

## Diferentes fontes e níveis de selênio sobre a imunidade humoral de frangos de corte

### Different sources and levels of selenium on humoral immunity of broiler chickens

Pascoal Funari Junior<sup>I</sup> Ricardo de Albuquerque<sup>II</sup> Vinícius Diogo Azevedo Murarolli<sup>I</sup>  
Leonila Ester Reinert Raspantini<sup>II</sup> Ana Lucia Sicchiroli Paschoal Cardoso<sup>III</sup>  
Eliana Neire Castiglioni Tessari<sup>III</sup> Flavio Rocha Alves<sup>II</sup>

#### RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de investigar os efeitos da variação de níveis e fontes de selênio (Se) sobre a imunidade humoral de frangos de corte. Foram utilizados 1440 pintos de um dia, machos, criados até os 42 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com seis dietas experimentais (A: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se inorgânico (inorg.); B: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se orgânico; C: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se inorg.+orgânico; D: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se inorgânico; E: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se orgânico; F: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se inorg.+orgânico) calculadas para fornecerem a quantidade de Se descritas, e seis repetições com 40 aves cada. Foi utilizado um arranjo fatorial 3x2 e os dados foram submetidos à análise de variância, com nível de significância a 5%. A imunidade foi avaliada por meio da resposta à vacina contra a Doença de Newcastle e resposta à sensibilização prévia com eritrócitos de carneiro (SRBC). Não foi observada diferença estatística ao nível de significância de 5%, para os títulos de anticorpos contra a vacina da Doença de Newcastle ( $P>0,05$ ). Entretanto aos 14 dias o fator fonte obteve probabilidade ( $P=0,0580$ ), resultado que mostra uma tendência de influência da fonte inorgânica na manutenção da imunidade materna, pois nesta idade as aves ainda não haviam sido vacinadas contra a Doença de Newcastle. Não foi observado nenhum efeito para variável de resposta a sensibilização prévia com SRBC ( $P>0,05$ ). Os resultados mostram que as aves responderam imunologicamente ao estímulo, porém a variação da fonte e do nível de Se não foi capaz de induzir uma diferença significativa na resposta imunológica das aves. Os níveis e fontes de Se não têm efeito sobre a resposta imunológica aos eritrócitos de carneiro (SRBC) e, resposta imunológica a vacina contra a Doença de Newcastle.

**Palavras-chave:** microminerais, minerais orgânicos, nutrição.

#### ABSTRACT

The use of organic trace minerals is getting strength and is an alternative to increase production and improve other characteristics such as humoral immunity. The present study was conducted to evaluate the effect of different levels and sources of selenium (Se) on humoral immunity of broilers. A six-week research was conducted using 1440 one-day-old males broiler chickens. The experimental design was randomized with six experimental diets (A: 0.15mg kg<sup>-1</sup> inorganic (inorg.); B: 0.15mg kg<sup>-1</sup> organic; C: 0.15mg kg<sup>-1</sup> inorg.+organic; D: 0.45mg kg<sup>-1</sup> inorganic; E: 0.45mg kg<sup>-1</sup> organic; F: 0.45mg kg<sup>-1</sup> inorg.+organic) calculated to provide the described amount of Se. Each diet was replicated in six box with 40 birds. A 3x2 factorial arrangement was used and the data were analyzed by ANOVA. The immunity was evaluated by means of the reaction against vaccine of Newcastle disease, and a reaction against sheep red blood cells (SRBC). No significant effects were observed at 5% significance level in NewCastle antibody ( $P>0.05$ ). However at 14 day-old the source factor had p value at 0.0580, that show a trend of inorganic source in prolong the maternal immunity. No effect was observed in the immune response against SRBC ( $P>0.05$ ). The results showed a immunologic response against Newcastle vaccine and SRBC, but the treatments was not able to induce a significant difference. The source and the level of Se showed no effect on the response against Newcastle vaccine and SRBC.

**Key words:** trace minerals, organic minerals, nutrition.

#### INTRODUÇÃO

A forma inorgânica mais comum de suplementação de Se é o selenito de sódio. Já a forma

<sup>I</sup>Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Rua dos Funcionários, 1559, 80035-050, Curitiba, PR, Brasil. E-mail: lito.vet@gmail.com. Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ), Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

<sup>III</sup>Instituto Biológico, São Paulo, SP, Brasil.

orgânica de suplementação de Se é produzida a partir de uma cultura de levedura (*Saccharomyces cerevisiae*) enriquecida com Se inorgânico. Este processo leva à incorporação de Se ao invés do enxofre na metionina ou cisteína formando selenocisteína ou selenometionina (RUTZ et al., 2005).

O Se pode influenciar nas funções reprodutivas, no desenvolvimento, na imunocompetência e retardando o processo de envelhecimento (SURAI, 2002) e na resistência ao calor (MAHMOUD & EDENS, 2005). Segundo alguns autores (SCHRAUZER, 2000; BRITISH NUTRITION FOUNDATION, 2001; SURAI, 2002) o Se orgânico pode atuar como uma reserva nos músculos e o inorgânico direto na sua incorporação à selenocisteína atuando em diversas selenoproteínas.

O Se é um micronutriente essencial para o crescimento e manutenção da ave. Este possui diversas funções dentre as quais a regulação da atividade da enzima glutatona peroxidase (GSH-Px), aumenta a eficiência da vitamina E; melhora a atuação do sistema imunológico (CHOCT et al., 2004). A deficiência de Se pode fazer com que a ave tenha problemas como: necrose hepática, diátese exsudativa, redução na secreção de enzimas digestivas, além de reduzir o crescimento do animal (MOREIRA et al., 2001).

A influência do Se sobre diversos fatores se deve ao fato deste micromineral ser considerado um antioxidante. Nas aves a primeira linha de defesa antioxidante é baseada na atividade de três enzimas: superóxido dismutase, GSH-Px e catalase. Nos últimos anos a importância destas enzimas no sistema antioxidante dos tecidos vem sendo mais pesquisada e após a descoberta de que a maioria das formas da GSH-Px é dependente de Se, o lugar do Se deste micromineral na alimentação animal atraiu maior atenção por parte dos pesquisadores (SINGH et al., 2006). A vitamina E é o principal componente do sistema antioxidante e muito tem se estudado suas reações. Mas alguns dos subprodutos destas reações também são tóxicos e devem ser removidos das células. Para que isso ocorra é preciso à ação da GSH-Px Se dependente (SURAI, 2002). A vitamina E e o Se são capazes de melhorar a resposta imunológica humoral das aves através da destruição de peróxidos (SWAIN et al., 2000).

O presente trabalho teve o objetivo de estudar os efeitos da variação de níveis e fontes de Se sobre a imunidade humoral de frangos de corte.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 1440 pintos de corte de um dia de idade, machos, de linhagem comercial, vacinados

no incubatório contra Doença de Gumboro e Doença de Marek, criados até 42 dias em boxes (4,25m<sup>2</sup>), com cama de maravalha nova em aviário experimental. O manejo e equipamentos utilizados foram semelhantes aos de criação comercial, adaptados às condições experimentais.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado com seis tratamentos, seis repetições/tratamento totalizando 36 unidades experimentais (boxes) com 40 aves/box. As rações para cada fase de desenvolvimento dos frangos obedeceram as formulações descritas na tabela 1, ajustadas para terem os níveis desejáveis de Se. As dietas experimentais só se diferenciaram quanto ao nível e a fonte de selênio da seguinte maneira: A: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se inorgânico; B: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se orgânico; C: 0,15mg kg<sup>-1</sup> Se inorg.+orgânico; D: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se inorgânico; E: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se orgânico; F: 0,45mg kg<sup>-1</sup> Se inorg+orgânico. O premix utilizado na confecção das rações basais não continha selênio, sendo o mesmo adicionado em quantidade suficiente para respeitar o valor descrito para cada dieta experimental. O selenito de sódio representou a fonte inorgânica e a selenometionina fonte orgânica. Eles foram incluídos na formulação descrita na tabela 1 em substituição parcial ao caulim. As quantidades de Se nas dietas administradas às aves se encontram na tabela 2.

Todas as aves foram vacinadas contra a Doença de Newcastle aos 14 dias de vida, pela via ocular com vacina comercial, com vírus vivo, tipo B<sub>1</sub>, amostra LaSota, seguindo as recomendações do fabricante. Aos 14 (antes da vacinação), 21, 28 e 35 dias foram coletadas amostras de sangue de 12 aves por tratamento, sendo duas de cada parcela, identificadas individualmente para que as coletas fossem realizadas sempre nas mesmas aves. A retirada do sangue foi feita através da punção da veia ulnar. Estas amostras foram colocadas em microtubos secos e, centrifugados para obtenção do soro. O soro obtido das amostras foi submetido ao ensaio imunoenzimático com *kit* ELISA (Enzyme-Linked Immunosorbent Assay) para a titulação de anticorpos contra a Doença de Newcastle.

Para a avaliação da resposta à sensibilização prévia com eritrócitos de carneiro (SRBC) foi utilizada uma solução contendo 5x10<sup>9</sup> eritrócitos ml<sup>-1</sup>, preparada segundo a metodologia descrita por NUNES (2008). Aos 35 dias de idade 72 aves, duas de cada parcela experimental foram escolhidas ao acaso, marcadas de maneira individual. A imunização das aves foi feita com a injeção de 0,1ml da solução citada, através da veia ulnar. Aos 42 dias de idade foram coletadas amostras de sangue das aves previamente imunizadas contra SRBC.

Tabela 1 - Composição porcentual e análise calculada de nutrientes das rações nas diferentes fases de criação.

Ingredientes	Inicial %	Crescimento %	Final %
Milho	52,26	57,11	63,70
Farelo de soja	40,13	34,00	28,00
Óleo de soja	3,52	4,90	4,50
Sal	0,35	0,35	0,35
Calcáreo	1,24	1,60	1,60
Fosfato Bicálcico	1,60	1,14	0,95
Metionina	0,24	0,21	0,18
Suplemento Vit.-Min. <sup>(+)</sup>	0,20	0,20	0,20
Antibiótico	0,01	0,01	0,00
Inerte (caulin)	0,45	0,48	0,52
-----Composição Nutricional (calculada)-----			
Energia Metabolizável (kcal kg <sup>-1</sup> )	2950	3100	3150
Proteína (%)	22,50	20,00	18,00
Metionina (%)	0,35	0,32	0,30
Metionina + Cistina (%)	0,71	0,65	0,60
Cálcio (%)	0,95	0,95	0,90
Fósforo Disponível (%)	0,45	0,35	0,30

<sup>(+)</sup> Vit. A 11280UI, Vit. D<sub>3</sub> 2724UI, Vit. E 17,2mg, Vit. K<sub>3</sub> 1,92mg, Vit. B<sub>1</sub> 2,01mg, Vit. B<sub>2</sub> 4,5mg, Vit. B<sub>6</sub> 2,49mg, Vit. B<sub>12</sub> 12mg, Ácido Nicotínico 30mg, Pantonato de cálcio 12mg, Biotina 0,099mg, Ácido Fólico 0,99mg, Antioxidante (BHT) 1mg, Iodo 1,0065mg, Ferro 60mg, Manganês 70,2mg, Zinco 70mg, Cobre 10,05mg.

O sangue foi colocado em microtubos sem anticoagulante e depois centrifugado para a obtenção do soro. A partir do soro foi feita a titulação de anticorpos (anti-SRBC) em teste de hemaglutinação seguindo a metodologia descrita por NUNES (2008).

Os resultados foram analisados através do programa computacional Statistical Analysis System (SAS, 2001), foram submetidos à análise de variância que separou como causas de variação o efeito do fator 1 (fonte), efeito do fator 2 (nível) e a interação entre ambos (fonte x nível). Os efeitos dos fatores e das interações, quando significativos, foram separados através do teste de média Tukey. Foi adicionado o fator medidas repetidas no tempo, referentes aos diversos momentos de titulação de Newcastle e SBRC. Quando

significativo, estudou-se efeito de tratamento dentro do tempo pelo teste de média Tukey a 5%.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados estão apresentados na tabela 3. Não foi observada diferença estatística ao nível de significância de 5%, para os títulos de anticorpos contra a vacina da Doença de Newcastle. Resultado esse que corrobora com a prescrição do NRC (1994), que indica a utilização de 0,15mg kg<sup>-1</sup> de Se total na ração de frangos de corte como quantidade suficiente para atender todas as necessidades da ave, não sendo necessária maior quantidade deste micromineral. Porém a referência anteriormente citada pode não refletir as

Tabela 2 - Quantidade de selênio calculada segundo a dieta experimental e quantidade encontrada após análise em cada ração.

Dietas experimentais	Se calculado (mg kg <sup>-1</sup> )	-----Se analisado (mg kg <sup>-1</sup> )-----		
		Inicial	Crescimento	Final
A	0,15	0,187	0,198	0,204
B	0,15	0,192	0,195	0,172
C	0,15	0,223	0,233	0,225
D	0,45	0,496	0,506	0,489
E	0,45	0,427	0,488	0,497
F	0,45	0,514	0,537	0,527

\*Análise realizadas na material natural.

Tabela 3 - Média geométrica dos títulos de anticorpos contra o vírus da Doença de Newcastle, obtidas no teste ELISA, aos 14, 21, 28 e 35 dias e títulos médios de anticorpos anti-SRBC, obtidos no teste de hemaglutinação.

Dieta experimental		-----New Castle-----				-----SRBC-----	
Nível	Fonte	14 dias	21 dias	28 dias	35 dias	T0	T1
0,15	Inorgânico	806,17	1317,92	379,92	1970,67	3,00	7,75
	Orgânico	399,67	897,00	235,25	1948,58	3,00	8,33
	In-org.	548,33	691,75	312,00	1746,00	3,00	6,83
0,45	Inorgânico	837,92	716,58	291,25	2821,42	3,00	7,83
	Orgânico	447,25	997,58	175,75	2632,08	3,00	7,83
	In-org.	630,58	923,42	236,17	1609,92	3,17	8,67
-----Efeitos Principais-----							
0,15		584,72	968,89	315,06	1888,42	3,00	7,64
0,45		638,58	879,19	234,39	2354,47	3,06	8,11
	Inorgânico	822,04	1017,25	335,58	2396,04	3,00	7,79
	Orgânico	423,46	947,29	214,50	2290,33	3,00	8,08
	In-org.	589,46	807,58	274,08	1677,96	3,08	7,75
Média		611,65	924,04	274,72	2121,44	3,03	7,87
-----Probabilidade-----							
Nível		0,6828	0,5983	0,1076	0,3173	0,3253	0,3061
Fonte		0,0580	0,5908	0,1443	0,3964	0,3798	0,8087
Nível*Fonte		0,9870	0,1120	0,9932	0,6464	0,3798	0,1089
CV (%)		65,40	55,50	54,50	63,70	5,50	17,60

SRBC: *sheep red blood cell*/ eritrócitos de carneiro.

T0: tempo 0 (antes da inoculação dos eritrócitos de carneiro).

T1: tempo 1 (uma semana após inoculação dos eritrócitos de carneiro).

CV(%): Coeficiente de variação.

exigências dos frangos de corte atualmente produzidos devido ao grande ganho genético das linhagens de corte. Atualmente empresas de genética avícola indicam 0,2 a 0,3mg de Se por quilo de ração para todo o período de criação dos frangos (AVIAGEN, 2007; COBB-VANTRESS, 2009).

Os resultados encontrados na titulação de anticorpos contra a Doença de Newcastle discordam dos obtidos por SWAIN et al. (2000), que observaram diferenças nos resultados conseguidos no teste ELISA 10 dias após a vacinação, quando utilizaram os seguintes níveis de Se na ração 0, 0,1, 0,5 e 1mg kg<sup>-1</sup> sendo que a melhor resposta foi ao nível de 0,1mg kg<sup>-1</sup> de Se, isto quando o nível de vitamina E estava em 150UI kg<sup>-1</sup>, e com o aumento na quantidade do mineral houve diminuição na resposta imunológica. Entretanto KINDLEIN et al. (2007) não encontrou diferenças na titulação de anticorpos de galinhas vacinadas contra *E. coli* alimentadas com rações contendo 0,16 e 0,72ppm de Se.

Não foi observado efeito da fonte sobre a titulação de anticorpos contra a Doença de Newcastle, porém, segundo SILVA (2009) o Se fonte inorgânica resulta em títulos mais altos a vacinação contra Doença

de Gumboro, porém não podemos afirmar o mesmo sendo que não houve efeito da fonte de Se sobre as titulações de anticorpos contra a Doença de Newcastle. Aos 14 dias o fator fonte obteve valor de probabilidade 0,0580 (P=0,0580), resultado que mostra uma tendência de influência da fonte inorgânica na manutenção da imunidade passiva, pois nesta idade as aves ainda não haviam sido vacinadas contra a Doença de Newcastle, sendo os anticorpos titulados de origem materna. A influência da imunidade passiva de origem materna é um dos fatores que dificulta a análise desta variável, pois costuma apresentar altos coeficientes de variação. Por este motivo optamos por realizar o teste de resposta a sensibilização prévia com SRBC, pois este seria um estímulo imunológico que não encontraria anticorpos maternos no organismo dos frangos e a resposta imunológica humoral seria desenvolvida, sendo mensurados anticorpos produzidos pela ave sensibilizada com SRBC.

Não foi observado nenhum efeito para variável de resposta a sensibilização prévia com SRBC. Os resultados mostram que as aves responderam imunologicamente ao estímulo, porém a variação da fonte e do nível de Se não foi capaz de induzir uma

diferença significativa na resposta imunológica das aves. Este resultado discorda do descrito por LARSEN et al. (1997) que demonstraram aumento do título de anticorpos contra eritrócitos de carneiro quando se aumentaram os níveis de Se, de 0,1 a 0,8mg kg<sup>-1</sup>. Em estudo comparando a fontes e níveis de Se, SILVA (2009) obteve maior titulação de anticorpos contra SRBC em nível 0,3mg kg<sup>-1</sup> de Se inorgânico. Porém neste caso os animais foram expostos a estresse cíclico por calor, fato este que pode evidenciar a capacidade desta fonte em ser prontamente utilizada pelo organismo da ave.

A resposta imunológica é influenciada por diversos fatores como o estresse, a suplementação de vitamina E e de outros nutrientes que não variaram no presente estudo. As variações entre as dietas experimentais propostas neste estudo podem não ter sido suficientes para induzir uma variação de resposta humoral, já que não houve ausência do mineral ou nível tóxico do mesmo, ou utilização de fontes muito diferentes das já conhecidas. Também não houve nenhum tipo de estresse provocado aos frangos. Na resposta imunológica, o Se é componente essencial da enzima GSH-Px, que tem como função principal detoxificar os radicais livres como os peróxidos produzidos no metabolismo normal das células, sejam no citosol ou nas membranas, em associação com a vitamina E, e com isso tem impacto na resistência a doenças (KIDD, 2004).

## CONCLUSÃO

A imunidade humoral dos frangos de corte não é influenciada pela fonte ou nível de Se.

## AGRADECIMENTO

A Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado de São Paulo pelo financiamento da pesquisa.

## COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA

Projeto aprovado pela Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo em reunião de 21/11/2007, sob o protocolo nº 1216/2007.

## REFERÊNCIAS

- AVIAGEN. **Broiler nutrition specification**. jun. 2007. Capturado em: 10 dez. 2010. Online. Disponível em: <[http://67.20.64.230/ss/assets/Tech\\_Center/Ross\\_Broiler/Ross-308\\_Broiler\\_Nutrition\\_Spec.pdf](http://67.20.64.230/ss/assets/Tech_Center/Ross_Broiler/Ross-308_Broiler_Nutrition_Spec.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2008.
- BRITISH NUTRITION FOUNDATION. **Selenium and health**. London: British Nutrition Foundation, 2001. 215p.
- CHOCT, M. et al. Selenium supplementation affects broiler growth performance, meat yield and feather coverage. **British Poultry Science**, v.45, p.677-683, 2004. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071660400006495>>. Acesso em: 20 nov. 2008 doi:10.1080/00071660400006495.
- COBB-VANTRESS BRASIL. **Suplemento de crescimento e nutrição para frangos de corte**. 01 mar. 2009. Capturado em: 10 dez. 2010. Online. Disponível em: <[http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Cobb500\\_BPN\\_PORT.pdf](http://www.cobb-vantress.com/contactus/brochures/Cobb500_BPN_PORT.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2008
- KIDD, M.T. Nutritional modulation of immune function in broilers. **Poultry Science**, v.83, p.650-657, 2004. Disponível em: <<http://ps.fass.org/cgi/reprint/83/4/650>>. Acesso em: 09 out. 2008.
- KINDLEIN, G et al. Feeding different levels of vitamin E and selenium has no effect on serum immunoglobulin Y (IgY) production by layers vaccinated against *Escherichia coli* and avian encephalomyelitis virus. **Ciência Rural**, v.37, n.5, p.1374-1379, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782007000500024>>. Acesso em: 08 out. 2008.
- LARSEN, C.T. et al. Effect of dietary selenium on the response of stressed and unstressed chickens to *Escherichia coli* challenge and antigen. **Biological Trace Element Research**, v.58, p.169-176, 1997. Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/7g78742150001280/>>. Acesso em: 12 out. 2008. doi: 10.1007/BF02917469.
- MAHMOUD, K.Z.; EDENS, F.W. Influence of organic selenium on hsp70 response of heat-stressed and enteropathogenic *Escherichia coli*-challenged broiler chickens (*Gallus gallus*). **Comparative Biochemistry and Physiology**, v.141, p.69-75, 2005. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S153204560500102X>>. Acesso em: 20 set. 2006. doi: 10.1016/j.cca.2005.05.005.
- MOREIRA, J. et al. Efeito de fonte e níveis de selênio na atividade enzimática da glutatona peroxidase e no desempenho de frangos de corte. **Ciência Agrotecnica**, v.25, p.664-666, 2001. Disponível em: <[http://www.editora.ufla.br/site/\\_adm/upload/revista/25-3-2001\\_23.pdf](http://www.editora.ufla.br/site/_adm/upload/revista/25-3-2001_23.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2008.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of poultry**. 9.ed. Washington: National Academy, 1994. 176p.
- NUNES, A.D. **Influência do uso de aditivos alternativos a antimicrobianos sobre o desempenho, morfologia intestinal e imunidade de frangos de corte**. 2008. 112f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal, Universidade de São Paulo, SP.
- RUTZ, F. et al. Impacto da utilização de minerais orgânicos sobre o metabolismo e desempenho das aves. In: CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2005 Santos, SP. **Anais...** Santos: FACTA, 2005. 367p. p.257-268.
- SCHRAUZER, GN. Selenomethionine: a review of its nutritional significance, metabolism and toxicity. **Journal of Nutrition**, v.130, p.1653-1656, 2000. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/content/130/7/1653.full>>. Acesso em: 08 ago. 2008.

SILVA, I.C.M. **Resposta imune e desempenho de frangos de corte submetidos a variações dietéticas de vitamina E e selênio.** 2009. 164f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, RS.

SINGH, H. et al. Effects of dietary supplements of selenium, vitamin E or combination of the two on antibody responses of broilers. **British Poultry Science**, v.47, n.6, p.714-719, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/00071660601040079>>. Acesso em: 07 maio, 2007. doi: 10.1080/00071660601040079.

STATISTICAL ANALISYS SYSTEM (SAS). Institute Incorporation. **SAS user's guide: satatistics.** 8.ed. Carry, 2001. 503p.

SURAI, P.F. **Natural antioxidants in avian nutrition and reproduction.** Nottingham: University, 2002. 790p.

SWAIN, B.K. et al. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combinations on the performance and immune response of broilers. **British Poultry Science**, v.41, p.287-292, 2000. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/713654938>>. Acesso em: 20 set. 2006. doi: 10.1080/713654938.