

Suplementação dietética de levedura de cerveja e de minerais orgânicos sobre o desempenho e resposta imune em frangos de corte desafiados com a vacina de coccidiose

Assessment of beer yeast diet and organic minerals on the performance and immune reponse of broilers immunized against coccidiosis vaccine

Jovanir Inês Müller Fernandes^{*} Cristiano Bortoluzzi¹ Raquel Cristina Kosmann¹
Elisângela Thaísa Gottardo¹ Nelson Luis Mello Fernandes^{II}

RESUMO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito da suplementação de levedura de cerveja e minerais orgânicos sobre o desempenho, morfometria intestinal e resposta imune humoral de frangos de corte, desafiados com a vacina de coccidiose. Foram utilizados 384 pintos de corte, distribuídos aleatoriamente em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (1. controle, 2. minerais orgânicos 3. levedo de cerveja, 4. associação de minerais orgânicos e levedo de cerveja) e 4 repetições de 24 aves cada. No alojamento, 12 aves de cada repetição foram identificadas com anilha e receberam a vacina contra coccidiose via ocular. Aos 7, 21, 35 e 42 dias, foi coletado sangue para análise de proteínas séricas totais e perfil eletroforético de IgA e IgG e um segmento do duodeno para análise morfológica. A suplementação de levedo de cerveja ou de minerais orgânicos não afetou o desempenho de frangos de corte ou a produção de anticorpos. O desafio imunológico com a vacina de coccidiose não foi suficientemente eficaz em provocar uma resposta imune capaz de alterar a morfometria da mucosa duodenal e a produção de anticorpos.

Palavras-chave: *microelementos minerais, sistema imune, vitaminas do complexo B, morfometria intestinal, coccidiose.*

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of beer yeast and organic minerals supplementations on the performance, intestinal morphometry and humoral immune response of broilers that were challenged with coccidiosis vaccine. Three-hundred-eighty-four chicks were used, randomly distributed in an entirely random design total with four treatments (1. control, 2. organic minerals on top, 3. beer yeast, 4. association between organic minerals and beer yeast) and four treatments with 24-bird repetition each. At housing, 12 birds of each repetition were identified and received the eye-drop vaccine against coccidiosis.

At 7, 21, 35 and 42 days it was collected blood to analyze the total serum proteins and the electrophoretic profile of IgA and IgG and a duodenal segment for morphometric analysis. Neither the beer yeast nor the organic minerals supplementation affected the broiler performance or the antibodies production. The immunological challenge like the coccidiosis vaccine was not efficacious enough to provide an immune response able to modify the duodenal mucosa morphometry and the antibodies production.

Key words: *microelements minerals, immune system, vitamin B complex, intestinal morphometry, coccidiosis.*

INTRODUÇÃO

O suplemento nutricional levedo de cerveja é um composto concentrado de leveduras da espécie *Saccharomyces cerevisiae*, uma fonte natural de vitaminas do complexo B. No mercado, estão disponíveis produtos a base de levedura com características diferenciadas, como leveduras vivas, mortas, parede celular, conteúdo celular e leveduras enriquecidas por minerais (GRAHAM & MCCRACKEN, 2005). Em função disso, há uma grande variação nutricional entre os produtos disponíveis comercialmente, dependendo da natureza do substrato, da espécie da levedura (BUTOLO, 2002) e do método de secagem adotado pela indústria.

O extrato de leveduras é um aditivo que promove a integridade, o desenvolvimento e o bom funcionamento da mucosa intestinal, e também possui níveis elevados de nucleotídeos livres, que participam da divisão e crescimento celular, e de vitaminas do complexo B (GRAHAM & MCCRACKEN, 2005).

¹Laboratório de Experimentação Avícola, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Rua Pioneiro, 2153, 85950-000, Palotina, PR, Brasil. E-mail: jimfernandes@ufpr.br. *Autor para correspondência.

^{II}Laboratório de Biotecnologia, Setor Palotina, UFPR, Palotina, PR, Brasil.

De acordo com OYOFO et al. (1989), a levedura íntegra é estruturalmente composta por uma parede celular rica em mananoglicosacarídeos, que atuam sobre a mucosa intestinal, impedindo a fixação de microrganismos patogênicos, evitando que estes se liguem aos sítios nos enterócitos, movendo-se com o bolo fecal sem colonizar o trato intestinal.

GRANGEIRO et al. (2001) observaram que a levedura de cana-de-açúcar pode ser usada em inclusão de até 7,5% como um suplemento em dietas de frangos de corte, sem afetar significativamente o desempenho zootécnico, as características de carcaça e teor de umidade da cama. ZHANG et al. (2005) verificaram que frangos de corte alimentados com dietas contendo parede celular de levedura obtiveram melhor conversão alimentar, maior altura de vilos e relação vilos:cripta na mucosa ileal. RUTZ et al. (2006) avaliaram a suplementação de dietas com 2% de extrato de leveduras e observaram maior ganho de peso e melhor conversão alimentar.

Fontes minerais quelatadas ou orgânicas de minerais têm sido utilizadas visando a melhoria da resposta imune (RIBEIRO et al., 2008). Particularmente, elementos traços estão relacionados a células mediadoras da imunidade humoral e da resposta imune não específica, como na função das células T-B, atividade das células NK e na liberação de citocinas (Marcos et al., 2003). Dessa forma, durante a reação imunológica, o nível de minerais como zinco (Zn), selênio (Se) e cobre (Cu) no sangue decresce drasticamente e, em contrapartida, a absorção é aumentada e, conseqüentemente, nessas situações, a exigência dietética desses minerais pode ser maior (RIBEIRO et al., 2008).

Os efeitos do zinco e selênio sobre a imunidade são bastante conhecidos. Há descrições de melhora na resposta imune da progênie, quando zinco-metionina é adicionado à dieta das matrizes de frangos de corte (KIDD et al., 1996). O selênio por sua vez atua como componente da enzima glutatona peroxidase, que age protegendo as células contra o ataque de radicais livres a nível de citoplasma (SURAI, 2002).

O trato intestinal das aves, além de garantir o suprimento de nutrientes para o organismo, é o órgão de maior responsabilidade no desenvolvimento da imunidade geral inespecífica. De acordo com LIM et al. (1997), através do estímulo imunológico da mucosa, há produção de anticorpos tipo IgA, que bloqueiam os receptores e reduzem o número de bactérias patogênicas na luz intestinal.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de minerais orgânicos e da levedura de cerveja sobre o desempenho, morfometria da mucosa intestinal, concentração sérica de proteínas totais e o perfil eletroforético de imunoglobulinas

(IgG e IgA) em frangos de corte, desafiados com vacina de coccidiose.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Aviário Experimental da Universidade Federal do Paraná - Campus Palotina, Palotina-PR. Foram utilizados 384 pintos de corte machos da linhagem Cobb, de um dia de idade e provenientes de matrizes de 42 semanas. No alojamento, os pintos foram distribuídos aleatoriamente de acordo com um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições de 24 aves cada, compondo 16 unidades experimentais. Os tratamentos foram compostos por: T1: controle; T2: minerais orgânicos *on top* (Cu (150mg kg⁻¹), Mn (250mg kg⁻¹), Zn (250mg kg⁻¹) e Se (150mg kg⁻¹); T3: levedura de cerveja (300mg/kg) e T4: associação de minerais orgânicos (T3) e levedura de cerveja (T4). Para obtenção dos tratamentos, foram adicionados os minerais orgânicos e ou a levedura de cerveja à ração controle em substituição ao inerte. Água e ração foram fornecidas *ad libitum* em um programa de alimentação dividido em duas fases: a inicial (1 a 20 dias de idade) e a de crescimento/abate, (21 a 42 dias de idade). Na tabela 1, está demonstrada a composição nutricional das rações experimentais e da levedura de cerveja utilizada.

Doze aves por unidade experimental foram devidamente identificadas e anilhadas para, em seguida, serem desafiadas com vacinação comercial via ocular, a base de oocistos vivos atenuados de *Eimeria* spp. no momento do alojamento. Para as demais aves do box, utilizou-se água destilada no procedimento de vacinação. A vacina utilizada é comercializada para imunização de frangos de corte. A temperatura cloacal de aves vacinadas e não vacinadas foi aferida 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação da vacina. O efeito pirogênico (febre) faz com que ocorra um aumento de 10 a 15% na taxa metabólica basal para cada 1°C de elevação de temperatura corporal. Essas mudanças metabólicas, mediadas pelas citocinas, fazem com que a glicose seja mobilizada em tecidos periféricos e direcionada para os sítios de geração da resposta imune.

Os parâmetros de desempenho (peso vivo, consumo de ração e conversão alimentar) foram registrados semanalmente por parcela experimental de 24 aves. O peso vivo das aves foi obtido separadamente das aves desafiadas das não desafiadas.

Aos 7, 21 e 42 dias de vida, foi coletado sangue de quatro aves por unidade experimental, duas desafiadas e duas não desafiadas (totalizando oito aves desafiadas e oito aves não desafiadas por

Tabela 1 - Composição percentual e calculada das dietas experimentais dos frangos de corte no período inicial (1 a 21 dias) e crescimento/final (22 a 42 dias).

Ingredientes (%)	Ração inicial	Ração cresc./final
Milho	52,17	60,71
Farelo de soja	39,34	30,06
Óleo de soja	3,14	3,97
Calcário 38%	0,98	1,02
Fosfato bicálcico	2,09	1,98
Caulim*	1,00	1,00
Sal comum	0,37	0,36
Bicarbonato de sódio	0,09	0,11
L-Lisina	0,18	0,21
DL-Metionina	0,28	0,22
L-Treonina	0,04	0,04
Premix vit. e mineral ^{1,2}	0,30	0,30
Valores calculados		
Proteína, %	22,50	19,00
EM, Kcal/Kg	2949	3100
Cálcio, %	1,00	0,97
Fósforo disponível, %	0,50	0,47
Lisina Dig., %	1,25	1,06
Metionina Dig., %	0,59	0,49
Met.+Cistina Dig., %	0,89	0,75
Treonina Dig., %	0,80	0,68
Mongin, Meq/100g	228,22	192,72

* Substituído pela inclusão de minerais orgânicos (tratamentos 2 e 4) e levedura** de cerveja (tratamentos 3 e 4)

** Composição nutricional da levedura de cerveja: Valor calórico: 27,76kcal kg⁻¹, Carboidratos: 2,38g kg⁻¹, Proteína 4,36g kg⁻¹, Gorduras totais: 0,09g kg⁻¹, Cálcio: 22mg kg⁻¹, Ferro: 1,4mg kg⁻¹, Fósforo: 220mg kg⁻¹, vit. B1: 0,29mg kg⁻¹, vit. B2: 0,43mg kg⁻¹, Niacina:4mg kg⁻¹

¹Mistura Vitamínica Inicial (Conteúdo por kg de premix): Vit. A 7.000.000,00UI; Vit. D3 2.200.000,00UI; Vit.E 11.000,00mg; Vit. K3 1.600,00mg; Vit. B1 2.000,00mg; Vit. B2 5.000,00mg; Vit. B12 12.000,00mg; Niacina 35.000,00mg; Ácido Pantotênico 13.000,00mg; Ácido Fólico 800,00mg; Antioxidante 100.000,00; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

²Mistura mineral (Conteúdo por kg de premix): Ferro 10.000,00mg; Cobre 16.000,00mg; Iodo 2.400,00mg; Zinco 100.000,00mg; Manganês 140.000,00mg; Selênio 400,00mg; Veículo q.s.p. 1.000,00g.

tratamento) com a vacina para a quantificação das proteínas totais e avaliação do perfil eletroforético das imunoglobulinas A e G. Para adsorção da placa do teste imunoenzimático, foi utilizada solução antigênica, obtida a partir da vacina comercial que

contém as espécies *E. acervulina*; *E. maxima*; *E. praecox*; *E. tenella* e *E. Mitis*.

As amostras de soro foram submetidas à eletroforese vertical em gel de poliacrilamida a 12% na presença de agente redutor (SDS-PAGE) (SILVA et al., 2008). As bandas proteicas reveladas foram quantificadas por densitometria (Zênite Z-30 Turbo) e comparadas com um padrão de concentração gradiente de soro albumina bovina (MACIEL et al., 2007).

Aos 7, 21 e 42 dias de idade, foram sacrificadas quatro aves por unidade experimental, duas desafiadas e duas não desafiadas com a vacina. Foram coletadas amostras de segmento do duodeno, as quais foram fixadas em solução de formol tamponado e incluídas em parafina para a obtenção de cortes transversais. As lâminas com cortes do duodeno foram coradas pelo método de HE. As imagens do duodeno foram capturadas e analisadas no programa IMAGE PROPLUS 4.1. Foi mensurada a altura de 20 vilos e a profundidade de 20 criptas de cada repetição por segmento e, desses valores, foi obtida a média. Os dados foram submetidos à análise de variância com auxílio do sistema de análise estatística SAS (2002) e empregado o teste de Tukey (P<0,05) para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para consumo de ração e conversão alimentar, ganho de peso e morfometria intestinal e perfil eletroforético de imunoglobulinas estão demonstrados nas tabelas 2 e 3 e figura 1, respectivamente. Não houve efeito significativo (P>0,05) dos tratamentos sobre a temperatura cloacal aferida 12, 24, 48 e 72 horas após a aplicação da vacina (dados não demonstrados).

Houve efeito significativo (P<0,05) dos tratamentos sobre o ganho de peso e a CA apenas aos sete dias de idade (Tabela 2). As aves que não foram vacinadas e receberam a associação de minerais orgânicos e levedura de cerveja apresentaram ganho de peso semelhante às aves que receberam a dieta controle, entretanto, quando foi suplementado mineral orgânico separadamente, houve um desempenho inferior. A suplementação de minerais orgânicos neste trabalho foi feita *on top*. Dessa forma, a falta de resultados positivos à suplementação pode ser atribuída ao atendimento à exigência nutricional de minerais pela ração convencional.

Esses resultados diferem dos encontrados por SILVA et al. (2009), em que foi observado ganho de peso e conversão alimentar semelhante entre as aves controle e as aves que receberam

dieta contendo extrato de leveduras. Para a variável consumo de ração, não se observou diferença estatística entre os tratamentos. Entretanto, SILVA et al. (2009) observaram um maior consumo nas aves que receberam ração contendo 2% de extrato de leveduras. Esses resultados podem diferir pelo fato de que os diferentes tipos de leveduras utilizados podem ter passado por processamentos diferenciados, obtendo composição química ajustada de acordo com o processo utilizado.

As aves desafiadas com vacinação via ocular a base de oocistos de *Eimeria* spp no primeiro dia de vida apresentaram ($P<0,05$) um menor ganho de peso em relação às aves controle (Tabela 03). Contudo, aos 21 e 42 dias, não houve efeito do desafio imunológico e nem dos nutrientes sobre o desempenho produtivo das aves. O menor ganho de peso das aves desafiadas, observado na primeira semana, independente dos tratamentos, pode ser explicado pela demanda de nutrientes para manter a homeostase, frente ao desafio imunológico e reparação da mucosa agredida pela replicação das eimérias.

Houve efeito significativo ($P<0,05$) do desafio imunológico sobre a altura dos vilos do duodeno aos sete dias de idade, independente do tratamento. Aves desafiadas apresentaram menor altura de vilos que as aves não desafiadas (Tabela 3). Aos 42 dias, foi observado efeito significativo dos tratamentos dietéticos sobre a profundidade de cripta, contudo não houve efeito significativo sobre a relação vilos:cripta. Aves vacinadas ou não que receberam dietas suplementadas apenas com minerais orgânicos ou levedura de cerveja apresentaram ($P<0,05$) menor profundidade de cripta, quando comparadas ao controle. Entretanto, quando comparada à profundidade da cripta das aves suplementadas pela associação minerais orgânicos e levedura, não houve diferença significativa ($P>0,05$).

A menor profundidade de cripta pode ser associada à menor necessidade de renovação do epitélio intestinal. De acordo com MAIORKA et al. (2003), animais com uma maior renovação celular da mucosa do intestino têm criptas mais profundas como resultado da alta atividade mitótica e hiperplasia. MCBRIDE & KELLY (1990) estimaram que a manutenção do epitélio intestinal e estruturas anexas de suporte têm custo de 20% da energia bruta consumida pelo animal. Portanto, a agressão à mucosa intestinal exerce grande influência sobre a homeostase metabólica e a produtividade das aves, sendo que grandes exposições a desafios microbianos resultam em menores taxas de crescimento e deposição de vários tecidos, especialmente o músculo esquelético (BENSON et al., 1993).

A suplementação de minerais orgânicos e de levedura de cerveja não afetou ($P>0,05$) a concentração sérica de proteínas totais e o perfil eletroforético de imunoglobulinas (IgG e IgA) em frangos de corte desafiados imunologicamente pela vacina de coccidiose. Dessa forma, o comportamento dos níveis séricos da proteína total, IgG e IgA de aves desafiadas ou não durante o período experimental, está demonstrado na figura 1, independente dos tratamentos. A concentração das proteínas plasmáticas totais é menor quando comparada à dos mamíferos, variando de 2,5 a 4,5g dl⁻¹ no frango adulto (THRALL et al., 2004).

Os níveis de IgG verificados mostram a evidência e a importância da imunidade passiva adquirida pela progênie. Observa-se que, aos sete dias, esses níveis foram maiores do que aos 21 dias, voltando a crescer aos 42 dias, período em que a ave já é considerada imunocompetente. Apesar do menor ganho de peso aos sete dias de idade pelas aves desafiadas, não houve diferença na produção de anticorpos (IgG ou IgA). A vacinação precoce no primeiro dia de idade dos pintos de corte com

Tabela 2 - Consumo de ração (CR) e conversão alimentar (CA) de frangos de corte suplementados com minerais orgânicos e levedura de cerveja e desafiados ou não com vacina de coccidiose.

	Controle	MO	Levedura	MO +Levedura	Média	CV, %	P
1 a 7 dias							
CR, g	153,4±6,5	153,1±6,0	154,2±3,4	151,7±3,6	153,1±4,6	3,49	ns
CA	1,32±0,1 ^{bc}	1,41±0,3 ^a	1,39±0,2 ^{ab}	1,29±0,1 ^c	1,35±0,2	2,75	*
1 a 42 dias							
CR, g	4267±130,0	4298±133,2	4402±173,3	4555±145,3	4380±123,6	6,37	ns
CA	1,638±0,1	1,668±0,4	1,630±0,1	1,720±0,1	1,664±0,1	4,9	ns

MO: Minerais Orgânicos; * $P<0,05$; CV: Coeficiente de variação.

Tabela 3 - Ganho de peso (GP) e morfometria (comprimento de vilos, profundidade de cripta e relação vilos:cripta) da mucosa duodenal de frangos de corte suplementados com minerais orgânicos e levedura de cerveja e desafiados (D) ou não (ND) com vacina de coccidiose.

	Controle	MO	Levedura	MO + Levedura	Média	P	CV, %
----- 7 dias -----							
----- GP, g -----							
D	112,6±5,7	110,4±5,3	107,6±4,9	114,4±3,7	111,2 ^B ±5,2	ns	5,0
ND	119,3±4,2 ^{ab}	106,6±6,4 ^b	113,08±1,4 ^{bc}	120,08±4,8 ^a	114,78 ^A ±7,0	*	4,25
P	ns	Ns	ns	ns	*		
----- Vilos, µm -----							
D	360,5±30,7	424,7±8,8	484,1±35,2	437,7±60,9	432,6 ^B ±11,2	ns	20,67
ND	468,4±13,7	467,4±30,4	500,5±39,7	420,0±27,4	457,8 ^A ±9,8	ns	22,08
P	ns	Ns	ns	ns	*		
----- Cripta, µm -----							
D	74,4±7,5	87,8±7,1	80,8±3,6	72,3±6,1	79,3±3,1	ns	20,02
ND	81,1±6,7	92,3±7,9	79,0±5,1	83,1±5,3	83,6±2,2	ns	19,87
P	Ns	Ns	ns	ns	ns		
----- Vilos:cripta -----							
D	4,8±0,5	4,8±0,4	6,0±0,3	6,1±0,5	5,5±0,15	ns	19,0
ND	5,8±0,5	5,1±0,5	6,3±0,5	5,1±0,4	5,5±0,16	ns	18,8
P	ns	Ns	Ns	ns	ns		
----- 42 dias -----							
----- GP, g -----							
D	2630±40,1	2638±133,8	2803±214,5	2634±116,8	2676±146,8	ns	4,98
ND	2575±93,9	2511±62,0	2603±120,1	2661±163,1	2588±117,8	ns	5,0
P	ns	ns	ns	ns	ns		
----- Vilos, µm -----							
D	1042,0±125	1051,8±107	1036,1±138	1068,2±179	1050,3±43,5	ns	28,89
ND	925,1±199	1080,9±193	968,1±120	909,7±94	975,1±50,4	ns	26,78
P	ns	ns	ns	ns			
----- Cripta, µm -----							
D	244,5±52,3 ^a	193,7±22,7 ^{ab}	150,9±13,6 ^b	232,5±20,5 ^a	198,8±10,5	*	23,87
ND	247,4± ^a 34,1	190,1± ^{ab} 40,9	157,0± ^b 5,7	224,6± ^a 38,1	204,7±11,2	*	25,65
P	ns	ns	ns	ns			
----- Vilos:cripta -----							
D	4,3±1,6	5,4±1,1	6,9±1,1	4,6±0,6	5,3±0,4	ns	29,87
ND	3,7±1,5	5,7±1,6	6,2±0,1	4,05±0,6	4,7±0,3	ns	30,02
P	ns	ns	Ns	ns			

MO: Minerais Orgânicos; *P<0,05; CV: Coeficiente de variação.

Médias seguidas de letras distintas minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey.

vacina comercial via ocular a base de oocistos vivos atenuados de *Eimeria* spp não induziu uma resposta imune ativa, provavelmente por interferência dos altos títulos de anticorpos maternos sobre a vacinação precoce (SAYD & MUÑOZ, 2004).

A resposta imune humoral requer proliferação de linfócitos durante vários dias antes de contribuir significativamente na proteção do hospedeiro. A estimulação da resposta imune celular resulta na liberação de citocinas, que alteram o partilhamento dos nutrientes associados com os processos de crescimento e resposta imune.

RIBEIRO et al. (2008) também não encontraram efeito da suplementação de minerais orgânicos zinco e selênio na produção de anticorpos de frangos de corte desafiados com albumina sérica bovina, contudo, verificaram maior produção de anticorpos em função da vacinação. Por outro lado, FERKET & QURESHI (1992) observaram que a suplementação de dietas contendo níveis adequados de minerais na forma inorgânica, com zinco e manganês quelatados com metionina, melhorou a função imune de perus.

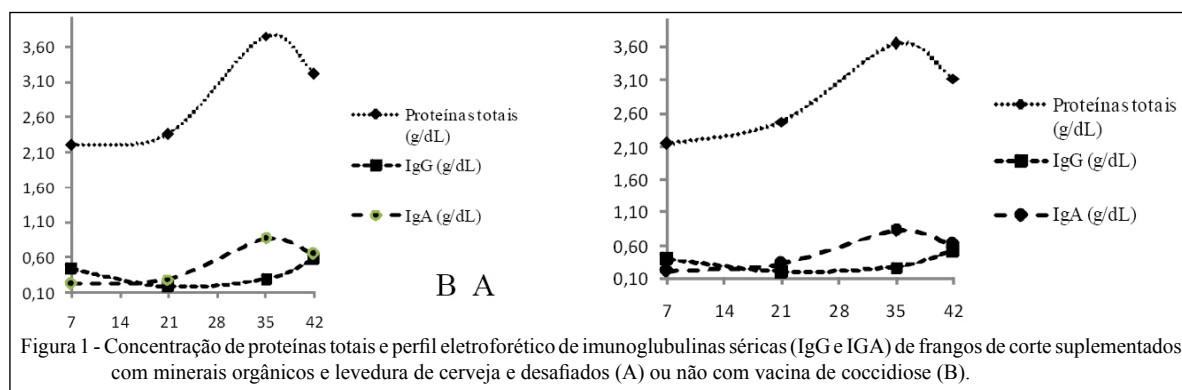


Figura 1 - Concentração de proteínas totais e perfil eletroforético de imunoglobulinas séricas (IgG e IGA) de frangos de corte suplementados com minerais orgânicos e levedura de cerveja e desafiados (A) ou não com vacina de coccidiose (B).

CONCLUSÃO

A suplementação de levedura de cerveja ou de minerais orgânicos *on top* não melhorou o desempenho de frangos de corte ou a produção de anticorpos. O desafio imunológico com a vacina de coccidiose não foi suficientemente eficaz em provocar uma resposta imune capaz de alterar a morfometria da mucosa duodenal e a produção de anticorpos de frangos de corpos suplementados com levedura de cerveja e minerais orgânicos.

COMITÊ DE ÉTICA

(13/2010 – CEUA em 14 de março de 2010).

REFERÊNCIAS

- BENSON, B.N. et al. Dietary energy source density modulate the expression immunologic stress in chicks. **Journal of Nutrition**, v.123, p.1714-1723, 1993. Disponível em: <<http://jn.nutrition.org/content/123/10/1714.full.pdf>>. Acesso em: 12 jul. 2010.
- BUTOLO, J.E. **Qualidade de ingredientes na alimentação animal**. Botucatu: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2002. 430p.
- FERKET, P.R.; QURESHI, M.A. Effect of level of inorganic and organic zinc and manganese on the immune function of turkey toms. **Poultry Science Journal**, v.71, suppl.1, p.60 (abstr.), 1992.
- GRAHAM, H.; MCCracken, K.J. Yeasts in animal feeds. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University, 2005. p.169-211.
- GRANGEIRO, M.G.A. et al. Inclusão da levedura de cana-de-açúcar (*Saccharomyces cerevisiae*) em dietas para frangos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.766-773, 2001. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/SBZ1/Artigos/2996.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2010. doi: 10.1590/S1516-35982001000300023.
- KIDD, M.T. et al. Zinc metabolism with special reference to its role in immunity. **World's Poultry Science Journal**, v.52, p.309-324, 1996. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1079/WPS19960022>>. Acesso em: 21 mar. 2011. doi:10.1079/WPS19960022.
- LIM, T.K. et al. Flow immunoassay using a cation exchange column and fluorescence-labelled antibody for detection of allergen. **Analytica Chimica Acta**, v.354, p.29-34, 1997. Disponível em: <linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0003267097004388>. Acesso em: 12 dez. 2010. doi:10.1016/S0003-2670(97)00438-8.
- MACIEL, R.M. et al. Perfil eletroforético das proteínas séricas de frangos de corte alimentados com dietas contendo aflatoxinas e/ou argila clinoptilolita natural. **Ciência Rural**, v.37, n.3, p.744-749, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v37n3/a22v37n3.pdf>>. Acesso em: 28 mar. 2011. doi: 10.1590/S0103-84782007000300022.
- MARCOS, A. et al. Changes in the immune system are conditioned by nutrition. **European Journal of Clinical Nutrition**, v.57, Suppl.1, p.S66-69, 2003.
- MCCBRIDE, B.W.; KELLY, J.M. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: a review. **Journal of Animal Science**, v.68, p.2997-3010, 1990. Disponível em: <<http://jas.fass.org/cgi/reprint/68/9/2997.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2010. doi: 10.1590/S0103-84782001000500030.
- OYOFO, B.A. et al. Prevention of *Salmonella typhimurium* colonization of broilers with D-mannose. **World's Poultry Science Journal**, v.68, n.10, p.1357-1360, 1989. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2685797>>. Acesso em: 20 mar. 2011.
- RIBEIRO, A.M. et al. Suplementação de vitaminas e minerais orgânicos e sua ação sobre a imunocompetência de frangos de corte submetidos a estresse por calor. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.636-644, 2008. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/SBZ1/Artigos/6516.pdf>>. Acesso em: 20 ago. 2008. doi: 10.1590/S1516-35982008000400008.
- RUTZ, F. et al. Desempenho e características de carcaças de frangos de corte recebendo extrato de leveduras na dieta. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, n.4, p.349-355, 2006. Disponível em: <www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/download/855/1002>. Acesso em: 04 jun. 2010.
- SAS Institute. SAS® Statistical Analysis System. **User's guide: statistics**. Version 9.1. 4.ed. Cary, NC, 2002. 513p.
- SAYD, S.; MUÑOZ, R. Medicina preventiva em poedeiras e frangos de corte: a importância da sorologia, anticorpos maternos

e fórmula de Deventer. **Avicultura Profissional**, v.22, n.3, p.18-20, 2004.

SILVA, V.K. et al. Digestibilidade do extrato de leveduras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.10, p.1969-1973, 2009. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/SBZ1/Artigos/8033.PDF>>. Acesso em: 18 maio, 2010. doi: 10.1590/S1516-35982009001000016.

SILVA, R.O.P. et al. Eletroforese de proteínas séricas: interpretação e correlação clínica. **Revista Médica de Minas Gerais**, v.18, n.2, p.116-22, 2008. Disponível em: <<http://www.medicina.ufmg.br/rmmg/index.php/rmmg/article/viewFile/10/9>>. Acesso em: 15 dez. 2010.

SURAI, P.F. Selenium in poultry nutrition: a new look at an old element 1. Antioxidant properties, deficiency and toxicity. **World's Poultry Science Journal**, v.58, p.333-347, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1079/WPS20020026>>. Acesso em: 31 mar. 2011. doi: 10.1079/WPS20020026.

THRALL, M.A. et al. Laboratory evaluation of plasma and serum proteins. In: _____. **Veterinary hematology and clinical chemistry**. Philadelphia: Lippincott Williams, 2004. p.401-412.

ZHANG, A.W. et al. Effects of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) cell components on growth performance, meat quality, and ileal mucosa development of broiler chicks. **Poultry Science Journal**, v.84, n.7, p.1015-1021, 2005. Disponível em: <<http://ps.fass.org/content/84/7/1015.long>>. Acesso em: 20 mar. 2010.