

DETERMINAÇÃO DO CUSTO ENERGÉTICO DA RESPOSTA IMUNE CRÔNICA E AGUDA EM FRANGOS DE CORTE SUBMETIDOS A DOIS MODELOS DE DESAFIO SANITÁRIO

ROSIANE DE S. CAMARGOS¹, RONY R. LIZANA¹, BRUNO B. LEME¹, PEDRO DE C. GAIO¹, BEATRIZ S. COLUCCI¹, NILVA K. SAKOMURA¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Via de acesso Professor Paulo Donato Castellene, s/n, Jaboticabal, São Paulo, Brasil

Contato: rosiane.camargos@unesp.br / Apresentador: ROSIANE DE S. CAMARGOS

Resumo: O estudo objetivou avaliar e determinar o gasto energético das respostas imunes crônica e aguda, através da mensuração da PC com as variações da Tc em frangos de corte machos. Foram conduzidos dois experimentos: Ensaio 1: 12 aves foram distribuídas em dois tratamentos, controle e desafiado (LPS - *E. coli*), com seis repetições de uma ave. Aos 21 d, as aves desafiadas foram inoculadas por via intramuscular com 10 µg de LPS/kg. Ensaio 2: 64 aves foram distribuídas em dois tratamentos, controle e desafiado (EN), com quatro repetições de oito aves. Aos 14 d, as aves desafiadas foram inoculadas por via oral com 1 mL de solução de *E. maxima*, e aos 18, 19 e 20 d, com *C. perfringens*. Os dados de PC e Tc foram submetidos a uma análise de regressão para a determinação do custo energético em função da Tc, utilizando PROC REG no SAS®. Os dados de PC e Tc apresentaram um ajuste significativo ($P < 0.05$) para os grupos desafiados, ambos os tratamentos controles não apresentaram uma variação significativa ($P > 0.05$) na Tc. Aves desafiadas com LPS demonstraram uma resposta rápida devido à inflamação sistêmica, e uma resposta imune de menor custo energético. O desafio com EN induziu inflamação crônica, com elevação na atividade metabólica e maior PC resultado de processos febris frequentes.

Palavras-Chaves: Clostridium perfringens; Eimeria maxima; LPS; Produção de calor; Temperatura corporal.

DETERMINATION OF THE ENERGY COST OF CHRONIC AND ACUTE IMMUNE RESPONSE IN BROILER CHICKENS SUBJECTED TO TWO MODELS OF SANITARY CHALLENGE

Abstract: The study aimed to evaluate and determine the energy expenditure of chronic and acute immune responses, by measuring heat production (HP) alongside variations in body temperature (Tb) in male broiler chickens. Two experiments were conducted: Experiment 1: Twelve birds were allocated into two groups, control and challenged (LPS - *E. coli*), with six replicates per group. On day 21, challenged birds were intramuscularly injected with 10 µg of LPS/kg. Experiment 2: Sixty-four birds were divided into two groups, control and challenged (EN), with four replicates of eight birds each. On day 14, challenged birds were orally administered 1 mL of *E. maxima* solution, and on days 18, 19, and 20, with *C. perfringens*. The data of HP and Tb were subjected to regression analysis to determine the energy cost based on Tb, using PROC REG in SAS®. HP and Tb data showed a significant adjustment ($P < 0.05$) for the challenged groups, while both control treatments did not exhibit significant variation ($P > 0.05$) in Tb. Birds challenged with LPS demonstrated a rapid response due to systemic inflammation, resulting in an immune response with lower energy expenditure. Challenge with EN induced chronic inflammation, leading to increased metabolic activity and higher HP due to frequent febrile processes.

Keywords: Clostridium perfringens; Eimeria maxima; LPS; Heat production; Body temperature.

Introdução: Os frangos de corte estão susceptíveis a diversos fatores de desafios ambientais e manejo, que influenciam no status de saúde das aves (Bi et al., 2019). Os desafios podem induzir desequilíbrios homeostáticos, que desencadeiam uma resposta imune que altera o metabolismo basal e a utilização de energia, (Latshaw, 1991), ocasionando uma maior demanda energética para dar suporte à ativação imunológica. O tipo de desafio (crônico/agudo) influencia no gasto energético (produção de calor - PC), destinado para o aumento regulado da temperatura corporal (Tc) durante a resposta febril. Ambos os parâmetros apresentam uma correlação direta e podem representar as diferenças na demanda energética dependendo dos tipos de desafios (Evans et al., 2015). O objetivo do estudo foi avaliar e determinar o gasto energético associado a desafios sanitários crônico e agudo, induzidos por dois modelos de resposta, rápida (lipopolissacarídeo - LPS) e a longo prazo (Enterite Necrótica - EN) em frangos de corte.

Material e Métodos: O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (nº5399/20). Foram realizados dois ensaios utilizando frangos de corte machos Cobb 500. Ensaio 1: Foram utilizadas 12 aves, distribuídas em dois tratamentos: controle e desafiado (LPS), com seis repetições, de uma ave. Aos 19 d, as aves foram transferidas para as câmaras respirométricas individuais. Aos 21 d, as aves do grupo desafiado foram inoculadas via intramuscular com 10 µg de LPS/kg. A PC e Tc foram mensuradas durante 23 h. Ensaio 2: Foram utilizadas 64 aves, distribuídas nos tratamentos, controle e desafiado (indução de EN), com quatro repetições, de oito aves. Aos 13 d, as aves foram transferidas para câmaras respirométricas grupais. Aos 14 d, as aves do grupo desafiado foram inoculadas via oral com 99.900 oocistos de *E. maxima*/g de solução, e aos 18, 19 e 20 d, com $2,5 \times 10^6$ UFC de *C. perfringens*. A PC e Tc foram registradas no período de 14 a 22 d. As mensurações de troca gasosa foram realizadas utilizando câmaras de circuito aberto e pressão negativa, programadas para o registro contínuo da PC ($\text{kcal/d} = 3.8 \times \text{VO}_2 + 1.2 \times \text{VCO}_2$) (Lighton, 2018). Para mensuração da temperatura corporal um sensor iButton foi implantado na cavidade celômica das aves aos 10 d, sendo programado para o registro de 1 leitura a cada 5 min. Os dados de PC e Tc foram submetidos a uma análise de regressão pelo procedimento PROC REG do SAS®, para a determinação do custo energético em função da Tc: $\text{PC} = a_i + b_i \times \text{Tc}_i$ representa o intercepto e b_i o slope, considerando o tipo de desafio como variável categórica ($i=1$ agudo e $i=2$ crônico).

Resultado e Discussão: Os dados de PC e Tc apresentaram um ajuste significativo ($P<0.05$) para os grupos desafiados em ambos os ensaios (Tabela 1), assim como um alto R^2 de 0,763 e 0,492 para LPS e EN, respectivamente. Por outro lado, os grupos controles não apresentaram um ajuste significativo da regressão ($P>0.05$), apresentando um valor médio da Tc de 40.2°C, que corresponde a Tc condizente com aves em normotermia. No Ensaio 1, o grupo controle exibiu uma taxa de incremento na PC de $b_i=54,4 \text{ kJ/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$, e as aves desafiadas tiveram uma taxa superior de $b_i=80,3 \text{ kJ/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$. Este incremento sugere uma resposta metabólica maior pelo efeito do desafio com LPS, atribuída à ativação do sistema imunológico e às respostas inflamatórias associadas. O Ensaio 2 demonstra uma tendência semelhante de aumento da PC, o grupo controle exibiu uma taxa de aumento na PC de $b_i=183,9 \text{ kJ/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$, já as aves desafiadas com EN tiveram uma taxa na PC de $b_i=247,4 \text{ kJ/kg}^{0,75} \cdot \text{d}$. A comparação na diferença das taxas de incremento da PC por cada unidade de temperatura entre os grupos desafiado ($b_1=80,3$ versus $b_2=247,3$) revela uma maior demanda energética de aves submetidas a condições de desafio de resposta prolongada, ainda que em ambos os tipos de desafio represente uma taxa aproximadamente três vezes maior. Diante da escassez de estudos, os resultados sugerem uma regulação metabólica positiva substancial em resposta a desafios imunológicos, evidenciando a demanda energética intensiva da ativação imunológica e dos processos fisiológicos associados, os quais variam de acordo com a magnitude do desafio enfrentado.

Tabela 1. Regressão linear entre a produção de calor e temperatura corporal para frangos de corte submetidos a dois modelos de desafios

Ensaio	Tratamento	a_i	b_i	R^2	P-valor	EP
LPS	Controle	-1670 (P=0.195)	54.4 (P=0.01)	0,206	0.1	42
	Desafiado	-2700 (P<0.001)	80.3 (P<0.001)	0,763	<0.001	55
EN	Controle	-6670 (P=0.491)	183.9 (P=0.067)	0,129	0.067	107
	Desafiado	-9221 (P<0.001)	247.4 (P<0.001)	0,492	<0.001	98

a_i : intercepto; b_i : slope; EP: erro padrão. LPS: modelo de desafio com lipopolissacarídeo, EN: modelo de desafio de enterite necrótica (*Eimeria maxima* + *Clostridium perfringens*).

Conclusão: Aves desafiadas com LPS demonstraram uma resposta rápida devido à inflamação sistêmica, e uma resposta imune de menor custo energético. Já o desafio com EN induziu à uma inflamação crônica devido ao maior período de exposição ao agente patogênico, levando a uma elevação na atividade metabólica e maior PC, resultado de processos febris mais frequentes.

Agradecimentos: À FAPESP pelo apoio financeiro, processo nº 2021/08142-5, associado ao Projeto Temático - 2019/26575-6.

Referências Bibliográficas: Bi, S.; Shao, J.; Qu, Y.; Hu, W.; Ma, Y.; Cao, L. (2022). Hepatic transcriptomics and metabolomics indicated pathways associated with immune stress of broilers induced by lipopolysaccharide. Poultry science, 101(12), 102199. Evans, S. S.; Repasky, E. A.; Fisher, D. T. (2015). Fever and the thermal regulation of immunity: the immune system feels the heat. Nature Reviews Immunology, 15(6), 335-349. Latshaw, J. D. (1991). Nutrition—mechanisms of immunosuppression. Veterinary immunology and immunopathology, 30(1), 111-120. Lighton, J. R. B. (2018). Measuring metabolic rates: a manual for scientists. Oxford University Press.