al.*, (1991), Donzele *et al.*, (1992a) e Silva *et al.*, (2000), não encontraram efeito dos níveis de lisina sobre o consumo de ração diário.

O excesso de aminoácidos na dieta reduz a energia disponível para crescimento já que, parte desta é utilizada na degradação de produtos nitrogenados o que pode levar a

redução no consumo e desempenho. A ausência de redução no consumo pode ser explicada pela proximidade entre o maior nível de lisina investigado e a exigência estabelecida para melhor CA, 1,65 e 1,60% respectivamente.

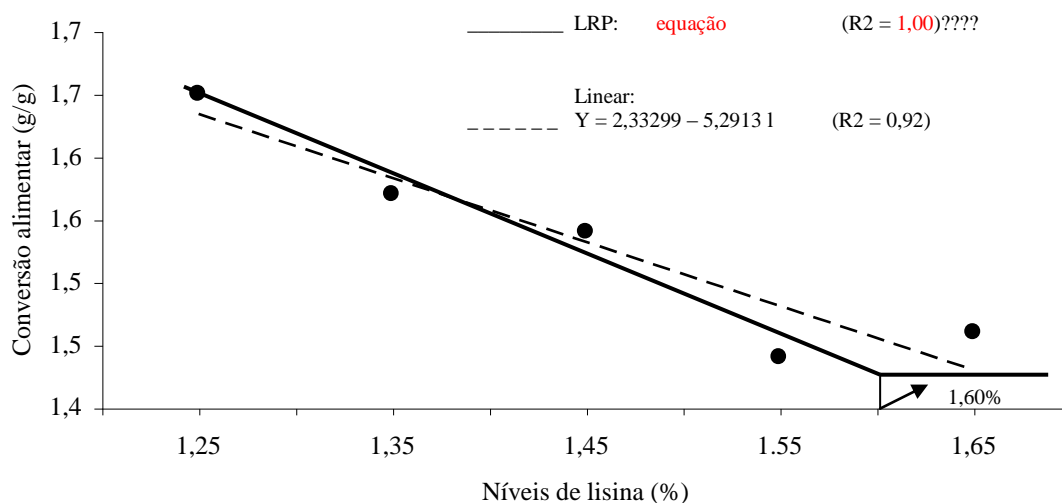
Figura 4 - Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o consumo de lisina diário



A ausência de efeito dos níveis crescentes de lisina sobre o consumo pode ser explicado também pelas diferentes metodologias empregadas nos experimentos e ainda pelas temperaturas nas quais os animais estão alojados. Estes fatores muitas vezes definem o padrão de consumo dos animais. Sabe-se que a utilização de dietas isocalóricas permite uma padronização do consumo dos animais.

Os níveis de lisina total das dietas influenciaram a conversão alimentar (CA) dos suínos ($P < 0,05$), que aumentou de maneira linear. No entanto, o modelo descontínuo linear response plateau foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 1,60% (0,461%/Mcal de EM) o nível de lisina total ou 1,41% (0,406%/Mcal de EM) de lisina digestível na ração, a partir do qual a CA permaneceu em um platô. Neste nível de lisina o consumo de lisina diário estimado foi de 8,88 gramas.

Figura 5 - Efeito dos níveis de lisina da ração sobre a conversão alimentar



Este resultado foi semelhante ao relatado por Moreira *et al.*, (2003) que encontrou efeito quadrático dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar (CA) que melhorou até o nível de 1,56% (0,452%/Mcal de EM) de lisina total ou 1,38% (0,400%/Mcal de EM) de lisina digestível, correspondendo ao consumo estimado de lisina total, de 8,46g/dia. Silva *et al.*, (2000) e Baumann; Bilkei (2002), que trabalhando com leitões dos seis aos 15kg, observaram respectivamente, as melhores CA nos níveis de 1,55 e 1,6% de lisina.

Moita (1994), estudando diferentes níveis de lisina total para leitões dos 12 aos 28 dias, observou efeito quadrático sobre o GPD e CRD, com 1,52; 1,50% os pontos de melhor resultado para estas variáveis. As taxas de deposição de proteína e gordura na carcaça, comportaram-se de forma linear, com uma exigência de 1,65 e 1,54%, respectivamente, sendo a exigência média de lisina total 1,57%, estabelecida neste trabalho como exigência.

Nunes *et al.*, (2008) encontraram efeito quadrático para conversão alimentar até o nível de 1,41% de lisina digestível, correspondente a um consumo diário de 5,68 g de lisina digestível. A deposição de proteína na carcaça aumentou linearmente e em valores absolutos maximizou em 1,36% de lisina digestível.

A diferença no consumo de lisina dia, para melhor desempenho, 8,88 g/dia, neste trabalho e 5,68 g /dia, observados por Nunes *et al.*, (2008), pode ser explicada pelo CRD (559 g/dia versus 441 g/dia) e GPD (367 g/dia versus 302 g/dia) respectivamente.

Entretanto, Barbosa *et al.*, (1985) avaliando níveis de lisina total (0,7 a 1,2%), e Donzele *et al.*, (1992a), obtiveram os melhores resultados de conversão alimentar nos níveis de lisina total respectivamente de 1,09 e 1,14 %, o que provavelmente se deve a baixa

capacidade de deposição de carne magra dos animais utilizados no experimento. Já Trindade Neto *et al.*, (2000), e Silva *et al.*,(2000), encontraram efeito linear dos níveis de lisina sobre a conversão alimentar.

Observou-se que no nível de lisina total (1,60%) que resultou em melhor CA, a relação lisina:proteína correspondeu a 8,1, sendo superior aos valores de 7,2 e de 6,7 obtidos por Moreira *et al.*, (2003) e Donzele *et al.* (1992), para leitões de 5 a 15 kg. Por outro lado, este valor está próximo àqueles de 7,7 preconizado por AEC (1987) e de 8,8 obtido por Braumann; Bilkei (2002).

Por outro lado Oliveira (2004), não observou variação significativa na CA, pode observar que ocorreu melhora de 28% nos valores absolutos de CA entre os níveis de 0,80 e 1,10%, a partir do qual ocorreu redução. O melhor valor de CA, até o nível de 1,10% de lisina digestível (0,32% Lis/Mcal de ED), correspondente a um consumo estimado de 11,73 g/dia de lisina, estaria indicando possível modificação na composição do ganho, com aumento na deposição de proteína e redução na deposição de gordura.

3.4 Níveis de lisina e composição das carcaças

Os resultados da composição química e das deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados de seis a 16 kg, de acordo com o nível de lisina da ração e grau de ativação do sistema imune, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Composição, taxas de proteína na carcaça de leitões dos seis aos 16 kg, em função dos níveis de lisina da ração e ativação do sistema imune.

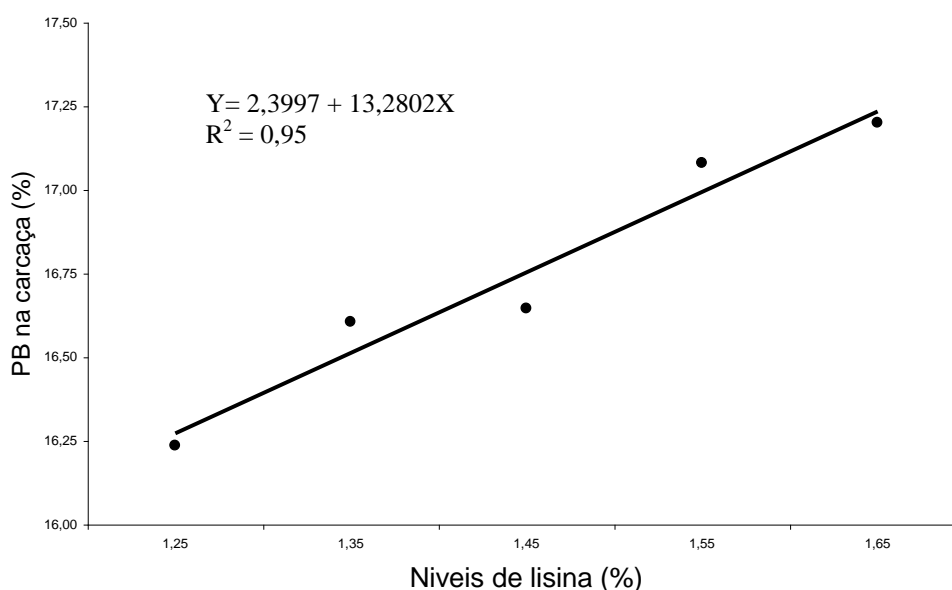
Parâmetros		Níveis de Lisina (%)					MÉDIA	CV
		1,25	1,35	1,45	1,55	1,65		
		Composição de carcaça (%)						
Água	Não Ativado	63,4	64,84	64,26	62,98	64,77	64,05	4,49
	Ativado	63,49	63,46	61,72	61,72	65,7	63,22	
	MÉDIA	63,45	64,15	62,99	62,35	65,24		
Proteína*	Não Ativado	15,95	16,67	16,74	17,20	16,97	16,71	4,2
	Ativado	16,52	16,54	16,55	16,96	17,43	16,80	
	MÉDIA	16,24	16,61	16,65	17,08	17,20		
		Taxa de deposição na carcaça (g/dia)						
Proteína**	Não Ativado	50,41	55,63	59,19	68,07	61,95	59,05	9,13
	Ativado	50,55	55,05	52,62	58,25	60,99	55,49	
	MÉDIA	50,48	55,34	55,91	63,16	61,47		

* Efeito linear (P<0,05) $Y = 2,3997 + 13,2802 X$ ($R^2 = 0,95$)

**Efeito linear (P<0,05) - $Y = 29,8016 - 14,0642 X$ ($R^2 = 0,85$)

Os níveis de lisina total das dietas influenciaram ($P < 0,05$) a proteína na carcaça dos suínos, que aumentou de maneira linear (Figura 6). No entanto, o modelo descontínuo linear response plateau foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 1,64% (0,473%/Mcal de EM) o nível de lisina total ou 1,44% (0,415%/Mcal de EM) de lisina digestível na ração, a partir do qual a PB (%) permaneceu em um platô. Neste nível de lisina o consumo de lisina diário estimado foi de 9,16 gramas.

Figura 6 - Efeito dos níveis de lisina da ração sobre o percentual de PB na carcaça.



A deposição de proteína diária (DPD) foi afetada de forma linear pelos níveis crescentes de lisina (Figura 7). Entretanto, o modelo descontínuo linear response plateau foi o que melhor se ajustou aos dados estimando uma exigência de 1,54% de lisina total na dieta para máxima deposição de proteína na carcaça.

O valor de lisina digestível estimado para máxima DPD, neste estudo, foi próximo ao nível estimado para os melhores resultados de ganho de peso (1,55%), sendo o mesmo que promoveu os melhores resultados para conversão alimentar dos animais (1,60%). Mostra-se, portanto, coerente já que, o ponto de máxima deposição de proteína na carcaça é, segundo De Lange *et al.* (2001), o ponto no qual o animal atinge a máxima eficiência alimentar.

Os valores de DPD (59,05g/dia) para os animais não vacinados foram inferiores aos apresentados por Moreira (2004) (66,45g/dia), diferença esta que pode ser atribuída às diferentes linhas genéticas utilizadas. Segundo Yang (1999), suínos com elevada capacidade de deposição de carne, têm uma maior exigência de lisina diária e utilizam o alimento de

forma eficiente, produzindo carcaças com máxima deposição de tecido muscular, quando comparados a animais de médio a baixo potencial genético para deposição de carne magra.

Entretanto, Moreira (2004) não observou efeito dos níveis de lisina sobre a taxa de deposição de proteína. Já Trindade Neto *et al.*, (2001) não observaram efeito dos níveis de lisina sobre a DPD.

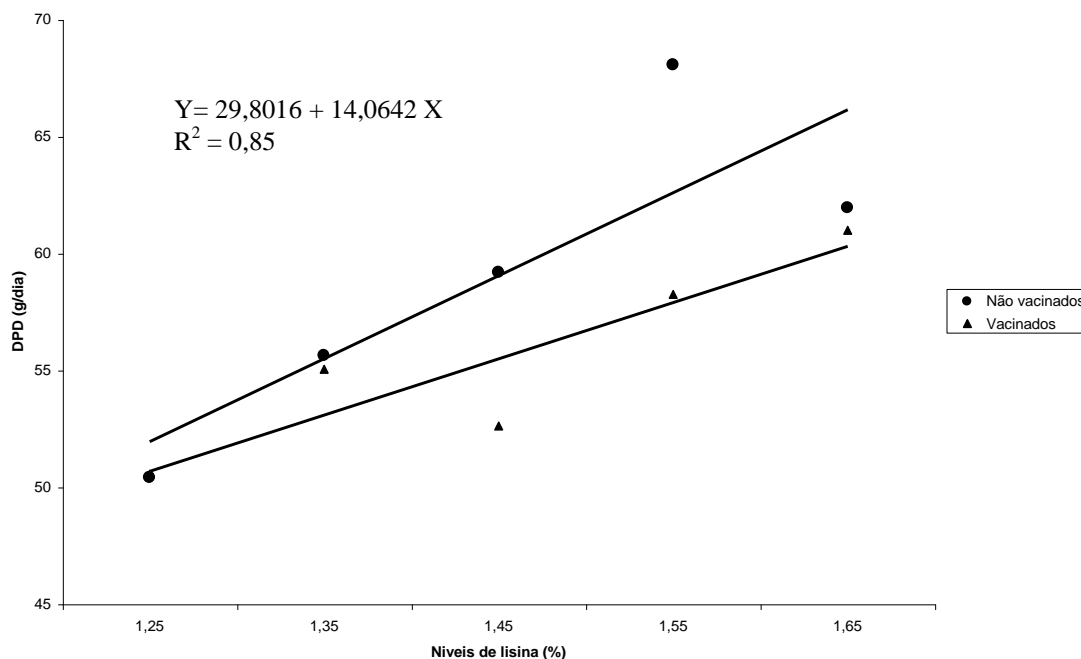
Friesen *et al.* (1996) observaram que o acúmulo protéico depende do consumo diário de lisina acima de determinado nível e as usuais recomendações poderiam estar subestimadas para a máxima deposição protéica na carcaça. Comparando suínos de média e alta deposição protéica, Knabe (1996) observou que os geneticamente melhorados podem atingir 20% de rendimento superior, enquanto o consumo de ração poderá reduzir em torno de 9%. Os estudos de Tuitoeck *et al.* (1997) confirmaram a lisina como fator determinante na taxa de deposição da proteína corporal em suínos na fase de crescimento, mas a eficiência de utilização do aminoácido pode reduzir com o aumento do peso vivo.

Associando os resultados de deposição de proteína na carcaça com os de GPD, pode-se inferir que o aumento linear do GPD resultou do aumento linear da DPD.

Observa-se que houve efeito da ativação do sistema imune sobre a DPD. A ativação do sistema imune, através da vacinação dos animais, levou a uma redução na DPD com os animais vacinados depositando em média, menos 3,56g de proteína/dia, que os não vacinados (figura 7).

Sabe-se que a ativação do sistema imune altera a partição de nutrientes do crescimento e agregação muscular para processos metabólicos que dão suporte a resposta imune e doença. Estas alterações implicam na diminuição da deposição muscular, com aumento na taxa de degradação protéica, aumento na taxa do metabolismo levando a um maior dispêndio energético, utilização dos aminoácidos para gliconeogênese e como fonte de energia, síntese de proteína de fase aguda, redistribuição de ferro, zinco e cobre para síntese hepática de metalotionina, ferritina e ceruloplasmina e liberação de insulina, glucagon e corticosteróide (KLASING; JOHNSTONE, 1991).

Figura 7 – Efeito dos níveis de lisina da ração e ativação do sistema imune sobre o conteúdo de proteína na carcaça de leitões, dos 6 aos 16 kg



Williams *et al.*, 1997 a, observaram que a ativação do sistema imune alterou a proporção proteína: lipídeo na carcaça. O percentual de água e proteína na carcaça aumentaram com aumento da concentração de lisina. Os animais com menor ativação do sistema imune tiveram 1,5% de lisina na ração como exigência sendo 14,7 g/dia e os animais com alta ativação do sistema imune 1,20% de lisina na dieta e 8,8 g/dia, resultados diferentes aos encontrados nesta pesquisa uma vez que, a ativação do sistema imune não afetou o percentual de lisina na dieta mas, apenas em valores absolutos, por uma menor ingestão dos animais estimulados imunologicamente, sendo de 9,26 e 8,62g/dia para não vacinados e vacinados respectivamente.

Estes mesmos pesquisadores, observaram que leitões dos 6 aos 27 kg em condições imunológicas satisfatórias, apresentaram maiores teores de proteína e água e menores teores de lipídeos na carcaça, quando comparados com aqueles sob desafio sanitário.

O percentual de gordura da carcaça dos animais não foi afetado ($P > 0,05$) pelos níveis crescentes de lisina. Desta forma, como a porcentagem de gordura da carcaça dos animais não foi diferente entre os tratamentos, a deposição de gordura diária (DGD) na carcaça dos animais variou conforme o ganho de peso dos animais.

Não se observou efeito ($P > 0,10$) dos tratamentos sobre a porcentagem de água na carcaça, o que não se esperava uma vez que, há uma maior percentual de água no músculo

que na gordura, como os animais responderam de maneira crescente e linear ao aumento no nível de lisina, para DPD e PB.

Entretanto, um estudo com leitões machos castrados e fêmeas, com $5,5 \pm 0,21$ kg para determinar a melhor concentração de lisina (1,16 a 1,46%) até os $11,9 \pm 0,35$ kg (fase inicial-1) e os efeitos subseqüentes até os 19,0 kg. As respostas para acúmulo protéico e água da carcaça e do corpo vazio foram ascendentes com o aumento de lisina, caracterizando a maior eficiência na utilização e direcionamento do nutriente para a síntese protéica da musculatura esquelética (TRINDADE NETO *et al.*, 2004).

Estes pesquisadores observaram ainda que a elevação do nível de lisina na dieta propiciou resposta linear ascendente para a quantidade (g) de água e resposta quadrática para a de proteína, que aumentou até o nível estimado de 1,51% (TRINDADE NETO *et al.*, 2004). Aumento da quantidade de água está relacionado à maior síntese protéica e essa, por sua vez, ao maior ritmo no aumento de peso (BONDI, 1988). Durante o crescimento, a síntese protéica destina-se, preferencialmente, à formação muscular em uma relação direta com o teor de água. Na carcaça, a água corresponde a $\frac{3}{4}$ do tecido magro e a proteína, apenas $\frac{1}{4}$ (FULLER; WANG, 1990; CLAUS; WEILER, 1994).

4 CONCLUSÕES

O nível de lisina total de 1,65%, correspondendo a um consumo de lisina diário de 9,04 gramas proporciona os melhores resultados de conversão alimentar e deposição de proteína na carcaça de suínos dos seis aos 16 kg, independente da ativação do sistema imune dos animais. A vacinação dos animais piora o consumo de ração diário e conseqüentemente o ganho de peso diário dos animais, sem alterar a exigência dos animais.

CAPÍTULO 2

EFEITO DE NÍVEIS DE METIONINA + CISTINA E DO GRAU DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SOBRE O DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS SEIS AOS 16 KG

1 INTRODUÇÃO

Os suínos possuem um grande potencial para deposição de carne magra. Entretanto, este potencial pode ser minimizado quando esses animais são expostos a antígenos, resultando em queda de desempenho e de produtividade.

As doenças, assim como o estresse ambiental, geradas por vários fatores como o desmame, desconforto térmico, lotação, conduzem à redução na ingestão voluntária de alimentos e, conseqüentemente, na taxa de crescimento. Existe envolvimento de mediadores protéicos e celulares na modulação da resposta imune e na complexa rede de interações imunofisiológicas, modificando as necessidades de alguns nutrientes (ex: aminoácidos).

As mudanças metabólicas geradas pela ativação do sistema imune resultam num aumento na excreção de nitrogênio resultado de uma significativa alteração do metabolismo protéico. Desta forma, ocorre aumento na degradação muscular, liberação periférica de aminoácidos, aumento na síntese de proteínas de fase aguda no fígado e gliconeogênese.

A exigência de aminoácidos sulfurados pode ser alterada por fatores como nível protéico das dietas, sistema de alimentação, capacidade genética dos animais, relação entre os outros aminoácidos limitantes e saúde dos animais.

No entanto, surge uma importante questão: se a nutrição de animais com sistema imune ativado pode ser compensada com o aumento da densidade dos nutrientes essenciais nas dietas (BAKER; JOHNSON, 1999), já que os aminoácidos sulfurados são majoritários nas proteínas associadas às funções de manutenção, onde representam 4,9% e minoritários nas proteínas musculares, onde representam aproximadamente 1,6%.

Neste contexto, ao contrário da lisina, as exigências dos aminoácidos sulfurados tendem a ser mais elevadas em animais estimulados imunologicamente. Os requerimentos de

aminoácidos sulfurados, particularmente cisteína, estão aumentados durante as enfermidades. Malmezat *et al.* (2000), demonstraram que a síntese de cisteína, a partir de metionina em ratos, aumentou aproximadamente 2,7 vezes dois dias após uma infecção.

Em geral a oxidação da maioria dos aminoácidos aumenta durante os processos inflamatórios, porém o catabolismo de cisteína reduz nestes períodos. Isso indica que a cisteína é preservada para síntese componentes importantes para a proteção contra o estresse oxidativo. A cisteína é utilizada para a síntese de proteína de fase aguda e principalmente para síntese de glutatona. A glutatona é quantitativamente o antioxidante intracelular mais abundante tendo vários papéis importantes, sendo de vital importância na proteção contra o desenvolvimento do estresse oxidativo que acompanha os estados inflamatórios. (LE FLOC`H *et al.*, 2004; OBLED, 2004). Jahoor *et al.*, (1995), demonstraram que suínos infectados com turpentina e alimentados com dietas deficientes em proteínas foram incapazes de manter a concentração de glutatona. A redução do catabolismo de cisteína e o aumento da transulfuração de cisteína a partir de metionina é o mecanismo que provavelmente ajuda a preservar a disponibilidade de cisteína para a síntese de glutatona (MALMEZAT *et al.*; 2000).

Dentre os aminoácidos sintéticos, a metionina + cistina destacam-se como segundo limitante para suínos em crescimento. A metionina exerce importante papel em diversas funções metabólicas por ser o “primer” na síntese protéica (SOLBERG, 1971). Assim em dietas deficientes há um aumento do catabolismo protéico e maior deposição de gordura. Este aminoácido, na forma de S-adenosinacionina é o mais importante doador de radicais metil do organismo, estando envolvido na biossíntese de creatina, carnitina, poliaminas, epinefrina, colina e malatonina (BAKER, 1991). Participando desta forma, do crescimento e desenvolvimento dos animais. A cistina tem função estrutural em muitas proteínas como insulina e imunoglobulinas.

Para atingir o equilíbrio entre estado de saúde e desempenho zootécnico dos animais, têm se intensificado os estudos para estabelecer às exigências nutricionais dos suínos, garantindo uma resposta imune eficiente e um bom desempenho zootécnico.

Desta forma, este estudo teve como objetivo estabelecer a exigência de metionina+cistina para leitões dos 6 aos 16 kg, estudando a influência da vacinação pós demame, sobre o desempenho e composição de carcaça

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e instalações

O experimento foi conduzido numa granja comercial, localizada no município de Patos de Minas, Minas Gerais. Os animais foram alojados em um galpão de alvenaria com piso semi-ripado, coberto com telhas de barro. As baias continham comedouros de alvenaria e bebedouros tipo taça e dispunham de área de 0,26 m²/animal. Foi utilizado termômetro de máxima e mínima colocados no interior dos galpões, para registro diário da temperatura, durante todo o período experimental, dos 21 aos 50 dias de vida. As temperaturas mínimas e máximas do período foram, respectivamente, 24°C e 30°C.

2.2 Animais e delineamento experimental

Foram utilizados 360 leitões, sendo 180 machos castrados e 180 fêmeas, desmamados em média aos 18,8 dias de idade, com peso inicial de $5,43 \pm 1,19$ kg. Os animais foram distribuídos em arranjo fatorial 2x5 sendo dois níveis de ativação do sistema imune (ativado e não ativado), e cinco níveis de metionina + cistina total (0,70; 0,77; 0,85; 0,93; 1,01%) em um delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições e nove animais por unidade experimental. O sexo foi equilibrado entre os tratamentos, mantendo-se o mesmo número de leitões machos castrados e fêmeas por tratamento. No início do experimento, cinco leitões da mesma linhagem, com peso médio de $5,5 \pm 0,1$ kg, foram abatidos para determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

A ativação do sistema imune foi obtida através de vacinação para pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) e *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Estas vacinações foram realizadas em duas doses, aos 20 e 35 dias de vida. Os animais que não foram vacinados, receberam injeções com 2 ml de solução salina. A avaliação da ativação do sistema imune foi determinada a partir da dosagem da concentração plasmática de cortisol e de proteína hepática de fase aguda (proteína C reativa). Essas determinações foram feitas utilizando Kits comerciais.

Ainda, cinco leitões, da mesma linhagem, com peso médio de $5,5 \pm 0,1$ kg, foram abatidos para determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

Portanto, foram 10 tratamentos sendo compostos por cinco níveis de metionina+cistina e animais vacinados e não vacinados.

No fechamento de cada repetição os animais foram pesados de forma individual sendo retirado para abate o animal que se esteja mais próximo da média da baía totalizando 40 animais. Estes foram armazenados em freezer sendo utilizados no fim do experimento para estudo da composição média das carcaças.

2.3 Estudo da ativação imunológica

Para a determinação da concentração plasmática de cortisol, a primeira coleta de sangue foi realizada no chamado T-0 momento anterior à estimulação antigênica vacinal. Após a estimulação do sistema imune foram coletadas amostras de sangue às 2, 4, 8 e 12 horas, em cada tempo de nove animais/tratamento. O sangue coletado foi, em seguida, centrifugado, durante 10 minutos, para retirada do soro, que será estocado em freezer.

Outros 18 animais foram escolhidos aleatoriamente para dosagem de proteína C reativa (PCR). A primeira coleta de sangue realizada no chamado T-0 momento anterior à estimulação antigênica vacinal. Após a estimulação do sistema imune foram coletadas amostras de sangue às 24, 48, 60 e 96 horas em cada tempo, sendo coletadas amostras de 9 animais de cada tratamento. O sangue coletado foi, em seguida, centrifugado, durante 10 minutos, para retirada do soro, que será estocado em freezer.

Estas amostras foram utilizadas na determinação da concentração de proteína hepática de fase aguda (proteína C reativa) e para dosagem de cortisol, servindo como parâmetros indicativos da ativação e não ativação do sistema imune. Para determinação da Proteína C reativa, Cortisol foram utilizados Kits comerciais (Elisa).

2.4 Dietas e manejo alimentar

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências mínimas de suínos na fase pré-inicial de crescimento, de acordo com Rostagno (2005) para todos os nutrientes, exceto lisina, sendo suplementadas com cinco níveis de metionina (0,002; 0,078; 0,153; 0,234; 0,315%) em substituição ao amido.

As rações experimentais, isoenergéticas e isoprotéicas, continham milho moído, farelo de soja, milho pré-cozido, soro de leite em pó, leite integral em pó, açúcar, óleo de soja,

fosfato bicálcico, calcário, sal comum, ácido fumárico, promotor de crescimento, premix vitamínico e mineral e aminoácidos sintéticos (Tabela 1).

As rações experimentais foram produzidas a partir de uma ração basal, formulada de modo a atender às recomendações nutricionais mínimas sugeridas por (ROSTAGNO, 2005), exceto metionina. As outras rações correspondentes aos demais tratamentos experimentais foram obtidas pela suplementação da dieta basal com quatro níveis de metionina + cistina. As dietas foram suplementadas com 1,55% de lisina total e DL-metionina, em substituição ao amido, resultando em rações experimentais em que as relações metionina+cistina:lisina total foram 45; 50; 55; 60 e 65%. As rações foram suplementadas com treonina e triptofano, quando necessário, a fim de manter uma relação ideal com a lisina, respectivamente de 68 e 18 %, conforme preconizado por Rostagno (2005).

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período. As dietas fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas durante o período experimental. No fechamento de cada repetição, os animais foram pesados de forma individual, sendo determinado o consumo de ração diário, o ganho de peso diário e a conversão alimentar.

As rações fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas semanalmente, enquanto os animais foram pesados individualmente, no início, 15 dias depois e no final do período experimental quando atingiram o peso médio de $16,0 \pm 0,32$ kg, para a determinação do consumo de ração, consumo de lisina, ganho de peso e a conversão alimentar.

Enfim, as dietas foram pesadas durante todo o período experimental e os animais foram pesados, individualmente, no início, aos 21 dias e ao final do período experimental (28 dias), permitindo determinar o peso aos 21 dias de experimento (P21), o peso final (PF), o ganho de peso diário (GPD), a conversão alimentar (CA), o consumo de ração diário (CRD) e o consumo de metionina digestível diário (CMD).

Tabela1. Composição centesimal e valores nutricionais calculados das dietas experimentais

Ingredientes	METIONINA + CISTINA				
	0.7	0.77	0.85	0.93	1.01
Milho grão	24,822	24,822	24,822	24,822	24,822
Soja farelo 45%	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Milho Pré-cozido	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Soro leite em pó	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Leite integral pó	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
F. Peixe 65%	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Amido	0,400	0,324	0,249	0,168	0,087
Fosfato bicalcico	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009
Calcário	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
A. fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Vitini-sui	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Florfenicol	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Colistina Sulf. 80%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Min-suino	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cobre S. 25%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Oxido de Zinco	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Edulcorantes	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Lisina –HCL	0,379	0,379	0,379	0,379	0,379
DL-Metionina	0,002	0,078	0,153	0,234	0,315
L-Treonina	0,190	0,190	0,190	0,190	0,190
L-Triptofano	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Total	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Valores Nutricionais Calculados (%na MN) segundo Rostagno et al., (2005)					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3.467	3.467	3.467	3.467	3.467
Proteína Bruta (%)	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
Cálcio (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo Disponível	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Lisina Total (%)	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Met + Cis Total (%)	0.7	0.77	0.85	0.93	1.01
Treonina Total (%)	1,066	1,066	1,066	1,066	1,066

¹ **Níveis de garantia (por kg do produto):** Biotina 16,5600 mg; Vitamina E 10.500,000 mg; Piridoxina 700,000 mg; Vitamina K₃ 2.800,000 mg; Colina 126,0000 g; Niacina 13.650,0000 mg; Acido Pantotenico 7.350,0000 mg; Vitamina A 2.800,0000 ui/kg; Tiamina 700,0000mg; Vitamina B₁₂ 11.550,0000 mcg; Vitamina D₃ 1.050,0000 ui/kg; Acido Fólico 420,0000 mg; Riboflavina 2.100,0000 mg; Selênio 136,5000mg; Antioxidante 1.500,0000 mg.

² **Níveis de garantia (por kg do produto):** Cálcio 98.800 mg; Cobalto 185 mg; Cobre 15.750 mg; Ferro 26.250 mg; Iodo 1.470 mg; Manganês 41.850 mg; Zinco 77.999 mg.

2.5 Procedimento de abate e análises de carcaça

No final do experimento, um animal, com o peso médio da baia, de cada unidade experimental, foi abatido após o jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram insensibilizados, abatidos por sangria, depilados com lança-chamas e faca e imediatamente

eviscerados. As vísceras e o sangue foram descartados. As carcaças inteiras incluindo os pés e a cabeça, foram pesadas e cerradas ao meio. A metade esquerda de cada carcaça, com o rabo, foi pesada e armazenada em freezer a -12°C.

As meias carcaças foram trituradas, por 20 minutos, em “CUTTER” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras de 1,0 kg que foram estocadas em freezer a -12 °C, para posteriores análises.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça dos animais, as amostras foram submetidas inicialmente a uma pré-secagem em estufa com ventilação forçada a 60 °C, por 72 horas, seguida de um pré-desengorduramento a quente por vinte e quatro horas, em extrator tipo SOXHLET. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram moídas em moinho de panela, acondicionadas em recipientes adequados para análises posteriores. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retirada durante o preparo das amostras. A taxa de deposição de carne e gordura nas carcaças foi calculada comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no final do período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes das rações e das carcaças foram realizadas de acordo com o método descrito por Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal da empresa Nutron Alimentos Ltda.

2.6 Análises estatísticas

As variáveis de desempenho, a composição da carcaça e as taxas de deposição de proteína e gordura nas carcaças foram submetidas à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (UFV, 2000). As estimativas de exigência de lisina total foram determinadas por análises de regressão. As concentrações de cortisol e proteína C reativa foram submetidas a análise de variância utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genética - SAEG (UFV, 2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ativação do sistema imune e o desempenho

As médias das temperaturas, mínimas e máximas, registradas durante o período experimental foram 23°C e 30°C respectivamente. De acordo com Campos *et al.* (2008) animais nessa faixa de temperatura encontram-se em conforto térmico para a fase inicial de crescimento.

Os resultados obtidos, para ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de Met + Cis total diário (CMD), tendo como variáveis os níveis crescentes destes aminoácidos e o grau de ativação do sistema imune encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e em suínos dos 6,0 aos 16,0 kg, em função dos níveis de Met + Cis na ração e de ativação do sistema imune

		Níveis de Met +Cis (%)					Média	CV
		0.70	0.77	0.85	0.93	1.01		
CRD (g/dia)	Não Ativado	490	505	507	490	518	502^a	7,4
	Ativado	482	506	493	438	495	483^b	
	MÉDIA	486	505	500	464	506		
GPD (g/dia)	Não Ativado	331	343	359	336	374	349^a	4,0
	Ativado	321	347	335	300	355	332^b	
	MÉDIA	326	345	347	318	365		
CA (g/g) *	Não Ativado	1,48	1,47	1,41	1,46	1,39	1,44	5,0
	Ativado	1,5	1,46	1,48	1,47	1,39	1,46	
	MÉDIA	1,49	1,46	1,44	1,46	1,39		
CMD (g) **	Não Ativado	3,43	3,89	4,31	4,56	5,23	4,28	7,3
	Ativado	3,37	3,70	4,19	4,07	5,00	4,07	
	MÉDIA	3,40	3,79	4,25	4,32	5,11		

^{NS} Não houve efeito (P>0,05).

^{NS} Não houve efeito (P>0,05).

* Efeito linear (P>0,05). $Y = 1,7030 - 0,3040 X$ ($R^2 = 0,99$)

Observou-se efeito significativo da ativação imune sobre o ganho de peso diário (P<0,05) e esta permaneceu durante todo o experimento. A média de ganho diário reduziu 5% para os durante todo período experimental.

A ativação do sistema imune levou a um efeito significativo o sobre o consumo de ração (P<0,05) sendo de forma irregular, com uma redução de até 13% na primeira semana,

com 5,3% aos 15 dias após a estimulação antigênica ($P < 0,05$) e para todo o período experimental, a redução foi de 7% ($P < 0,01$). Diferentes trabalhos têm demonstrado os efeitos da ativação do sistema imune sobre o desempenho dos suínos (STAHLY *et al.* 1994; STAHLY *et al.* 1995; VAN HEUTGEN *et al.* 1994; WILLIANS *et al.* 1997abc).

A literatura relata que o desafio imunológico provoca alterações metabólicas com efeitos negativos sobre o desempenho e composição de carcaça e que a metionina é um dos principais aminoácidos precursores de imunoglobulinas sendo utilizada durante os processos inflamatórios para síntese de componentes antioxidantes, como a glutatona, o que justificaria a alteração de exigência em animais imunologicamente desafiados.

Entretanto, não houve efeito da ativação do sistema imune sobre a conversão alimentar ($P > 0,05$) em todas as fases avaliadas, portanto a eficiência alimentar entre animais com sistema imune ativado, através de antígenos vacinais e o grupo controle, é a mesma durante e após o estímulo imunológico, confirmando resultados obtidos por (VAN HEUTGEN *et al.*, 1994).

Diversos trabalhos (STAHLY *et al.* 1994; STAHLY *et al.* 1995; WILLIANS *et al.*; 1997b; VAN HEUGTEN *et al.*, 1994; VAN HEUGTEN *et al.*, 1996) verificaram efeito da estimulação do sistema imune sobre a conversão alimentar, alterando a eficiência alimentar em valores absolutos e relativos. Esta diferença se justifica pelas metodologias adotadas na estimulação do sistema imune (aguda, através da aplicação LPS ou antígenos vacinais, e crônica).

Assim, a interação entre nível de metionina + cistina (Met + Cis) e nível de ativação do sistema imune foi não significativa ($P > 0,05$), para todos os parâmetros de desempenho avaliados evidenciando que animais com ou sem ativação do sistema imune reagem da mesma forma, a níveis crescentes de Met + Cis.

Entretanto, esperava-se que a vacinação dos animais levasse a alteração na exigência de Met + Cis, uma vez que, os aminoácidos sulfurados representam 4,9% nas proteínas associadas às funções de manutenção e apenas 1,65% nas proteínas musculares. Logo as exigências dos aminoácidos sulfurados tenderiam a ser mais elevadas em animais estimulados imunologicamente (STAHLY, 1998). Entretanto, sabe-se que a magnitude de alteração dessas exigências tende a ser menores para os aminoácidos sulfurados sendo esta uma possível explicação para não alteração no padrão de exigência dos animais.

Jianwen *et al.*, (2006) relataram que a estimulação do sistema imune através da aplicação de LPS pode levar a alterações na relação lisina/metionina e triptofano, indicando

que sobre estresse imunológico os animais demandam uma proporção maior de metionina e treonina para elaboração de uma resposta imune eficiente e melhor desempenho).

Já utilização de antígenos vacinais, metodologia aqui empregada, pode não ter resultado numa alteração significativa na produção de proteínas de fase aguda ou aumento dos processos oxidativos, resultado de uma inflamação.

Trabalhos que utilizaram a aplicação LPS, como ferramenta para a ativação do sistema imune, relataram que o padrão da resposta esta associado à produção de citocinas, proteínas de fase aguda e ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal, sendo esta resposta dose dependente (WEBEL *et al.*, 1997; WRIGHT *et al.*, 2000).

Stahly (1998) observou que durante a ativação crônica do sistema imune a exigência para lisina e aminoácidos sulfurados variou. Animais com baixa ativação do sistema imune demandaram maior nível de lisina e que o estímulo imunológico levou a redução na exigência deste aminoácido, com conseqüente aumento na relação aminoácidos sulfurados:lisina digestível. Em números absolutos, a exigência de aminoácidos sulfurados variou de forma discreta, influenciada pela redução na exigência de lisina, que passou de 1,34 para 1,07%. A alteração na exigência de lisina modificou a relação aminoácidos sulfurados:lisina de 48% para 55%.

Estas alterações podem ser explicadas pelo aumento na exigência de aminoácidos sulfurados, particularmente cisteína, durante as enfermidades Obled (2004). Malmezat *et al.*, (2000), verificaram que a síntese de cisteína a partir de metionina em ratos, aumenta aproximadamente 2,7 vezes dois dias após uma infecção. Em geral, a oxidação da maioria dos aminoácidos aumenta durante os estados inflamatórios, porém o catabolismo de cisteína reduz nestes períodos, sendo poupada para síntese de componentes importantes para a proteção contra o estresse oxidativo, sendo utilizada para a síntese de proteína de fase aguda e principalmente para síntese de glutathiona.

3.2 Concentração de cortisol e proteína C reativa

A concentração de cortisol não diferiu entre os animais vacinados e não vacinados indicando a não ativação do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Apesar do efeito significativo da vacinação sobre o CRD e GPD não foi verificada qualquer alteração na concentração de cortisol entre os tratamentos, nos diversos tempos de coleta.

Tabela 3. Concentração plasmática de cortisol (ng/ml) em suínos injetados com solução salina e vacinados

Tratamento	Tempo relativo à vacinação					
	0h	2h	4h	8h	12h	Média
Controle	108	116	114	110	108	111,2
Vacinados	115	98	104	108	106	106,2

P>0,05

A inconstância entre os resultados do experimento de lisina e metionina, apesar dos baixos coeficientes de variação encontrados (12 e 13%), indicam a necessidade de estudos que possam determinar o padrão de secreção de cortisol e PCR frente aos diferentes desafios nos quais os animais são submetidos, não sendo possível tê-las como ferramentas na determinação da ativação do sistema imune através de aplicação de antígenos vacinais.

A concentração plasmática de cortisol permaneceu estável e baixa, durante todo o tempo, resultado diferente ao observado no capítulo 1 e por Moya *et al.*, (2005) que relataram 495,56 ng/ml com a concentração padrão de cortisol, em animais sob condições de estresse.

Da mesma forma, a concentração de PCR variou apenas no tempo, sem qualquer efeito entre os tratamentos, mas sempre em níveis considerados elevados, 272 µg/mL e 280 µg/mL para animais não vacinados e vacinados, respectivamente, o que segundo Franek; Bilkei (2004), corresponde a concentrações para animais em rebanhos com alto desafio sanitário.

Tabela 4. Concentração plasmática de proteína C reativa (µg/ml) em suínos injetados com solução salina e vacinados.

Tratamento	Tempo relativo à vacinação					
	0h	24h	48h	72h	96h	Média
Controle	310aAB	240aB	270aAB	260 aAB	280aAB	272a
Vacinados	280aA	300bA	290aA	280aA	250aA	280a

Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna são diferentes (P<0,05).

Médias seguidas de letras maiúscula distintas na linha são diferentes (P<0,05).

A alta concentração de PCR indica que os animais, sejam pela condição de transporte da maternidade para creche ou ainda pelos desafios sanitários presentes na granja, tiveram estímulos imunológicos que influenciaram na sua concentração, dificultando a avaliação do efeito da vacinação de forma isolada.

Ainda as infecções sub-clínicas levam a um aumento na concentração das proteínas de fase aguda, sendo algumas destas proteínas, como haptoglobina e PCR utilizadas com indicador do status de saúde dos rebanhos e o nível de higiene e desinfecção adotadas na rotina.

3.3 Exigência de Met + Cis e o desempenho dos animais

Não se verificou efeito ($P>0,05$) dos níveis de Met + Cis total sobre o consumo diário de ração (CRD). Por não ter ocorrido variação no CRD dos animais entre os tratamentos, foi constatado aumento linear ($P>0,01$) no consumo diário de Met +Cis em decorrência do aumento de seus níveis na dieta. Resultados semelhantes aos observados por Moita (1994) que trabalhando com leitões entre 12 e 28 dias de idade, também não reportou influência do nível de Met + Cist total da dieta sobre a ingestão alimentar em suínos.

Mesmos resultados obtidos por Santos *et al.*, (2004) e Kiefer *et al.*, (2005), que pesquisando a exigência de Met + Cis, nas fases de creche e terminação, respectivamente, não encontraram efeito significativo sobre o CRD. Provavelmente, nestes estudos não se verificou redução do consumo das dietas, contendo níveis crescentes de Met + Cis por estes níveis não terem sido excessivos.

Chung; Baker (1992) relataram que os suínos podem tolerar excesso de metionina, não apresentando variação significativa de consumo. O que justifica a ausência de efeito sobre o consumo observado neste trabalho. Resultado semelhante aos observados por Vieira Vaz *et al.* (2004) e Vieira Vaz *et al.* (2005).

Loughmiller *et al.* (1998) no trabalho que envolveu três experimentos, estudaram diferentes níveis de relações aminoácidos sulfurados: lisina, num fatorial 2 x 3 (dois níveis de lisina e 3 relações com aminoácidos sintéticos) sendo observado interação entre os tratamentos, havendo resposta ao aumento de aminoácidos sulfurados, quando utilizado o maior nível de lisina. Os autores concluíram que, quando os níveis de lisina estão abaixo da exigência dos animais, o aumento de aminoácidos sulfurados leva a redução no GPD, com o inverso também ocorrendo, havendo resposta linear para GPD e CA, no maior nível de lisina. Isto pode explicar o efeito quadrático para CRD, CA e GPD, em leitões de 5 a 20 kg observados por Chung; Baker (1992). Já que a dieta base tinha apenas 1,29% de lisina, sendo este inferior ao utilizado neste experimento, 1,55% lisina total.

O GPD não foi aqui influenciado pelos níveis de Met + Cis total das dietas ($P > 0,05$), entretanto a CA dos suínos ($P < 0,05$), que aumentou de forma linear na medida em que se elevou o nível de aminoácidos sulfurados na dieta. No entanto, o modelo descontínuo LRP *linear response plateau* foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,90% o nível de Met + Cis total na ração, a partir do qual a CA permaneceu em um platô (figura 1). Portanto, uma relação de 58% com o nível de lisina adotado nestas dietas. Neste nível o consumo de metionina diário estimado foi de 4,44 gramas.

Para animais desmamados de forma ultra-precoce (nove dias) foi realizado um estudo para determinação da exigência de lisina e metionina e possíveis interações entre estes aminoácidos. Trabalhou-se com dois níveis de lisina total 1,4 e 1,8% e cinco níveis crescentes da relação metionina:lisina (21,5; 24,5; 27,5; 30,5 e 33,5%). Não houve interação lisina/metionina, com melhor desempenho, no maior nível lisina. Para metionina houve efeito quadrático para GPD e CA alimentar nas três fases estudadas (0 a 7, 0 a 14 e 0 a 21 pós-desmame) com 0,437% como melhor nível de metionina total na dieta, sendo a relação metionina: lisina de 28% (Owen et al., 1995). Extrapolando estes dados para Met + Cist observa-se uma relação Met + Cis:lisina de aproximadamente 60%, sendo esta muito próxima da exigência aqui determinada (58%) e recomendada por Rotagno *et al.*, (2005).

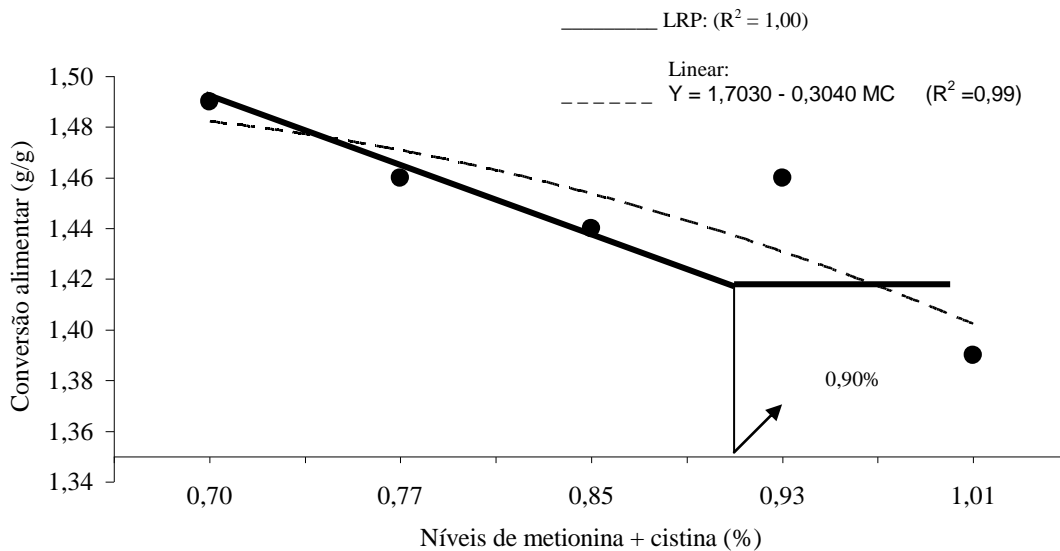
Moita (1994), também trabalhando com leitões desmamados precocemente, não detectou efeito significativo de níveis crescentes de Met + Cis sobre o GPD, CRD porcentagem de água na carcaça, porcentagem de proteína na carcaça, porcentagem de gordura na carcaça. Houve apenas efeito sobre a CA que variou de forma quadrática permitindo estimar em 0,75% de Met + Cis a exigência pra leitões entre 12 e 28 dias de idade, sendo a relação com lisina de 50%.

Entretanto, Moura *et al.*, (2006), estudando níveis crescentes de Met + Cist para leitões entre 15 e 30 kg, verificaram efeito quadrático para GPD e CRD, e estimaram respectivamente os nível de 0,582% e 0,579%, a uma relação Met + Cist:lisina de 62%. A CA também melhorou de forma quadrática até 0,588%, a uma relação de 63%. Efeitos semelhantes foram observados por Vaz *et al.*, (2003), que trabalhando com leitões, na mesma fase de crescimento, também observaram efeito quadrático para CRD e CA. Observa-se também o efeito quadrático, em suínos entre 60 e 95 kg de peso vivo. Para CA melhor nível de Met + Cis foi 0,506% com uma relação 63% (SANTOS *et al.*, 2004).

Kiefer *et al.*, (2005), num experimento com leitões entre 30 e 60 kg, sobre estresse térmico, também observaram efeito linear dos níveis de Met+Cis digestíveis das dietas, mas

sobre o ganho de peso diário (GPD) ($P < 0,05$). No entanto, o modelo descontínuo linear response plateau foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,527% o nível de Met + Cist digestíveis na ração, a partir do qual o ganho de peso permaneceu em um platô.

Figura 1 - Efeito dos níveis de Met + Cis total sobre a CA



As diferenças entre os resultados obtidos neste trabalho e os demais ensaios científicos podem ser explicadas pela genética, temperatura ambiente, níveis de lisina nas dietas, metodologia de formulação, ingredientes da ração, além destes estudos corresponderem às diversas fases do crescimento.

3.4 Níveis de metionina + cistina e composição das carcaças

Os resultados da composição química e das deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados de 6 a 16 kg, de acordo com o nível de metionina da ração e grau de ativação do sistema imune, são apresentados na tabela 5.

Tabela 5. Composição, taxas de deposição de gordura e proteína na carcaça de leitões dos seis aos 16 kg, em função dos níveis de metionina + cistina da ração e ativação do sistema imune

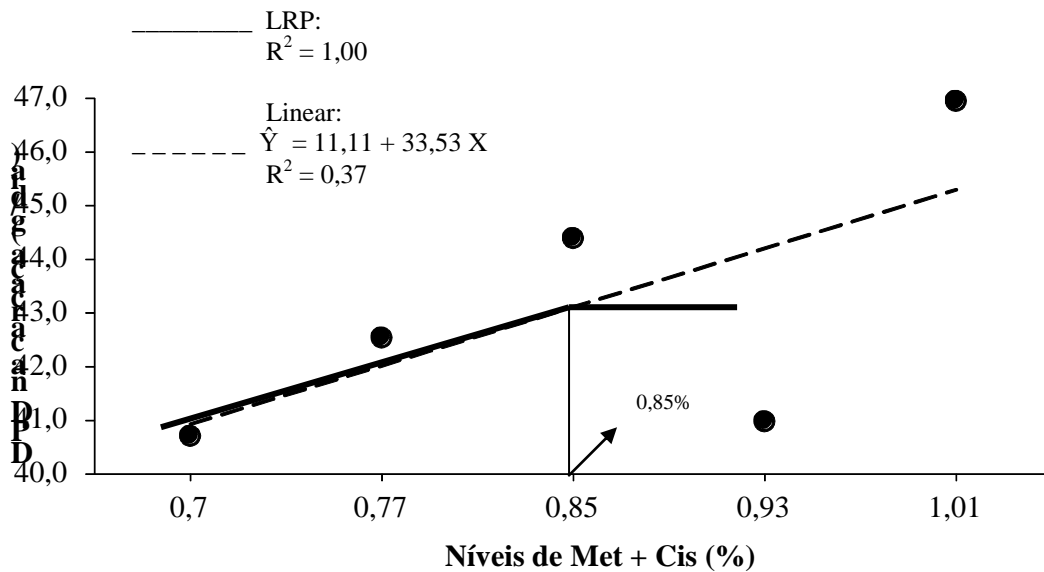
Parâmetros		Níveis de Met + Cis (%)					MÉDIA	CV
		0,7	0,77	0,85	0,93	1,01		
		Composição de carcaça (%)						
Água**	Não Ativado	60,45	65,86	66,61	65,62	63,43	64,39	4,12
	Ativado	63,72	63,92	64,63	65,92	66,19	64,88	
	MÉDIA	62,09	64,89	65,62	65,77	64,81		
Proteína	Não Ativado	15,07	14,87	15,15	15,12	15,1	15,06	4,44
	Ativado	14,36	14,6	14,7	15,19	15,1	14,79	
	MÉDIA	14,72	14,74	14,93	15,16	15,10		
Gordura	Não Ativado	18,46	12,95	12,05	16,41	15,49	15,07	19,14
	Ativado	15,97	16,17	14,68	13,17	12,35	14,47	
	MÉDIA	17,22	14,56	13,37	14,79	13,92		
		Taxa de deposição na carcaça (g/dia)						
Proteína*	Não Ativado	42,66	44,01	47,35	43,37	47,83	45,04	6,82
	Ativado	38,76	41,06	41,43	38,58	46,07	41,18	
	MÉDIA	40,71	42,54	44,39	40,98	46,95		
Gordura	Não Ativado	69,1	42,99	40,19	59,27	59,74	54,26	30,13
	Ativado	56,4	58,54	50,06	38,31	40,68	48,80	
	MÉDIA	62,75	50,77	45,13	48,79	50,21		

Efeito linear ($P > 0,05$). $Y = 11,11 + 33,53 X$ ($R^2 = 0,37$)

Efeito quadrático ($P > 0,05$). $Y = - 5,74 + 158,61 X - 87,78 X^2$ ($R^2 = 0,98$)

Os níveis de Met + Cis total das dietas influenciaram a DPD na carcaça dos suínos ($P < 0,05$), que aumentou de maneira linear no entanto, o modelo descontínuo linear response plateau foi o que melhor se ajustou aos dados, estimando em 0,85 % o nível onde ocorreu o platô. Neste nível de Met + Cis o consumo diário estimado foi de 4,18 gramas. Este resultado foi próximo ao encontrado como exigência para CA, tendo como consumo médio diário de 4,44 g de Met + Cis/dia.

Figura 2 - Efeito dos níveis de Met + Cis total sobre a DPD



A ativação do sistema imune reduziu a DPD, sendo de 45 e 41g para os animais não vacinados e vacinados respectivamente. Não houve interação entre os níveis de Met + Cis e a ativação do sistema imune, portanto nos dois grupos esta foi linear, segundo a equação $\hat{Y} = 11,11 + 33,53 X$ ($r^2 = 0,37$).

Observa-se que no nível de melhor CA há maior taxa de deposição de carne magra com conseqüente maior taxa de deposição de proteína, havendo maior percentual de água na carcaça.

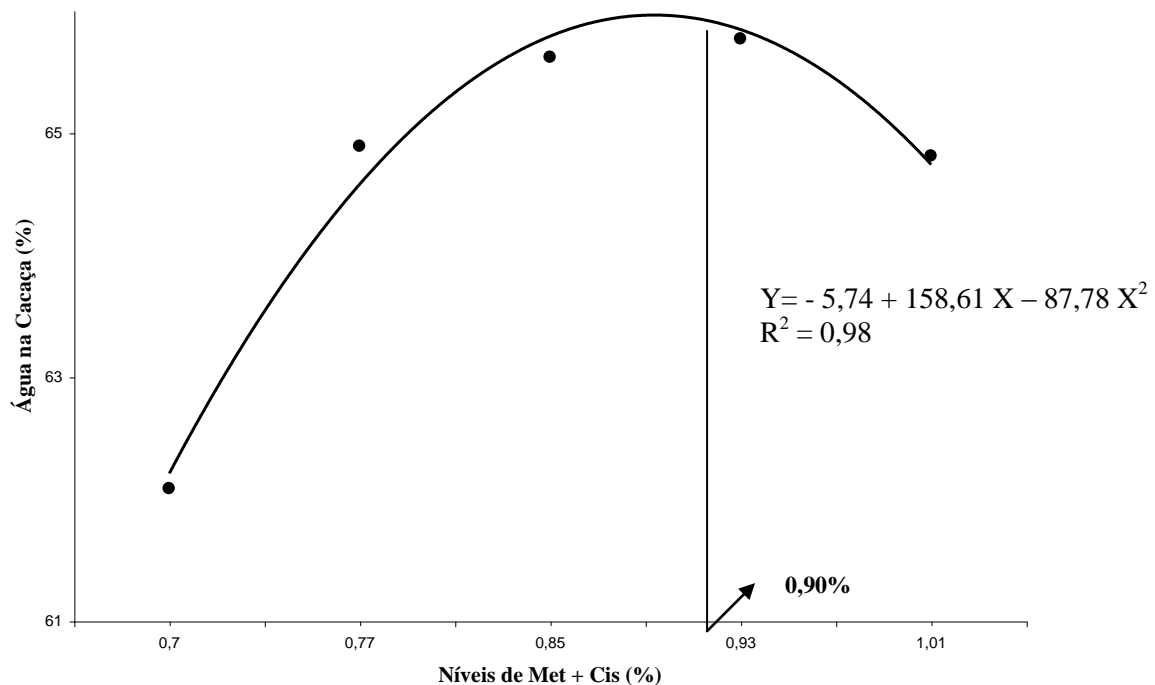
O percentual de água na carcaça variou de forma quadrática ($P < 0,05$) com os níveis de Met + Cis da dieta (Figura. 3), estimando-se para máximo percentual de água na carcaça o nível de 0,90 % de Met + Cis total. Geralmente, a maior deposição de água na carcaça corresponde também à maior taxa de deposição de carne magra e conseqüentemente maior taxa de deposição de proteína.

Do mesmo modo, Kiefer (2004), trabalhando a exigência de Met + Cis sobre estresse térmico, citam efeito dos níveis de Met + Cis digestíveis ($P < 0,05$), sobre a deposição de proteína diária (DPD) na carcaça, que elevou de forma quadrática. Mesma variação apresentada por Vaz (2003), em suínos mantidos em ambiente de termo-neutralidade.

Por outro lado, Lenis *et al.* (1990), Moita (1994), Loughmiller *et al.* (1996a,b) e Loughmiller *et al.* (1998), Moura *et al.*, (2006) não verificaram influência dos níveis de Met + Cist da dieta sobre a composição de carcaça dos suínos.

Moura *et al.*, 2006 observaram melhor relação Met + Cist digestível:lisina digestível em 63% para CA e GPD e cita que o efeito sobre a deposição de proteína na carcaça, que era esperado pela melhoria no GPD e CA não ocorreu. Para estes pesquisadores, o alto percentual de água encontrado nestas carcaças, resultou o aumento de proteína nas mesmas. Ainda neste trabalho a deposição de gordura apresentou se de forma quadrática com o menor percentual ao nível de 0,556% para Met + Cis digestível.

Figura 3 – Efeito dos níveis de Met + Cis da ração sobre o conteúdo de água na carcaça de leitões dos 6 aos 16 kg



Vieira Vaz *et al.* (2004) e Vieira Vaz *et al.* (2005) observaram aumento na deposição de proteína na carcaça, mostrando-se eficiente em reduzir a CA e aumentar o percentual de carne magra na carcaça, resultados estes em acordo com os aqui apresentados. Da mesma maneira que, Santos *et al.*, (2004) trabalhando com a exigência de Met + Cis para animais terminação, observaram efeito quadrático sobre a CA e percentagem de carne magra na carcaça. Ainda Kiefer (2003), estudando a exigência de Met + Cis, observou um aumento na DPD em função dos níveis de aminoácidos sulfurados.

Para composição química na carcaça não houve alteração na PB e EE o mesmo acontecendo com a DGD, que não foram influenciadas pelos níveis de Met + Cis e pela ativação do sistema imune.

Diferentemente, alguns trabalhos apresentam efeito quadrático para DGD (MOURA *et al.*, 2006; VIEIRA VAZ *et al.*, 2004). Deve-se destacar que a DGD, frente a níveis crescentes de Met + Cis, pode ser influenciada pela temperatura nas quais os animais estão alojados.

4 CONCLUSÕES

Suínos, dos 6 aos 17 kg, independente da ativação do sistema imune, exigem 0,9% de metionina + cistina total para melhor CA percentual de carne magra na caraça, o que corresponde a uma relação de 58% metionina+cistina:lisina e a um consumo de metionina estimado de 4,44 g/d.

A Ativação vacinal do sistema imune reduziu em aproximadamente 7% o consumo de ração diário e conseqüentemente o ganho de peso diário dos animais.

CAPÍTULO 3

EFEITO DE NÍVEIS DE TREONINA E DO GRAU DE ATIVAÇÃO DO SISTEMA IMUNOLÓGICO, SOBRE O DESEMPENHO EM SUÍNOS, DOS 6 AOS 17 KG

1 INTRODUÇÃO

O excesso de proteína e aminoácidos, ao ser catabolizado, provoca sobrecarga, principalmente no fígado e nos rins, no processo de eliminação de nitrogênio. Assim ocorre aumento na produção de calor metabólico podendo levar a redução no consumo de ração. Dietas com excesso de proteína e aminoácidos produzem uma ineficiência metabólica na utilização dos mesmos, que ao serem desaminados emitem grandes quantidades de energia calórica, ocasionando redução significativa da energia líquida disponível, prejudicando a eficiência na síntese de tecido magro (MOURA *et al.*, 2006).

Desta forma, um ótimo balanço entre os aminoácidos é importante para maximizar a taxa de ganho de peso e a eficiência alimentar. As dietas são formuladas para atingirem a exigência de lisina e a relação entre os demais aminoácidos essenciais devem ser respeitadas, sendo formuladas no conceito de proteína ideal.

Entre os aminoácidos, a treonina se destaca pela grande importância para manutenção. Esta é encontrada em altos níveis na proteína endógena quando comparada aos demais aminoácidos essenciais. Estudos mostram que até 70% do metabolismo dos aminoácidos ocorrem no intestino delgado. Assim, a treonina ingerida tem como principal rota a incorporação às proteínas da mucosa intestinal (jejuno proximal), tendo como segunda rota a oxidação (MAAIKE *et al.*, 2005).

A treonina é ainda um dos aminoácidos mais abundantes nas imunoglobulinas. Suínos em crescimento alimentados com dietas deficientes em treonina e submetidos à injeção de albumina sérica bovina apresentaram uma menor concentração plasmática total ou específica de IgG (DEFA *et al.*, 1999).

Um adequado nível de treonina é fundamental ainda para produção de mucina e manutenção das funções intestinais dos leitões, demonstrando que a treonina está envolvida na manutenção da integridade de defesas inespecíficas da parede intestinal (BALL *et al.* 1999, citado por LE FLOU *et al.*, 2004).

Estudos com treonina mostram que a exigência para maior teor de carne magra na carcaça são superiores aos exigidos para maior taxa de ganho de peso. Este aminoácido possui também tem importante papel na resposta imune dos animais já que, apresenta altas concentrações de treonina nas imunoglobulinas sendo, portanto citado como primeiro aminoácido limitante quanto à imunidade. Embora se saiba da sua importância para os animais em crescimento e na elaboração de uma resposta imune eficiente, ainda há escassez de pesquisa na determinação de exigência para este aminoácido.

Este trabalho teve como objetivo determinar a exigência de treonina em leitões dos seis aos 17 kg, bem como estudar mudanças no padrão de exigências em animais estimulados através de antígenos vacinais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local e instalações

O experimento foi conduzido na granja Recanto com 1400 matrizes, em dois sítios, localizada no município de Patos de Minas, Minas Gerais, durante os meses de julho a agosto de 2006. Os animais foram alojados em um galpão de alvenaria com piso semi-concreto, coberto com telhas de barro. As baias continham comedouros de alvenaria e bebedouros tipo taça e dispunham de área de 0,26 m²/animal. Foi utilizado termômetro de máxima e mínima colocados no interior dos galpões, para registro diário da temperatura, durante todo o período experimental. As temperaturas mínimas e máximas do período foram, respectivamente, 22°C e 30°C.

2.2 Animais e delineamento experimental

Cada experimento foi composto por 360 leitões, sendo 180 machos e 180 fêmeas, desmamados aos 20,3 dias de idade, com peso inicial de 5,31 ± 1,23 kg. Estes foram pesados e distribuídos nos 10 tratamentos afim que se tenha uma distribuição uniforme nas

baías em delineamento experimental de blocos ao acaso, em arranjo fatorial com cinco níveis de treonina (0,85; 0,95; 1,05; 1,15 e 1,25% de treonina total) em estudo na ração, dois níveis de ativação do sistema imune (ativado e não ativado), quatro repetições, sendo nove animais por unidade experimental. A ativação do sistema imune foi obtida através de vacinação para pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) e *Actinobacillus pleuropneumoniae*. Estas vacinações foram realizadas em duas doses, aos 20 e 35 dias de vida.

Na ocasião, cinco leitões, da mesma linhagem, com peso médio de $5,5 \pm 0,1$ kg, foram abatidos para determinar a composição da carcaça dos suínos no início do experimento.

Portanto foram 10 tratamentos sendo compostos por cinco níveis de treonina e animais vacinados e não vacinados.

No fechamento de cada repetição os animais foram pesados de forma individual sendo retirado para abate o animal que esteja mais próximo da média da baía totalizando 40 animais. Estes foram armazenados em freezer sendo utilizados no fim do experimento para estudo da composição média das carcaças.

2.3 Dietas e manejo alimentar

As rações experimentais foram formuladas para atender as exigências mínimas de suínos na fase pré-inicial de crescimento, de acordo com Rostagno (2005) para todos os nutrientes, exceto treonina, sendo suplementadas com cinco níveis (0,000; 0,100; 0,200; 0,300; 0,400%) em substituição ao amido. A ração basal com 19,72% de proteína bruta, 1,55% de lisina total e 0,90% de metionina + cistina, conforme exigência estabelecida dos experimentos anteriores, os demais aminoácidos ficaram, no mínimo, acima da relação aminoacídica da proteína ideal recomendada por Rostagno (2005).

As rações experimentais, isoenergéticas e isoprotéicas, continham milho moído, farelo de soja, milho pré-cozido, soro de leite em pó, leite integral em pó, açúcar, óleo de soja, fosfato bicálcico, calcário, sal comum, ácido fumárico, promotor de crescimento, premix vitamínico e mineral e aminoácidos sintéticos (Tabela 1).

Para determinar a exigência de treonina digestível verdadeira, foi utilizado um coeficiente de digestibilidade ileal verdadeira da treonina da ração basal de 84,6%, em que a treonina sintética foi considerada 100% digestível.

As rações experimentais foram produzidas a partir de uma ração basal, formulada de modo a atender às recomendações nutricionais mínimas sugeridas por Rostagno *et al.*,

(2005), à exceção dos níveis de treonina que constituíram os tratamentos. As outras rações correspondentes aos demais tratamentos experimentais foram obtidas pela suplementação da dieta basal com quatro níveis de treonina. As dietas foram suplementadas com 1,55% de lisina total, 0,90% de Met +Cis e treonina, em substituição ao amido, resultando em rações experimentais em que as relações treonina:lisina total foram 54; 61; 68; 74 e 80%. As rações foram suplementadas com triptofano, quando necessário, a fim de manter uma relação ideal com a lisina, 18 %, conforme preconizado por Rostagno *et al.*, (2005).

As rações experimentais e a água foram fornecidas à vontade durante todo o período. As dietas fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas durante o período experimental, dos 20 aos 50 dias de idade. No fechamento de cada repetição, os animais foram pesados de forma individual, sendo determinado o consumo de ração diário, o ganho de peso diário e a conversão alimentar.

As rações fornecidas, assim como as sobras (desperdício), foram pesadas semanalmente, enquanto os animais foram pesados individualmente, no início, 15 dias depois e no final do período experimental quando atingiram o peso médio de $15,71 \pm 0,35$ kg, para a determinação do consumo de ração, consumo de lisina, ganho de peso e a conversão alimentar.

Tabela 1. Composição percentual das rações experimentais

INGREDIENTES	Níveis de treonina (%)				
	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25
Milho grão	24,810	24,810	24,810	24,810	24,810
Soja farelo 45%	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Milho Pré-cozido	20,000	20,000	20,000	20,000	20,000
Soro de Leite em pó	10,000	10,000	10,000	10,000	10,000
Leite integral pó	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
Açúcar	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
Óleo de soja	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
F. Peixe 65%	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Plasma	2,500	2,500	2,500	2,500	2,500
Amido	0,400	0,300	0,200	0,100	0,000
Fosfato bicalcico	1,009	1,009	1,009	1,009	1,009
Calcário	0,642	0,642	0,642	0,642	0,642
A. fumárico	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
Vitíminas	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Florfenicol	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200
Colistina Sulf. 80%	0,150	0,150	0,150	0,150	0,150
Sal comum	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010

Níveis de treonina (%)					
INGREDIENTES	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25
Minerais	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Cobre S. 25%	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
O. Zinco	0,250	0,250	0,250	0,250	0,250
Edulcorantes	0,020	0,020	0,020	0,020	0,020
Lisina –HCL	0,379	0,379	0,379	0,379	0,379
DL-Metionina	0,204	0,204	0,204	0,204	0,204
L-Treonina	0,000	0,100	0,200	0,300	0,400
L-Triptofano	0,006	0,006	0,006	0,006	0,006
Total	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
Valores Nutricionais Calculados (%na MN) segundo Rostagno (2005)					
Energia Metabolizável (kcal/kg)	3,467	3,467	3,467	3,467	3,467
Proteína Bruta (%)	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
Cálcio (%)	0,83	0,83	0,83	0,83	0,83
Fósforo Disponível	0,63	0,63	0,63	0,63	0,63
Lisina Total (%)	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55
Met + Cis Total (%)	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
Treonina Total (%)	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25

¹ **Níveis de garantia (por kg do produto):** Biotina 16,5600 mg; Vitamina E 10.500,000 mg; Piridoxina 700,000 mg; Vitamina K₃ 2.800,000 mg; Colina 126,0000 g; Niacina 13.650,0000 mg; Acido Pantotenico 7.350,0000 mg; Vitamina A 2.800,0000 ui/kg; Tiamina 700,0000mg; Vitamina B₁₂ 11.550,0000 mcg; Vitamina D₃ 1.050,0000 ui/kg; Acido Fólico 420,0000 mg; Riboflavina 2.100,0000 mg; Selênio 136,5000mg; Antioxidante 1.500,0000 mg.

² **Níveis de garantia (por kg do produto):** Cálcio 98.800 mg; Cobalto 185 mg; Cobre 15.750 mg; Ferro 26.250 mg; Iodo 1.470 mg; Manganês 41.850 mg; Zinco 77.999 mg.

2.4 Procedimento de abate e análises de carcaça

No final do experimento, um animal, com o peso médio da baía, de cada unidade experimental, foi abatido após o jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram insensibilizados, abatidos por sangria, depilados com lança-chamas e faca e imediatamente eviscerados. As vísceras e o sangue foram descartados. As carcaças inteiras incluindo os pés e a cabeça, foram pesadas e cerradas ao meio. A metade esquerda de cada carcaça, com o rabo, foi pesada e armazenada em freezer a -12°C.

As meias carcaças foram trituradas em “CUTTER” comercial de 30 HP e 1.775 revoluções por minuto. Após homogeneização, foram retiradas amostras de 1,0 kg que foram estocadas em freezer a -12 °C, para posteriores análises.

Em razão da alta concentração de água e gordura na carcaça dos animais, as amostras foram submetidas inicialmente a uma pré-secagem em estufa com ventilação forçada

a 60 °C, por 72 horas, seguida de um pré-desengorduramento a quente por vinte e quatro horas, em extrator tipo SOXHLET. As amostras pré-secadas e pré-desengorduradas foram, moídas em moinho de panela, acondicionadas em recipientes adequados para análises posteriores. Para correção dos valores das análises subseqüentes, foram consideradas a água e a gordura retirada durante o preparo das amostras.

A taxa de deposição de carne e gordura nas carcaças foi calculada comparando-se as composições das carcaças dos animais no início e no final do período experimental.

As análises bromatológicas dos ingredientes das rações e das carcaças foram realizadas de acordo com o método descrito por Silva (1990), no Laboratório de Nutrição Animal da empresa Nutron Alimentos Ltda.

Os dados obtidos serão submetidos à análise de variância utilizando-se o Programa de Análise Estatística e Genética – SAEG (UFV, 1997). A exigência dos aminoácidos será estimada por meio de análise de regressão linear e ou quadrática ou pelo modelo descontínuo LRP “Linear Response Plateau”.

2.5 Análises estatísticas

As variáveis de desempenho, composição de carcaça e as taxas de deposição de proteína e gordura nas carcaças foram submetidos à análise de variância utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genéticas - SAEG (UFV, 2000).

As estimativas de exigência de treonina total foram determinadas através de análises de regressão linear e quadrática. Para determinação da exigência de treonina digestível, foi considerado o coeficiente de digestibilidade verdadeiro (CDV) da lisina obtido por Fontes *et al.*, (2000).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Ativação do sistema imune e o desempenho

Os resultados obtidos, para ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de treonina total (CTT), tendo como variáveis os níveis crescentes destes aminoácidos e o grau de ativação do sistema imune encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Consumo de ração diário (CRD), ganho de peso diário (GPD), conversão alimentar e consumo de treonina (CT) em suínos dos 5,5 aos 16,5 kg, em função dos níveis de treonina na ração e níveis de ativação do sistema imune

		Níveis de Treonina (%)					Média	CV
		0.85	0.95	1.05	1.15	1.25		
CRD (g/dia)	Não Ativado	504	499	499	490	487	495,8	4,68
	Ativado	505	491	451	488	506	488,2	
	MÉDIA	504	495	475	489	496		
GPD (g/dia)	Não Ativado	356	334	343	339	327	339,8	4,96
	Ativado	341	329	326	335	342	334,6	
	MÉDIA	348,5	331,5	334,5	337	334,5		
CA (g/g)	Não Ativado	1,41	1,49	1,45	1,43	1,49	1,45	3,84
	Ativado	1,45	1,49	1,38	1,46	1,47	1,45	
	MÉDIA	1,43	1,49	1,415	1,445	1,48		
CTD (g)	Não Ativado	4,29	4,75	5,24	5,61	6,11	5,2	4,92
	Ativado	4,29	4,66	4,73	5,61	6,32	5,12	
	MÉDIA	4,29	4,705	4,985	5,61	6,215		

Não se observou efeito significativo da ativação imune sobre o GPD, CRD e CA ($P>0,05$), com a vacinação para pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) e *Actinobacillus pleuropneumoniae*.

Este resultado difere dos previamente observados nesta dissertação no qual, a utilização de antígenos vacinais para estimulação do sistema imune reduziu o GPD e o CRD.

Diferentes trabalhos têm demonstrado os efeitos da ativação do sistema imune sobre o desempenho dos suínos (STAHLY *et al.* 1994; STAHLY *et al.* 1995; VAN HEUTGEN *et al.* 1994; WILLIANS *et al.* 1997abc).

Entretanto, Rubin *et al.* (2007) estudando o efeito da ativação do sistema imune em aves de corte observaram que a vacinação de rotina (Marek, Bouda aviária e Bronquite infecciosa, no incubatório) levou a uma redução no crescimento e na conversão alimentar dos frangos que somente aos 28 dias se equipararam em peso ao grupo que não sofreu a vacinação. Por outro lado, vacinação contra Gumboro, aos 14 dias, não resultou em perda adicionais de desempenho, mostrando não haver um padrão de resposta após a estimulação através de antígenos vacinais (RUBIN *et al.* no prelo). O que pode justificar a ausência do efeito sobre o desempenho no ensaio com treonina.

Na prática, pode-se dividir em duas fases de resposta frente à estimulação antigênica, o que explicaria a ausência de respostas entre o grupo vacinado e não vacinado. A primeira, na qual há uma estimulação antigênica e os animais vacinados apresentam aumento

na temperatura corporal, sonolência e anorexia, com o sistema imune respondendo vigorosamente a um desafio, diminuindo o desempenho.

No segundo período, não havendo estímulos adicionais, que diferem entre os tratamentos, há a eliminação dos antígenos entrando numa fase de retomada de crescimento e, conseqüentemente, aumenta as exigências aminoacídicas diárias, comparativamente às tabelas de exigência.

Desta forma, a suplementação nutricional, estando de acordo com a exigência previamente estabelecidas nos experimentos de lisina e metionina permitiu uma recuperação em todos os tratamentos, não havendo diferença de desempenho entre os animais vacinados e não vacinados.

Do mesmo modo Webel *et.al.*, (1998), trabalhando com estimulação imunológica em frangos, através da injeção de LPS com 0, 100 e 400 µg/dia e diferentes níveis de treonina. Estes pesquisadores observaram redução no GPD e CRD, enquanto a deposição de proteína (TDP) /dia foi linear para os níveis crescentes de treonina, não sendo afetada pelas diferentes doses de LPS. Desta forma, concluiu-se que a estimulação imunológica não afetou a TDP e a exigência de treonina na dieta, mas apenas a quantidade absoluta deste aminoácido exigida/dia, para máximo desempenho.

3.2 Níveis de treonina e o desempenho

Não se verificou efeito ($P>0,05$) dos níveis de treonina total sobre o consumo de ração diário (CRD). Por não ter ocorrido variação no CRD dos animais entre os tratamentos, foi constatado aumento linear ($P>0,01$) no consumo diário de treonina em decorrência do aumento de seus níveis na dieta.

Os níveis de treonina total das dietas não influenciaram o GPD e a CA ($P>0,05$), o que permite concluir, que o menor nível de treonina total, atendeu as exigências dos leitões para desempenho. Portanto, o nível 0,85% de treonina total, numa relação treonina: lisina de aproximadamente 55% e num consumo de Treo dia de 4,29 gramas atende a exigência de leitões entre 6 e 16 kg. Sendo estes resultados menores que os sugeridos por Rostagno (2005), de 0,972% treonina total para leitões de 7 a 15 kg.

É importante observar que a dieta basal, aqui utilizada, teve como base as exigências estabelecidas nos ensaios de lisina e metionina, (1,55% de lisina total e 0,9% de Met

+ Cis total), formulada sobre o conceito de proteína ideal e respeitando a relação proposta por Rostagno 2005 para os demais aminoácidos essenciais.

Resultados muito semelhantes foram observados por Bisinoto *et al.*, (2007), cujos tratamentos consistiram de dietas com diferentes níveis de treonina total (0,86; 1,02; 1,18 e 1,34%) e relação treonina total:lisina (54 , 64; 74 e 84%) e níveis constantes de lisina (1,60%), metionina (0,44%) e triptofano (0,29%).

Estes pesquisadores não observaram diferenças para as variáveis de desempenho (consumo diário de ração, ganho diário de peso, ganho diário de peso ajustado para mesmo consumo de ração e conversão alimentar) e para o teor de nitrogênio da uréia plasmática dos leitões. Os autores sugeriram que leitões de 6,0 a 11,0kg não necessitam mais que 0,86% de treonina total na ração (0,72% de treonina digestível) e relação treonina total:lisina de 54:100 (relação treonina digestível: lisina de 49:100).

A ausência dos efeitos significativos, no trabalho de Bisinoto *et al.*, (2007), foi atribuída ao elevado potencial genético de crescimento e a baixa ativação do sistema imunológico, o que determinou um ótimo desempenho dos leitões, que atingiram peso médio de 21,30kg aos 49 dias de idade. Já que em condições de menor desafio sanitário, normalmente os animais respondem positivamente a níveis maiores de lisina na ração. Por outro lado, a treonina, além de ser utilizada para síntese de proteínas do tecido muscular, também se apresenta em altas concentrações em proteínas envolvidas com outras funções fisiológicas e que são mais exigidas em condições de maior ativação dos sistemas de defesa do organismo, como na secreção de muco e anticorpos (AJINOMOTO, 2003).

Entretanto, verificou-se que os animais aqui submetidos aos desafios de produção e ainda estimulados através de antígeno vacinais, apresentaram a mesma exigência relatada por Bisinoto *et al.*, (2007), indicando não ser este o fator responsável por um efeito não significativo para os diferentes níveis de treonina total.

Da mesma maneira, Ribeiro *et al.*, (2006) pesquisaram o efeito de diferentes relações treonina:lisina sobre o desempenho e digestibilidade em leitões dos 21 aos 50 dias de idades. Estes pesquisadores, trabalharam com duas dietas (pré-inicial- 21 a 35 dias e inicial- 36 a 50 dias), divididas em fases de 14 dias, com 1,17 e 1,03% de lisina digestível, variando a relação de treonina: lisina 50, 58, 66 e 74. Não houve efeito significativo para CRD, GPD e CA no período pré-inicial, entretanto na fase inicial foi observado efeito sobre GPD e CA. Quando se avaliou o período total não observou qualquer efeito sobre o desempenho. Também Schutte *et al.*, (1997) não verificaram efeito sobre o consumo.

A ausência de efeitos sobre o desempenho deve-se aos baixos níveis de proteína (19,10% e 17,5%), utilizado em algumas destas pesquisas, limitando o potencial genético de crescimento dos animais. O baixo nível de lisina nas dietas, também pode ter sido um importante limitante para o desenvolvimento dos animais já que, em vários trabalhos apresenta-se muito abaixo da exigência para máximo desempenho.

O consumo tem sido influenciado, nos vários experimentos com treonina, pela digestibilidade desta nos alimentos utilizados e nível de proteína nas dietas utilizadas. Para dietas com baixo nível de PB, o aumento da inclusão de treonina leva a redução no consumo. Desta forma, Saldana *et al.*, (1994), com uma dieta padrão com 16,7% de PB e apenas 1,25% de lisina total, observou redução no CRD e GPD de forma quadrática, como uma exigência de 0,63% de treonina digestível e uma ingestão diária de 4,0 gramas/dia deste aminoácido. Numa revisão Lima (1996), encontrou para leitões de 10 a 25 kg entre 0,55 a 0,61% de treonina digestível como exigência.

Entretanto, em outro trabalho na mesma fase de crescimento Rosell e Zimmerman (1985), verificaram uma redução linear no consumo (aumentou treonina reduziu consumo), sem qualquer efeito sobre o GPD com 0,70% como melhor nível para CA. Deve-se considerar que a dieta basal continha apenas 1,14% de lisina e 16,2% PB, o que pode ter limitado a resposta dos animais para o GPD e levado a redução do consumo, uma vez que a deficiência de lisina leva a uma maior dessaminação dos demais aminoácidos.

Do mesmo modo, Berto *et al.*, (2002) estudando a exigência de treonina para leitões, dividiu o estudo em duas fases, dos 7 aos 12 kg e dos 12 aos 23 kg. Na primeira fase, a dieta basal tinha 1,40% de lisina total e 0,80% de treonina e os demais tratamentos 0,87, 0,93 e 0,99% de treonina total. Concluíram que para melhor desempenho deve trabalhar com 0,94% de treonina total, não havendo efeito para GPD e CRD ($P > 0,10$), mas apenas quando o GPD foi ajustado pelo consumo, houve efeito quadrático. Neste experimento a excreção de nitrogênio urinário indica uma exigência de 0,89% para treonina total, resultado muito próximo aos determinados como exigência neste trabalho (0,85% de treonina total).

Na segunda fase do experimento (12 aos 23 kg) trabalhou-se com uma dieta basal com 1,25% de lisina total e 0,69% de treonina e os demais 0,75; 0,80; 0,85% treonina total. O melhor GPD ajustado para o mesmo consumo de ração e CA foram conseguidos ao nível 0,76% treonina na ração sendo 61% na relação com lisina total. Não se observou efeito para CRD e GPD ($P > 0,10$). Muitas das diferenças de exigência de treonina total para leitões, nos

diversos experimentos desaparecem quando a exigência de treonina é expressa como porcentagem do nível de lisina.

Considerando que se trabalhou com apenas uma dieta, dos 6 aos 17 kg, esta não atendeu a exigência dos leitões durante todo o período experimental, o que pode ter contribuído para não detecção do efeito de níveis crescentes de treonina. Isto pode justificar as diferenças nos resultados aqui observados e os apresentados por Berto *et al.*, (2002).

Trabalhando-se com modelo experimental num fatorial 3 x 3, sendo três níveis de triptofano e três níveis de treonina, a dieta basal com 1,2% de lisina total, Guzik *et al.*, (2005) detectaram efeito linear da inclusão de treonina sobre o desempenho. Este aumento pode ter ocorrido em função da baixa digestibilidade das dietas utilizadas, sendo estas à base de trigo, ervilhas e cevada.

Trabalhando com leitões de 6 a 15 kg, uma dieta basal com 1,28% de lisina total e 16% de proteína bruta. Não houve efeito sobre o consumo, sendo 0,70% de treonina total a exigência destes animais, para maior GPD e melhor CA (LEWIS; PEO JR., 1986).

Comparando-se os resultados dos trabalhos de Rosell e Zimmerman (1985) e Lewis; Peo Jr (1986), aos aqui verificados, há uma menor exigência de treonina nos anteriores que pode ser resultado das diferentes potenciais genéticos, composição das dietas e níveis de aminoácidos e proteína adotados para as dietas padrão.

Ainda para leitões entre 6 e 15 kg de peso, a inclusão de treonina resultou em efeito quadrático para a GPD (0,77% de treonina total), CRD (0,73% de treonina total) e CA (0,82% de treonina total) (RODRIGUES *et al.*, 2001). Portanto, uma exigência muito próxima da determinada para treonina total, neste experimento. A baixa inclusão de lisina da dieta (1,10% de lisina total), contribuiu para que o efeito fosse quadrático, limitando a resposta ao ponto em que a relação treonina:lisina torna-se desfavorável, pela deficiência de lisina (RODRIGUES *et al.*, 2001).

A deficiência ou excesso de aminoácidos diminui a síntese protéica em diversos tecidos, explicando o efeito da inclusão de treonina nestes trabalhos. Xu Wang *et al.*, (2006), estudaram o efeito de diferentes níveis de treonina digestível ileal (0,37; 0,74 ou 1,11%), sobre a síntese protéica em diferentes tecidos. A taxa de síntese absoluta de proteína hepática foi menor no grupo com 0,37% se comparado aos grupos com 0,74 e 1,11%. A síntese protéica, no músculo, jejuno e mucina, foi mais alterada que a síntese de proteína no fígado. Observou-se que, a síntese protéica no músculo longíssimo, mucosa jejunal e mucina, reduziu

nos tratamentos 0,37 e 1,11%. Assim, concluindo que o excesso ou deficiência de treonina reduz a síntese protéica nos tecidos de rápido crescimento nos leitões.

Variações no efeito de diferentes inclusões de treonina nas dietas têm sido observadas. Saraiva *et al.* (2006) trabalhando com leitões entre 15 e 30 kg, sob stress térmico, observaram efeito da inclusão de treonina (0,53 a 0,83% digestível) afetando de forma linear GPD e CA, tendo como exigência 0,587% de treonina digestível, numa relação treonina:lisina de 63% e um consumo de 7,56 g de treonina dia.

É preciso destacar que neste experimento a dieta basal tinha apenas 1,03% de lisina total (NRC 1998), o que segundo Rostagno (2005) atende apenas a exigência de animais com desempenho médio, não atendendo à exigência para máximo desempenho. A ausência de efeito sobre o consumo pode ser atribuída ao estresse térmico utilizado no experimento, reduzindo a ingestão voluntária em todos os tratamentos.

Entretanto, Rodrigues *et al.*, (2001b) observaram efeito quadrático sobre o CDR, que reduziu até o nível de 0,66% de treonina na dieta. O GPD aumentou de forma linear entre 0,60 e 0,75%, havendo melhoria na CA até 0,70% de treonina digestível na dieta (efeito quadrático). Neste trabalho a melhor relação treonina digestível: lisina digestível correspondeu a 86%.

Ainda para animais entre 15 e 30 kg, Pozza *et al.*, (2000) verificaram efeito quadrático sobre a CA, determinando como exigência 0,53% de treonina e a uma relação de 61%. Deve-se destacar que os animais atingiram 33 kg aos 95 dias se mostrando de baixo potencial genético e que a concentração de lisina total, na dieta basal, era apenas foi de 0,87%, contribuindo para menor exigência de treonina que a citada acima.

Enfim, a literatura tem reportado grandes diferenças de exigência de treonina, na fase inicial, entre os trabalhos científicos. Entre estes pode-se citar Rotagno *et al.*, (2005), com 0,97% de treonina total para leitões de 7 a 15 kg e Rostagno (2000), com 0,78% para leitões de 5 a 15 kg.

As diferenças de exigência de treonina podem ocorrer devido a fatores como potencial genético, uso de antibióticos na ração, temperatura ambiente, níveis de lisina nas rações e mesmo os ingredientes utilizados nas formulações. Pozza *et al.*, (2000), citaram que rações com menor teor lisina resultam numa maior exigência de treonina. Desta forma, pode-se concluir que em grande parte dos ensaios com treonina a sua exigência foi superestimada já que, o nível de lisina na dieta basal estava abaixo da exigência dos animais.

A treonina é o terceiro aminoácido limitante para suínos podendo sua inclusão nas dietas afetar o desempenho dos animais. Segundo Saldana *et al.*, (1994) este pode ser o primeiro aminoácido limitante quando lisina sintética é adicionada à ração. Assim as variações na concentração de lisina utilizada nos diversos trabalhos pode justificar os diferentes resultados, já que lisina é o primeiro limitante.

As diferentes metodologias contribuem para diferentes respostas obtidas com relação lisina: treonina total entre 100:63 e 100:67 (fases iniciais) e 100:70 (GATEL; FEKETE, 1989 e POZZA *et al.*, 1999). Diante da grande variação de resultados encontrados nos experimentos que visam à determinação da exigência de treonina para suínos em crescimento, há a necessidade de padronização das metodologias utilizadas para determinar de forma mais precisa e consensual a exigência deste aminoácido.

Exigência foi realizada no conceito de proteína ideal, entretanto a relação ótima com a lisina não é constante sendo influenciada pela fase de crescimento e potencial genético para deposição de carne magra.

Rodrigues *et al.* (2001) (níveis crescentes de PB na carcaça leitões de 5 a 15 kg) e Berto *et al.*, 2002 observaram efeito quadrático aumentando até o nível de 0,69; 0,77; 0,76%. Estes pesquisadores também observaram efeito no consumo.

Enfim, no experimento a dieta basal tinha 1,55% de lisina total, considerando a menor relação com a treonina de 54% obteve-se uma inclusão mínima de 0,85% de treonina total. Esta inclusão, quando comparada aos diversos trabalhos, já atendia a exigência diária para este aminoácido. O NRC 1998 foi utilizado como referência na formulação da dieta basal na maioria dos experimentos, assim para leitões de 5 a 10 kg, utilizou-se de 0,86 a 0,96% de treonina total e para animais de 10 a 15 kg, 0,73 e 0,79%.

Normalmente a exigência de aminoácidos é expressa com base na sua concentração na dieta em relação ao primeiro aminoácido limitante, a lisina. Como a ingestão diária de ração é influenciada pelo potencial genético dos animais, a exigência de animais com alta taxa de deposição de carne magra e baixa taxa de ingestão diária, não é atingida quando se tem como base, dietas derivadas de experimentos com animais com alta taxa de consumo. Desta forma, estimar a exigência com base no consumo diário é mais real que na concentração de aminoácidos na dieta.

3.3 Níveis de treonina e composição das carcaças

Os resultados da composição química e das deposições de proteína e gordura na carcaça de suínos machos castrados de 6 a 17 kg, de acordo com o nível de treonina da ração e grau de ativação do sistema imune, são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Composição, taxas de deposição de gordura e proteína na carcaça de leitões dos 6 aos 16 kg, em função dos níveis de treonina da ração e ativação do sistema imune.

Parâmetros	Treonina (%)					MÉDIA	CV
	0,85	0,95	1,05	1,15	1,25		
Composição de carcaça (%)							
Água**	Não Ativado	66,59	66,36	67,17	66,2	64,85	2,76
	Ativado	67,7	66,92	66,91	66,64	64,67	
	MÉDIA	67,15	66,64	67,04	66,42	64,76	
Proteína ^{NS}	Não Ativado	16,28	16,04	16,21	16,17	15,38	4,41
	Ativado	15,92	15,98	15,96	15,82	16,13	
	MÉDIA	16,10	16,01	16,09	16,00	15,76	
Gordura*	Não Ativado	14,32	14,64	13,35	17,84	17,28	14,29
	Ativado	13,24	13,65	13,78	14,58	16,28	
	MÉDIA	13,78	14,15	13,57	16,21	16,78	
Taxa de deposição na carcaça (g/dia)							
Proteína ^{NS}	Não Ativado	52,86	47,97	50,31	49,44	43,56	11,14
	Ativado	49,25	48,12	46,32	47	49,9	
	MÉDIA	51,06	48,05	48,32	48,22	46,73	
Gordura***	Não Ativado	51,55	50,07	44,73	68,03	62,71	23,16
	Ativado	44,44	44,31	44,8	50,14	59,98	
	MÉDIA	48,00	47,19	44,77	59,09	61,35	

*Efeito Linear (P<0,05). $Y = 8,08 + 6,41 X$ ($R^2 = 74$)

**Efeito (P<0,05). $Y = 4,99 + 71,64 X$ ($R^2 = 67$)

***Efeito linear (P<0,05). $Y = 38,59 + 11,55 X$ ($R^2 = 65$)

^{NS} Não significativo (P>0,05).

A avaliação de carcaça seguiu o mesmo padrão de resposta da parte de desempenho, não havendo qualquer efeito da vacinação sobre os parâmetros avaliados. Essa resposta pode ser explicada, uma vez que o desempenho não foi influenciado significativamente, sendo os valores de composição de carcaça diretamente afetados pelo ganho de peso dos animais.

Os níveis de treonina total das dietas influenciaram o percentual de umidade e gordura na carcaça dos suínos (P<0,05), que diminuíram de maneira linear respectivamente (Figuras 2 e 3). O percentual de gordura na carcaça variou inversamente com o percentual de água na carcaça. Este comportamento pode ser explicado na medida em que o nível mais baixo de treonina atendeu a exigência deste aminoácido, para desempenho e carcaça. O

desequilíbrio, nos níveis mais altos de treonina, levou a uma maior deposição de gordura, sendo esperado um aumento na CA nestes níveis de suplementação.

O maior percentual de água na carcaça foi encontrado no menor nível de treonina na dieta. Este resultado está de acordo com os resultados de desempenho quando o menor nível de treonina, na dieta, foi determinado como o de exigência deste aminoácido. Geralmente, a maior deposição de água na carcaça corresponde também à maior taxa de deposição de carne magra e conseqüentemente maior taxa de deposição de proteína. O que permite inferir, que o menor nível de treonina total, atendeu as exigências dos leitões para maior teor de água na carcaça. Portanto, o nível 0,85% de treonina total, numa relação treonina:lisina de aproximadamente 55% e num consumo de treonina dia de 4,29 gramas atende a exigência de leitões entre 6 e 16 kg de peso vivo.

O mesmo ocorreu para o menor percentual de gordura na carcaça estando este no menor nível de treonina adicionado às dietas (figura 2)

Figura 1 - Efeito dos níveis de treonina da ração sobre o teor de água na carcaça

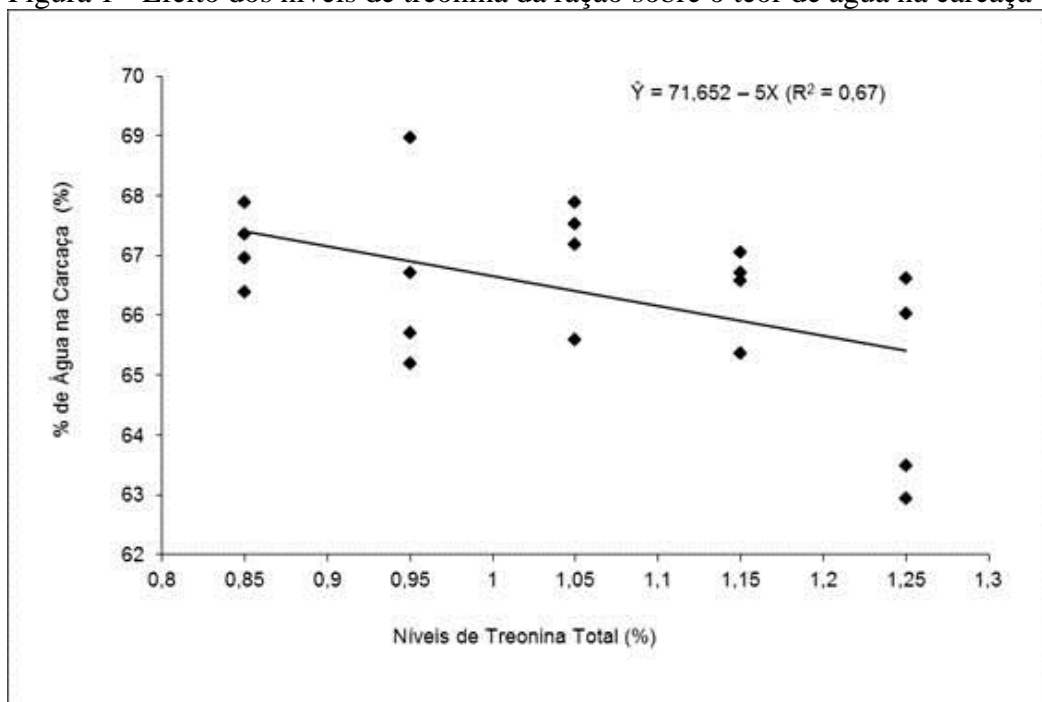
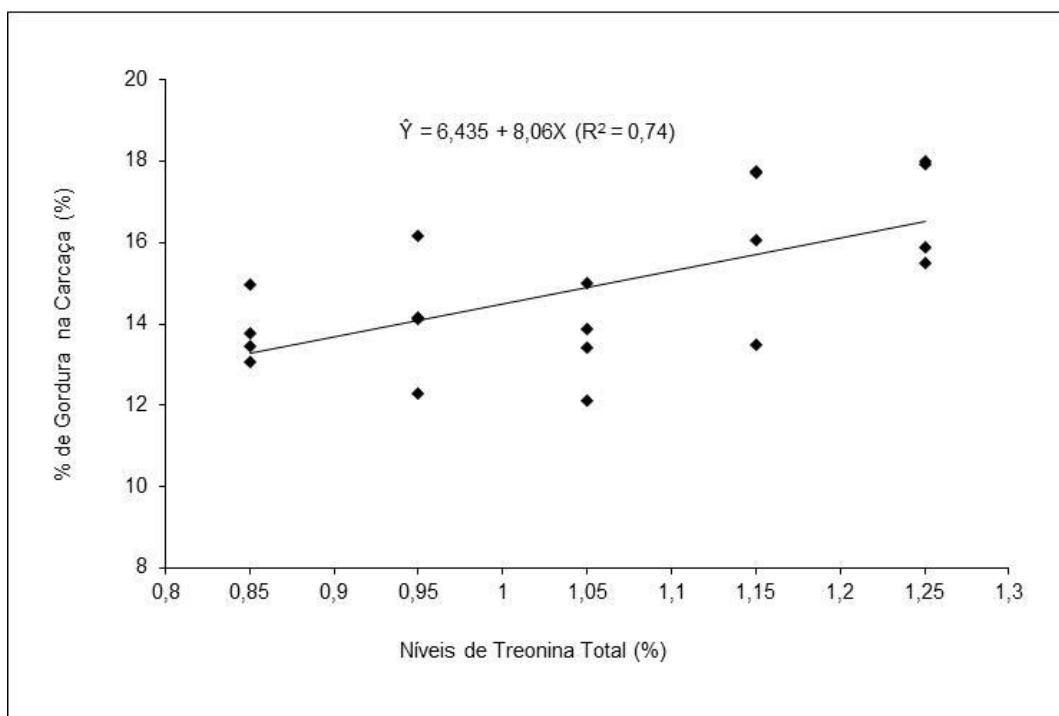


Figura 2 - Efeito dos níveis de treonina da ração sobre o teor de gordura na carcaça.



Não houve efeito ($P > 0,05$) dos níveis de treonina sobre as taxas de deposição de proteína e gordura na carcaça. Resultados semelhantes foram observados por Rodrigues *et al.* (2001), ao avaliarem níveis crescentes de treonina em rações para leitões de 6 a 15kg, sendo verificado ainda que a taxa de deposição de gordura variou inversamente com a deposição de proteína. Esses resultados diferem, entretanto, daquele obtido por Adeola (1995), Ertle *et al.* (2004) e Wang *et al.* (2007) que constataram aumento na DP, conforme os níveis crescentes de treonina das rações para leitões de 10 a 20kg.

Segundo Thong; Liebert (2004), a exigência de treonina dos animais pode variar de acordo com a capacidade genética dos animais para deposição de proteína, o que pode explicar a não significância para a taxa de deposição de proteína em relação aos níveis de treonina avaliados.

4 CONCLUSÕES

Leitões de alto potencial dos 6 aos 17 kg, independentes da ativação do sistema imune, exigem 0,85% de treonina total e 0,72% de treonina digestível, para o melhor desempenho e características de carcaça o que corresponde a uma relação de 55% treonina:lisina e a um consumo de treonina estimado de 4,29 g/d.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, A.K.; LICHTMAN, A.H. *Imunologia celular e molecular*. 5. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

ABRAHAM, E.J., *et al.* Pituitary function in the acute phase response in domestic farm animals: cytokines, prostaglandins, and secretion of acth.

ADEOLA, O. Dietary lysine and threonine utilization by young pigs: efficiency or carcass growth. *Purdue University Agricultural Research Programs. Journal paper* 14614.

AJINOMOTO. Boletim Técnico 10. Exigências de treonina para suínos. Benefícios da suplementação de L-treonina. 2003. *On line*. Disponível em: <<https://www.lisina.com.br>>. Acesso em: 23 fev. 2008.

BAKER, D.; JOHNSON, R.W. Disease stress cytokines and amino acid needs of pigs. *Pig News and Information*, v.20, n.4, p. 123N-124N 1999.

BALAJI, R., *et al.* Acute phase responses of pigs challenged orally with salmonella typhimurium. *Journal Animal Science*. v.78, p. 1885-1891.

BERCZI, I.; CHOW, D.A.; SANNADINI, E.R. *Neuroimmunoregulation and natural immunity*, v.15, n.5, p.273-281, 1998.

BERTO, D.A.; WECHSLER, F.S.; NORONHA, C.C. Exigência de treonina de leitões dos 7 aos 12 e dos 12 aos 23 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1176-1183, 2002.

BIKKER, P.; BOSCH, M. W.; WERSTEGEN, M. W.; *et al.* Protein deposition in body components of young growing gilts with high genetic potential for lean gain, as affected by energy intake. *Journal Animal Science*, v. 73. p. 2355, 1995.

BISINOTO, K. S., *et al.* Relação treonina: lisina para leitões de 6 a 11kg de peso vivo em rações formuladas com base no conceito de proteína ideal. *Ciência Rural*, v.37, n.6 2007.

BORG, B.S., LIBAL, W., WAHLSTROM, R.C., Tryptophan and threonine requirements of young pigs and their effects on serum calcium, phosphorus and zinc concentrations. *Journal of Animal Science*, v.64, p. 1070-1078, 1987.

CHUNG, T.K., BAKER, D. H., Methionine requirement of pigs between 5 and 20 kg. *Journal Anim. Sci.*, v. 70, p. 1857-1863, 1992.

CONWAY, D., SAUER, W.C., DEN HARTOG, L.A.; *et al.* 1990. Studies on threonine requirements of growing pigs based on total, ileal, and fecal digestible contents. *Livestock Prod. Sci.*, 25:105.

CROMWELL, G.L., CLINE, T.R., CRENSHAW, J.D. 1993. The dietary protein and (or) lysine requirements of barrows and gilts. *J. Anim. Sci.*, 71(6):1510-1519.

ECKERSALL, P. D. Recent advances and future prospects for the use of acute phase proteins as markers of disease in animals. *Revue Méd. Vét.*, v. 151, n. 7, p.577-584, 2000.

EDMONDS, M. S., BAKER, D. H., Amino acid excesses for young pigs: effects of excess methionine, tryptophan, threonine or leucine. *J. Anim. Sci.*, v. 64, p. 1664-1671, 1987.

ETTLE, T., ROTH-MAIER, D. A., BARTELT, J. Requirement of true ileal digestible threonine of growing and finishing pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, v.8, p. 221-222, 2004.

FONTES, D. O.; *Lisina para leitoas selecionadas geneticamente para deposição de carne magra na carcaça dos 15 aos 95 kg.* 1999, 101p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FOSSUM, C., Cytokines as markers for infections and their effect on growth performance and well-being in the pig. *Domest. Anim. Endocr.*, v. 15, n. 5, p.439-444, 1998.

FRANEK, S. P., BILKEI, G., Influence of non-confinement rearing under high infectious pressure from *Mycoplasma hyopneumoniae*: Pig performance, acute phase proteins and cortisol assessment. *Acta Vet. Brno*, v. 73, p. 335-340, 2004.

FRIEND, D.W., BROWN, R.G. 1971. Blood sampling from suckling piglets. *Can. J. Anim. Sci.*, 51(2):547-549.

FRIESEN, K. G.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; *et al*, Influence of dietary lysine on growth and carcass composition of high-lean-growth gilts fed from 34 to 72 kilograms. *Journal Animal Science*, v. 72, n. 7, p. 1761-1770, 1994a.

FULLER, M. Macronutrition requirements of growing swine. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS*, 1996, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: 1996. p. 205-222.

GUZIK, A. C.; PETTITT, M. J.; BELTRANENA, E.; SOUTHERN, L. L.; KERR, B. J., Threonine and tryptophan ration fed nursery pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. v.89, p. 297-302, 2005.

HANSEN, J.A., KNABE, D.A., BURGOON, K.G. 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5 to 20 kilogram swine. *J. Anim. Sci.*, 71:442-451.

HEEGAARD, P.M.; KLUSEN, J.; NIELSEN, J.P.; GONZALEZ, R.N.; PINEIRO, M., LAMPREAVE, F.; ALAVA, M.A., 1998. The porcine acute phase response to infection with *actinobacillus pleuropneumoniae*. Haptoglobin, c-reactive protein, major acute phase protein and serum amyloid a protein are sensitive indicators of infection. *J. Nutr.*, V.118, P., 1436-1446.

JIANWEN, L., DAIWEN, C., KEYING, Z., DINGBIAO, Z., The effect of immune stress on ideal amino acid pattern for piglets. *Acta Veterinaria et Zootechnica Sinica*, v. 37, n.1, p.34-37, 2006.

JOHNSON, R., 1997. Inhibition of growth by pro-inflammatory cytokines: an integrated view. *J. Anim. Sci.*, v. 75, p. 1244-1255.

KIEFER, C. *Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos mantidos em diferentes ambientes térmicos dos 30 aos 60 kg*. Tese Mestrado, Universidade Federal de Viçosa, p. 44, 2003.

KLASING, K.C.; AUSTIC, R.E. 1984a. Changes in plasma, tissue and urinary nitrogen metabolites due to an inflammatory challenge. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, v. 176, p. 276-284.

KLASING, K.C.; AUSTIC, R.E., 1984b. Changes in protein synthesis due to an inflammatory challenge. *Proc. Soc. Exp. Biol. Med.*, v. 176, p. 285-291.

KLASING, K.C.; JOHNSTONE, B.J., 1991. Monokines in growth and development. *Poult. Sci.*, v. 70, p.1781-1789.

KNABE, D. A. Optimizing the protein nutrition of growing-finishing pigs. *Animal Feed Science and Technology*. v. 60, n. 3, p. 331-341, 1996.

LANGE, C. F. M.; GILLIS, A. M.; SIMPSON, G. J. Influence of threonine intake on whole-body protein deposition and threonine utilization in growing pigs fed purified diets. *Journal Animal Science*. v.79, p. 3087-3095, 2001.

LENIS, N.P. Digestible aminoacids for pigs: assessment of requirements on ileal digestibility basis. *Pig News an Inform.*, 13:31n-39n. 1992.

LEPINE, A. J.; MAHAN, D. C.; CHUNG, Y. K.; Growth performance of weanling pigs fed corn-soybean meal diets with or without dried whey at various L-lysine-HCl levels. *Journal Animal Science*, v. 69, p. 2026-2032, 1991.

MORETO, V.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; *et al.* Níveis dietéticos de lisina para suínos da raça landrace dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, n. 3, p. 803-809, 2000.

MIYADA, D. A. Fatores que influenciam as exigências nutricionais dos suínos. *In: SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGENCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUINOS*, 1996, Viçosa. *Anais...* Viçosa, MG: 1996. p. 435-446.

LEWIS, A.J.; PEO JR., E.R., Threonine requirement of pigs weighting 5 to 15 kg. *Journal of Animal Science*, v.62, p.1617-1623, 1986.

LIMA, G.J.M.M. Exigências nutricionais de leitões. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIA NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS*, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* UFV, p.403, 1996.

LIMA, G.J.M.M. Exigências nutricionais de leitões. *In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE AVES E SUÍNOS*, 1996, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV, 1996. p.403.

- MALMEZAT, T.; BREUILLÉ, D.; POUYET, C.; BUFFIÈRE, C. 2000. Methionine transsulfuration is increased during sepsis in rats. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* v.279, p1391-1397.
- MARINKOVIC, S.; JAHREIS, G.P.; WONG, G.G.; BAUMANN, H., 1989. IL-6 modulates the synthesis of a specific set of acute phase plasma proteins in vivo, *Journal Of Immunology*. v.142, N.3, p. 808-812.
- MELCHIOR, D.; SEVE, B.; LE FLOC'H, N. 2002. Consèquences d'une inflammation Chronique sur les concentrations plasmatiques d'acids aminés chez le porcelet: hypothèses sur l'implication du tryptophane dans la reponse immunitaire. *J. Rech. Porcine France*, v.34, p. 341-347.
- MOITA, A. M. S. *Exigência de proteína, lisina, metionina + cistina e níveis de energia digestível para leitões de 12 a 28 dias de idade*. Viçosa, MG: UFV, p. 100, 1994. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- MOREIRA, H. F.; FONTES, D. O.; OLIVEIRA, F., C. Níveis de lisina para leitões dos 6 aos 16 kg com alto potencial para deposição de carne magra na carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34., p. 1210-1216, 2005.
- MOURA, J. O.; BRUSTOLINI, P. C.; SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; FERREIRA, A. S.; PAULA, E. Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados e fêmeas de 15 a 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 35, p. 1085-1090, 2006.
- MOYA, L.; BOYLE, L.; LYNCH, B.; ARKINS, S. Effects of two teeth resection methods on plasma C-reactive protein and cortisol pigs. *5 th International Colloquium on Animal Acute Phase Proteins*, Dublin, 2005.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrient requirements of swine*. 10 ed. Washington, D. C. National Academy Press, p. 189, 1998.
- NUNES, C. G. V.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; SIQUEIRA, J. C.; PEREIRA, A. A.; SILVA, B. A. N. Níveis de lisina digestível para leitões dos 6 aos 15 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37., p. 84-88, 2008.
- OWEN, K. Q.; GOODBAND, J. L.; NELSEN, M. D.; TOKACH, S. S. The effect of dietary methionine and its relationship to lysine on growth performance of the segregated early-weaned pig. *Journal Animal Science*, v. 73, p. 3666-3672, 1995.
- POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; DOMZELE, J. L. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 28, p. 560-568, 1999.
- POZZA, P. C.; GOMES, P. C.; DOMZELE, J. L. Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 29, p. 817-822, 2000.
- POZZA, P.C. *Exigência de treonina digestível para suínos machos castrados e fêmeas dos 15 aos 30 kg*. Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1998, 61p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Viçosa, 1991.

RHODIMET nutrition guide. 2.ed. France: Rhône-Poulenc Animal Nutrition.1993. 55p.

RIBEIRO; *et al.*, Relações treonina: lisina no desempenho e metabolismo de leitões desmamados. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 12, n.2, p. 205-210, 2006.

RODRIGUES, N. E. B.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M. Níveis de treonina em rações para leitões dos 5 aos 15 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p. 2033-2038, 2001.

ROSSEL, V.L.; ZIMMERMAN, D.R. 1985. Threonine requirement of pigs weighing 5 to 15 kg and the effect of excess methionine in diets marginal in the threonine. *J. Anim. Sci.*, 60(2):480-486.

ROSTAGNO, H.S (ed.). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos*. Viçosa, MG, Imprensa Universitária, 141p, 2005.

ROSTAGNO, H.S.; SILVA, D.J.; COSTA, P.M.A.; *et al.* *Composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos (tabelas brasileiras)*. Viçosa, MG: UFV, 1983. 61p.

ROSTAGNO, N. E. B.; ALBINO, L. F. T.; DONZELE, J. L. Composição de alimentos e exigências nutricionais. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, p.141, 2000.

RUBIN, L.L ; *et al.* Influence of sulfur amino acid levels in diets of broilers chickens submitted to immune stress. *Brazilian Journal of Poultry Science*, v.9, n.1, p.53-59. 2007.

RUBIN, LL; *et al.* Methionine and Arginine diet levels on the immunity of broiler chickens submitted to immunological stimuli. *Brazilian Journal of Poultry Science* (no prelo).

RUSSEL, L.E.; EASTER, R.A. A note on the supplementation of low-protein, maize-soya-bean meal diets with lysine, tryptophan, threonine and methionine for growing pigs. *Anim. Prod.*, 42:291-295, 1986.

SALDANA, C. L.; KNABE, D. A.; OWEN, K. G. Digestible threonine requirements of starter and finisher pigs. *Journal of Animal Science*, v.72, p. 144-150, 1994.

SARAIVA, E. P.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L.; SILVA, F. C. O. S.; VAZ, R. G. M. V.; SIQUEIRA, J. C.; MANNO, M. C.; OLIVEIRA, W. P. Níveis de treonina digestível em rações para leitões dos 15 aos 30 kg mantidas em ambiente de alta temperatura. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n. 2, p. 485-490, 2006.

SARTIN, J. L.; ELSASSER, T.H.; GUNTER, D.R.; MCMAHON, C.D. Endocrine modulation of physiological responses to catabolic disease. *Domestic Animal Endocrinology*, v. 15, p.423-429, 1998.

SAUBER, T.E.; STAHLY, T.S.; NONNECKE, B.J., 1999. Effect of level of chronic immune system activation on the lactational performance of sows. *J. Anim. Sci.*, v. 77, p. 1985-1993.

SCHAART, M. W.; SCHIERBEEK, H.; SOPHIE, R. D., Van der SCHOOR. Threonine utilization is high in the intestine of piglets. *Journal of Nutrition*, v. 135, p.765-770, 2005.

SCHUTTE, J. B.; BOSCH, M.W.; LENIS, N.P; *et al.* Amino acid requirements of pigs. 2. Requirement for apparent digestible threonine of young pigs. *Neth. J. Agric. Sci.*, 38:597-607, 1990.

SCHUTTE, J. B.; DE JONG, J., SMINK, W.; *et al.* Threonine requirement of growing pigs (50 to 95 kg) in relation to diet composition. *Anim. Sci.*, 64:155-161, 1997.

SHARDA, D. P.; MAHAN, D. C.; WILSON, R. F. Limiting amino acids in low protein corn soybean meal diets for growing finishing swine. *J. Anim. Sci.*, 42(5):1175-1181, 1976.

SILVA, F. C. O.; DONZELE, J. L.; BARBOSA, C. M. P.; *et al.* Níveis de lisina digestível para suínos dos 6 aos 15 kg. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE NRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 37, 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000, CD ROM.

STAHLY, T.S. Impact of immune system activation on growth and optimal dietary regimens of pigs. *The Pig Journal*, v. 41, p. 65-74, 1998.

TRINDADE NETO, Messias Alves da; PETELINCAR, Izabel Marin; BERTO, Dirlei Antônio; *et al.* Níveis de lisina para leitões na fase inicial-1 do crescimento pós-desmame: composição corporal aos 11,9 e 19,0 kg. *R. Bras. Zootec.*, nov./dez., vol.33, no.6, suppl.1, p.1777-1789. ISSN 1516-3598, 2004.

TUITOEK, J. K.; YOUNG, L. G.; LANGE, C. F. M.; *et al.* Body composition and protein and fat accretion in various body components in growing gilts fed diets with different protein levels but estimated to contain similar levels of ideal protein. *Journal Animal Science*, v. 75, n. 6, p. 1584-1590, 1997.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. 1982. Central de Processamento de Dados - UFV-CPD. SAEG - *Sistema para análise estatística e genética*. Viçosa, MG, 1982, 59p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). 2000. *S.A.E.G (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)*. Viçosa, MG (Versão 7.0).

VAN HEUTGEN, E.; COFFEY, M.T; SPEARS, J.W., 1996. Effects of immune challenge, dietary energy density and source of energy on performance and immunity in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, v.74, p. 2431-2440, 1996.

VAN HEUTGEN, E.; SPEARS, J.W.; COFFEY, M.T., 1994. The effect of dietary protein on performance and immune response in weanling pigs subjected to an inflammatory challenge. *J. Anim. Sci.*, v. 72, p. 2661-2669, 1994.

VAN HEUTGEN, E.; SPEARS, J.W.; COFFEY, M.T., 1994. The effect of dietary protein on performance and immune response in weanling pigs subjected to an inflammatory challenge. *J. Anim. Sci.*, v. 72, p. 2661-2669, 1994.

VIEIRA VAZ, R. G. M.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambientes termoneutro dos 15 aos 30 kg. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, v.41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande, 2004.

- VIEIRA VAZ, R. G. M.; OLIVEIRA, R. F. M.; DONZELE, J. L. Exigência de aminoácidos sulfurados digestíveis para suínos machos castrados mantidos em ambientes de alta temperatura dos 15 aos 30 kg. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 34, p. 1633-1639, 2005.
- WANG, T. L.; FULLER, M. F. 1990. The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary aminoacid pattern for growing pigs. *Anim. Prod.*, 50:155-164, 1990.
- WASSELL, J., 2002. Haptoglobina: function and polymorphism. *J. Vet. Med. B*, v. 49, p.429-437, 2002.
- WEBEL, D. M.; JOHNSON, R. W.; BAKER, D. H.,³ Lipopolysaccharide-induced reductions in food intake do not decrease the efficiency of lysine and threonine utilization for protein accretion in chickens. *The Journal of Nutrition*, vol. 128, n. 10, p. 1760-1766, 1998.
- WEBEL, D. M.; *et al.*, 1997. Time course of increased plasma cytokines , cortisol and urea nitrogen in pigs following intraperitoneal injection of lipopolysaccharide. *J. Anim. Sci.*, v.75, p. 1514-1520, 1997.
- WILLIAMS, N. H; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R., 1997a. Effect of chronic immune system activation on the rate, efficiency and composition of growth and lysine needs of pigs fed from 6 to 27 Kg. *J. Anim. Sci.*, v. 75, p. 2463-2471, 1997a.
- WILLIAMS, N. H; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R., 1997b. Effect of chronic immune system activation on body nitrogen retention, partial efficiency of lysine utilization and lysine needs of pigs. *J. Anim. Sci.*, v. 75, p. 2472-2480, 1997b.
- WILLIAMS, N. H; STAHLY, T. S.; ZIMMERMAN, D. R., 1997c. Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs from 6 to 112 Kg. *J. Anim. Sci.*, v. 75, p. 2481-2496, 1997c.
- YEN, H.T. ; COLE, D.J.A. ; LEWIS, D. 1986. Amino acid requeriment of growing pigs. 8. The response of pigs from 50 to 90 kg live weight to dietary ideal protein. *Anim. Prod.*, 43:155-165, 1986.
- YOO, S. S.; FIELD, C.J.; MCBURNEY, M. I. 1997. Glutamine supplementation maintains intramuscular glutamine concentrations and normalizes lymphocyte function in infected early weaned pigs. *J. Nutr.*, v. 127, p. 225-2259, 1997.

ANEXO A

Quadro A1 – Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de lisina diário (CLD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de lisina.

FV	GL	Quadrados médios				
		PF	GPD	CRD	CA	CLD
Níveis de lisina	4	2.461508 ¹	2.441151 ²	0.2345236	0.5918808E-01 ³	5.646470
Imunidade	1	5.117614	5.324256	14.53364	0.2910214E-02	3.479652
Bloco	3	7.035557	8.562684	2.908114	0.8669384E-01	0.6876697
Interação	3	7.491483	0.5801028	0.5653550	0.2598783E-02	0.1694528
Resíduo	27	0.6004715	0.5863804	0.8324083	0.9079977E-02	0.2086900
CV (%)		4,66	6,95	5,45	6,21	5,64

¹Linear (P<0,01); Linear ² (P<0,01); Linear ³ (P<0,001)

Quadro A2 – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÁGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de lisina, vacinados e não vacinados

FV	GL	Quadrados médios				
		ÁGUA	GOR	PTN	TDP	TDG
Níveis de lisina	4	9.8274	14.1063	1,2130	208.0683	599.0522
Imunidade	1	6.8786	1.9255	9.0014	126.5100	546.6210
Bloco	3	12.2393	7.8309	1.2105	416.0518	780.6107
Interação	3	3.6735	18.1722	0.3002	38.7754	818.7521
Resíduo	27	4,9583	4.2032	0.4973	27.7252	117.0838
CV (%)		3,49	14,17	4,20	9.19	19.87

ANEXO B

Quadro B1 – Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de lisina diário (CLD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de Met + Cis.

FV	GL	Quadrados médios				
		PF	GPD	CRD	CA	CM+CD
Níveis de lisina	4	2.423387	0.2715376E-02	2.291120	0.5918808E-01 ¹	3.189869
Imunidade	1	2.531288	0.2829338E-02	3.432788	0.2910214E-02	0.3219142
Bloco	3	2.454485	0.3812399E-02	2.079609	0.8669384E-01	0.1889113
Interação	3	0.4171838	0.4525942E-03	0.7517943	0.2598783E-02	0.7563893E-01
Resíduo	27	0.3911831	0.4332625E-03	1.194801	0.9079977E-02	0.9414449E-01
CV (%)		4,00	6,11	5,45	7,34	7,30

¹Linear (P< 0,05);

Quadro B2 – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÁGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de Met + Cis, vacinados e não vacinados.

FV	GL	Quadrados médios				
		ÁGUA	GOR	PTN	TDP	TDG
Níveis de lisina	4	15.2622	14.5412	0.2809	43.9446	298.4030
Imunidade	1	1.9145	3.0350	0.6068	123.1056	246.0266
Bloco	3	10.6490	13.8347	0.4624	28.3309	489.1535
Interação	4	9.4199	16.3652	0.1812	4.1454	451.0555
Resíduo	21	149.5134	8.0564	0.4413	8.6195	242.0558
CV (%)		4,12	19,14	4,44	6.82	30.13

ANEXO C

Quadro C1 – Análise de variância e coeficientes de variação, referente a peso final (PF), ganho de peso diário (GPD), consumo de ração diário (CRD), conversão alimentar (CA) e consumo de treonina diário (CTD), de suínos dos 6 aos 17 kg, vacinados e não vacinados e diferentes níveis de treonina.

		Quadrados médios				
FV	GL	PF	GPD	CRD	CA	CTD
Níveis de lisina	4	0.4354005	0.4695928E-03	0.9236833	0.7640617E-02	4.626782
Imunidade	1	0.1685309	0.1872565E-03	0.5326864	0.1512041E-03	0.5223194E-01
Bloco	3	0.3155655	0.2223673E-03	2.744180	0.1409583E-01	0.3533426
Interação	3	0.2557663	0.2898682E-03	0.5326864	0.3499642E-02	0.1395915
Resíduo	27	0.2544848	0.2822443E-03	0.4779584	0.3140549E-02	0.6464110E-01
CV (%)		3,21	4,96	4,68	3,84	4,92

Quadro C2 – Análise de variância e coeficientes de variação, referentes à porcentagem de água (ÁGUA), porcentagem de gordura (GOR), porcentagem de proteína (PTN), taxa de deposição de proteína (TDP) e taxa de deposição de gordura (TDG) de leitões, dos 6 aos 17 kg, alimentadas com rações contendo cinco níveis de treonina, vacinados e não vacinados.

		Quadrados médios				
FV	GL	ÁGUA	GOR	PTN	TDP	TDG
Níveis de lisina	4	7.4254	17.7587	0.1540	19.9417	458.0223
Imunidade	1	1.1273	13.9503	2.6991	5.0245	446.7962
Bloco	3	3.1337	4.2602	0.6410	23.7166	163.3289
Interação	3	0.6463	3.5182	0.4382	36.2924	93.9473
Resíduo	27	3.3599	4,5344	0.4975	29.1955	145.6040
CV (%)		2.76	14.29	4,41	11.14	23.16