



Variações fisiológicas, influência da idade e sexo no perfil bioquímico sanguíneo de aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

[Physiological variations and influence of age and gender on poultry of heavy lineage of chicken's biochemical profile during the rearing stage]

M.S. Rezende¹, P.L. Silva¹, E.C. Guimarães¹, C.G. Lellis², A.V. Mundim¹

¹Universidade Federal de Uberlândia - Uberlândia, MG
²Sociedade Paranaense de Ensino e Informática - Curitiba, PR

M.S. Rezende
<https://orcid.org/0000-0002-9511-9949>
P.L. Silva
<https://orcid.org/0000-0001-8186-8693>
E.C. Guimarães
<https://orcid.org/0000-0001-8328-9687>
C.G. Lellis
0000-0002-9123-603X
A.V. Mundim
<https://orcid.org/0000-0003-1081-0544>

RESUMO

Este estudo teve o objetivo de comparar o perfil bioquímico sérico de machos e fêmeas da linhagem pesada de frango de corte, nas idades de quatro, 12 e 20 semanas, em uma unidade de produção industrial, no município de Uberlândia-MG. Após a pesagem das aves, foram coletadas amostras de sangue de 15 aves de cada sexo de cada faixa etária. Os soros obtidos foram avaliados em analisador automático para os seguintes parâmetros bioquímicos: proteína total, albumina, globulinas, ácido úrico, colesterol, triglicérides, gamaglutamiltransferase, aspartato aminotransferase, alanina aminotransferase, creatina quinase, fosfatase alcalina, cálcio e fósforo. Imediatamente após a coleta de cada amostra, avaliou-se a glicemia no sangue total, utilizando-se um glicosímetro. As alterações fisiológicas e metabólicas que as aves apresentaram na fase de recria refletiram na variação dos níveis bioquímicos séricos na maioria dos constituintes avaliados, os quais exibiram diferenças significativas ($P < 0,05$), comparando-se sexo e idade.

Palavras-chave: bioquímica clínica, matrizes pesadas, fisiologia aviária, soro

ABSTRACT

This study aimed to compare the levels of glucose in the blood and serum's metabolites enzymes and minerals of poultry of heavy lineage of chicken at the age of four, twelve and twenty weeks in an industrial production unit in the city of Uberlândia-MG. After weighing the birds, blood samples were collected from 15 birds of each gender in the three ages. The serum obtained was evaluated in an automatic biochemical analyzer for the following parameters: total protein, albumin, globulin, uric acid, cholesterol, triglycerides, alkaline phosphatase, gamma-glutamyl transferase, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, creatine kinase, calcium and phosphorus. Immediately after the collection of each sample, we evaluated glucose levels by means of a glycosimeter. The physiological and metabolic changes that birds present in the rearing age reflected in the variation of serum biochemical levels in most constituents evaluated, showing significant differences ($P < 0.05$) comparing age and gender.

Keywords: clinical biochemistry, broiler breeders, avian physiology, serum

INTRODUÇÃO

Os valores de referência do perfil bioquímico sérico no sistema industrial de produção avícola são escassos na literatura mundial, prescindindo de uma padronização de acordo com a aptidão da ave, a raça comercial, o sexo, o estado

nutricional, entre outros fatores (Borsa *et al.*, 2006).

Sinais clínicos de doenças em aves são inespecíficos, e análises bioquímicas têm sido reportadas como valiosa fonte de informação para avaliar o estado de saúde desses animais. Além da importância econômica das aves, a necessidade de manter o bem-estar animal leva à

necessidade do conhecimento das variações fisiológicas nos valores dos constituintes bioquímicos sanguíneos, visando melhorar a avaliação do estado fisiológico dessas aves (Kral e Suchý, 2000).

A escassez de informações sobre o perfil bioquímico sérico de aves reprodutoras clinicamente saudáveis oferece uma lacuna para o conhecimento e a utilização dessa importante ferramenta de diagnóstico, largamente empregada na clínica de pequenos animais e na medicina humana.

Os machos e as fêmeas matrizes de frango de corte são oriundos de linhas genéticas diferentes e são criados com conformação corporal, controle de peso e níveis nutricionais distintos. Nesse sentido, faz-se um questionamento se essas diferenças poderiam refletir nos valores dos componentes bioquímicos do sangue, de acordo com o sexo e a idade das aves.

Objetivou-se, com este estudo, conhecer as variações fisiológicas de alguns constituintes bioquímicos sanguíneos em aves da linhagem pesada de frango de corte na fase de recria, comparando-se os valores entre as três faixas etárias e os sexos dentro da mesma faixa etária.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma unidade de produção de matrizes de frango de corte, localizada no município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, no período de abril a julho de 2016.

Foram alojados 14000 fêmeas e 1820 machos da linhagem Cobb com um dia de idade, em um galpão de produção com 2800m² de área, provido de ventilação negativa, sistema de nebulização para controle de temperatura e com os procedimentos de manejo preconizados pela linhagem genética.

Foram fornecidos três tipos de ração (peletizada e triturada), sendo a inicial e a de crescimento para fêmeas e machos e a pré-postura somente para as fêmeas (Tab. 1). As fêmeas e os machos receberam o mesmo programa de vacinação, isto é, as mesmas vacinas na mesma idade.

Para o controle do peso corporal, as aves foram submetidas a três sistemas de restrição alimentar: dia sim/dia não, em que as aves se alimentam em dias alternados; 5x2, com alimentação controlada em cinco dias durante a semana; e sistema 6x1, em que as aves se alimentam seis dias na semana.

Nas idades de quatro, 12 e 20 semanas, as aves foram pesadas em balança digital com precisão de 1g, e, em seguida, coletaram-se amostras de sangue de 15 aves de cada sexo, por punção da veia ulnar, utilizando-se agulhas e seringas estéreis descartáveis. A alíquota de 3mL de sangue foi transferida para tubos estéreis, sem anticoagulante. Em As amostras foram, então, encaminhadas em caixas isotérmicas ao Laboratório Clínico do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram imediatamente centrifugadas a 720x g durante 10 minutos. Os soros obtidos foram transferidos para microtubos e armazenados à temperatura de refrigeração (2° a 8°C), por 24 horas, até a realização das análises bioquímicas séricas.

Imediatamente após a coleta de cada amostra de sangue, ocorrida em torno de seis horas após o término do consumo da ração, foi realizada a análise da glicemia no sangue total, utilizando-se o glicosímetro One Touch Ultra[®].

Foram determinadas, em cada amostra de soro, as concentrações de proteínas totais (método do biureto), albumina (método verde de bromocresol), globulinas (calculadas pela diferença entre o valor das proteínas totais e da albumina), ácido úrico (método enzimático Trinder), colesterol total e triglicérides (método enzimático Trinder), alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) (método cinético UV-IFCC), gamaglutamiltransferase (GGT) (método Szasz modificado), creatina quinase (CK) (método cinético UV), fosfatase alcalina (FAL) (método Bowers e McComb modificado), cálcio (método cresolftaleína complexona) e fósforo (método Daly e Ertingshausen modificado). As análises bioquímicas foram processadas em analisador automático Labmax Plenno[®], utilizando-se o kit da Labtest Diagnóstica[®]. O aparelho foi previamente calibrado com Calibra 1 e aferido com soro controle universal Qualitrol 1 H, ambos produzidos pela Labtest Diagnóstica[®].

Variações fisiológicas...

Tabela 1. Exigências nutricionais das aves de linhagem pesada de frango de corte e níveis de suplementação de vitaminas e minerais na fase de recria

Nutriente	Tipo de ração / idade					
	Inicial (0 a 4 semanas)		Crescimento (5 a 17 semanas)		Pré-postura (18 a 24 semanas)	
Energia metabolizável (kcal/kg) ¹	3000		2750		2850	
Proteína bruta (%) ¹	20,50		15,00		15,50	
Cálcio (%) ²	1,00		1,00		1,45	
Fósforo (%) ²	0,45		0,40		0,43	
Sódio (%) ²	0,18-0,20		0,18-0,20		0,15-0,20	
Potássio (%) ²	0,60		0,60		0,63	
Cloro (%) ²	0,18-0,24		0,18-0,24		0,15-0,24	
Ácido linoleico (%) ²	1,22		1,11		1,16	
Aminoácido ²	Dig.	Total	Dig.	Total	Dig.	Total
Lisina (%) ²	0,90	1,00	0,49	0,59	0,61	0,72
Metionina (%) ²	0,40	0,44	0,22	0,27	0,27	0,32
Metionina + cistina (%) ²	0,68	0,75	0,42	0,51	0,52	0,61
Triptofano (%) ²	0,20	0,22	0,12	0,15	0,15	0,18
Treonina (%) ²	0,63	0,70	0,41	0,49	0,51	0,60
Arginina (%) ²	0,95	1,05	0,49	0,59	0,61	0,72
Valina (%) ²	0,60	0,67	0,37	0,45	0,46	0,54
Isoleucina (%) ²	0,63	0,70	0,41	0,49	0,51	0,60
Leucina (%) ²	1,06	1,19	0,64	0,77	0,79	0,93
Histidina (%) ²	0,29	0,32	0,16	0,20	0,20	0,24
Fenilalanina (%) ²	0,58	0,65	0,32	0,39	0,39	0,47
Fenilalanina + tirosina (%) ²	1,03	1,15	0,59	0,71	0,73	0,86
Vitamina A (UI/kg) ²	10000		10000		12000	
Vitamina D3 (UI/kg) ²	3000		3000		3000	
Vitamina E (UI/kg) ²	75-80		45-50		50-100	
Vitamina K (mg/kg) ²	3,00		3,00		6,00	
Vitamina C (mg/kg) ²	25,00		25,00		50,00	
Ácido fólico (mg/kg) ²	1,50		1,00		4,00	
Biotina (mg/kg) ²	250,00		250,00		300,00	
Colina (mg/kg) ²	300-350		200-300		250-450	
Manganês (mg/kg) ²	100,00		100,00		120,00	
Zinco (mg/kg) ²	100,00		120,00		110,00	
Ferro (mg/kg) ²	20-50		20-50		40-55	
Cobre (mg/kg) ²	10-15		10-15		10-15	
Selênio (mg/kg) ²	0,30		0,30		0,30	
Iodo (mg/kg) ²	1,50		0,50		2,00	

¹ Níveis calculados de acordo com a formulação da empresa.

² Níveis calculados de acordo com a recomendação da linhagem genética (Breeder..., 2014a).

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso, em esquema fatorial composto de três idades, dois sexos com 15 repetições, totalizando 90 amostras (n). O teste de normalidade aplicado foi o teste de Kolmogorov-Smirnov, com significância de 5%. A distribuição dos dados apresentou normalidade. Em seguida, foi aplicado o teste de Tukey, quando os grupos foram comparados por sexo, e a ANOVA, para as idades, sendo verificado se os grupos eram estatisticamente

iguais, com significância de 5%. Para a análise dos dados, foi utilizado o *software* GraphPad Prism 5.1.

Todos os procedimentos realizados neste estudo estão de acordo com o Protocolo Registro Ceua/UFU 004/16, aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da Universidade Federal de Uberlândia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O peso corporal das aves, quando comparados os sexos na mesma idade e entre as idades do mesmo sexo, apresentou diferença estatística

($P < 0,05$) (Tab. 2). Os resultados obtidos situam-se muito próximos aos pesos indicados pelo Guia de Manejo da linhagem (SF Parent..., 2014), possibilitando afirmar que as aves estavam na condição corporal idealmente indicada.

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão do peso, das concentrações sanguíneas de proteínas, metabólitos e nutrientes em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

Parâmetros	Sexo	Idade (semanas)		
		4	12	20
Peso (g)	F	538,33 ^B ±14,10	1341,33 ^B ±40,42	2252,00 ^B ±56,44
	M	686,80 ^A ±23,16	1781,53 ^A ±46,09	2932,67 ^A ±80,13
	F e M	612,57 ^c ±77,82	1561,43 ^b ±227,88	2592,33 ^a ±352,79
Proteínas totais (g/dL)	F	2,80 ^A ±0,43	3,61 ^A ±0,20	4,24 ^A ±0,48
	M	2,46 ^B ±0,42	3,61 ^A ±0,31	3,94 ^A ±0,41
	F e M	2,62 ^c ±0,45	3,61 ^b ±0,25	4,09 ^a ±0,46
Albumina (g/dL)	F	1,37 ^A ±0,19	1,22 ^A ±0,11	1,36 ^A ±0,11
	M	1,06 ^B ±0,19	1,11 ^B ±0,10	1,36 ^A ±0,18
	F e M	1,21 ^b ±0,24	1,17 ^b ±0,12	1,36 ^a ±0,14
Globulinas (g/dL)	F	1,43 ^A ±0,26	2,38 ^A ±0,21	2,88 ^A ±0,40
	M	1,40 ^A ±0,28	2,50 ^A ±0,26	2,58 ^A ±0,41
	F e M	1,41 ^c ±0,26	2,44 ^b ±0,24	2,73 ^a ±0,43
Relação A/G	F	0,97 ^A ±0,11	0,52 ^A ±0,08	0,48 ^A ±0,04
	M	0,77 ^B ±0,13	0,45 ^B ±0,05	0,54 ^A ±0,11
	F e M	0,87 ^a ±0,15	0,48 ^b ±0,08	0,51 ^b ±0,09
Ácido úrico (mg/dL)	F	3,71 ^B ±1,50	4,77 ^A ±0,67	7,34 ^A ±2,04
	M	5,03 ^A ±1,40	3,35 ^B ±0,90	6,19 ^A ±1,11
	F e M	4,37 ^b ±1,57	4,06 ^b ±1,06	6,76 ^a ±1,72
Triglicérides (mg/dL)	F	50,87 ^B ±18,33	124,13 ^A ±21,21	85,93 ^B ±22,71
	M	110,87 ^A ±19,11	110,40 ^A ±21,89	117,93 ^A ±27,60
	F e M	80,87 ^b ±35,63	117,27 ^a ±22,30	101,93 ^a ±29,69
Colesterol (mg/dL)	F	132,71 ^A ±20,30	149,47 ^A ±15,20	134,07 ^A ±14,16
	M	108,00 ^B ±16,75	128,60 ^B ±19,00	141,20 ^A ±11,45
	F e M	119,93 ^b ±21,92	139,03 ^a ±19,96	137,63 ^a ±13,16
Glicose (mg/dL)	F	264,73 ^B ±37,88	288,07 ^A ±53,79	239,00 ^A ±23,70
	M	305,47 ^A ±32,95	280,93 ^A ±29,98	238,47 ^A ±22,43
	F e M	285,10 ^a ±0,57	284,50 ^a ±42,94	238,73 ^b ±22,67

Médias, seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha ou de maiúsculas na mesma coluna para o mesmo parâmetro avaliado, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

F= fêmeas; M = machos

Variações fisiológicas...

As fêmeas apresentaram valores de proteína total maiores que os machos às quatro semanas de idade. Em ambos, no final da recria, houve aumento da concentração sérica (Tab. 2). Embora as aves consumam uma ração com teor proteico mais elevado na fase inicial (20,5%), ocorre nesse período uma alta demanda de nutrientes, principalmente de proteínas, a fim de garantir o desenvolvimento de vários tecidos e órgãos (Reece, 2007; Silva *et al.*, 2007). No caso dos machos, a demanda é maior, o que justifica os níveis mais baixos em relação às fêmeas.

Na fase final da recria, as fêmeas receberam ração com teor de proteína superior (15,5%) para suprir suas necessidades, preparando-se para o início da produção. Em estudos anteriores com frangos de corte, Silva *et al.* (2007) e Kudair e Al-Hussary (2010) encontraram valores entre 3,23 e 3,27g/dL para proteínas totais, devido ao consumo *ad libitum* dessas aves.

As fêmeas apresentaram valores de albumina superiores aos dos machos na idade de quatro semanas, sendo utilizada a mesma dieta. Sabe-se que nesse período a taxa de crescimento dos machos é superior à das fêmeas, demandando fonte proteica. Os valores apresentados na fase final da recria foram significativamente maiores (Tab. 2). Silva *et al.* (2007), ao avaliarem frangos de corte, encontraram valor de 1,72g/dL, e Piotrowska *et al.* (2011) de 1,71g/dL aos 42 dias de idade, valores esses superiores aos obtidos neste estudo, também como reflexo do consumo *ad libitum* dessas aves.

Para as globulinas, os valores encontrados para as aves às quatro semanas de idade foram menores que nas demais faixas etárias (Tab. 2), quando são utilizadas vacinas vivas, em que os níveis de produção são mais locais do que sistêmicos. Ambos exibiram, clinicamente, o mesmo padrão de saúde nas idades estudadas. As concentrações séricas de globulinas para fêmeas e machos foram maiores às 20 semanas de idade, resultantes do efeito acumulado das vacinas, incluindo as inativadas, que tendem a elevar as concentrações de anticorpos do sangue.

Foi relatado o aumento das globulinas séricas em frangos de corte submetidos à vacinação (bronquite infecciosa, doença de Newcastle e doença de Gumboro) por Kudair e Al-Hussary (2010), com variações semanais de 1,00-

1,19g/dL para animais não vacinados e de 1,63-1,92g/dL para os vacinados.

Na relação A/G, os valores encontrados para as fêmeas foram superiores aos dos machos às quatro e às 12 semanas de idade, provavelmente devido à maior concentração sérica de albumina apresentada por esse grupo de aves. Kudair e Al-Hussary (2010) encontraram valores variando de 0,55 a 0,85 em frangos de corte.

As concentrações de ácido úrico foram significativamente maiores ($P < 0,05$) nos machos em relação às fêmeas às quatro semanas de idade e nas fêmeas às 12 semanas. Com relação às faixas etárias, os valores do ácido úrico foram superiores para o grupo machos e fêmeas com 20 semanas de idade, final da recria (Tab. 2). Os valores maiores encontrados nos machos em relação às fêmeas no início da recria refletiram o metabolismo proteico mais intenso dos machos nessa idade, para atender a maior taxa de crescimento corporal na fase inicial. Da mesma forma, o incremento dos níveis no final da recria corresponde ao aumento do metabolismo preparatório para o início da produção.

Concentrações sanguíneas de ácido úrico superiores a 15mg/dL sugerem alterações da função renal, que podem ser causadas por diversos fatores, como nefrotoxinas, obstrução urinária, nefrite e nefropatias associadas à hipovitaminose A (Campbell, 2004). Ross *et al.* (1978) obtiveram média de 7,70mg/dL em frangos de corte, e em poedeiras comerciais uma variação de 0,27-4,93mg/dL, com tendência de aumento de acordo com a idade. Rajmann *et al.* (2006) encontraram valores de 5,40-8,20mg/dL em fêmeas matrizes de frango de corte, entre duas e 14 semanas de idade.

Os triglicérides são reesterificados após a absorção na mucosa intestinal a partir dos componentes da digestão e absorção de ácidos graxos. Suas concentrações podem variar de acordo com sexo, dieta alimentar e fatores hormonais (Hochleithner, 1994). Os valores de triglicérides nas aves deste estudo foram maiores nos machos em relação às fêmeas nas fases inicial e final da recria (Tab. 2). A deposição de gordura abdominal é devido ao acúmulo de triglicérides em tecidos adiposos, que, no caso das fêmeas, é maior do que nos machos,

resultando concentrações séricas maiores nestes últimos (Hermier *et al.*, 1989).

Os valores médios dos triglicérides, tanto para machos como para fêmeas, neste estudo, nas três faixas etárias avaliadas, foram, em sua maioria, inferiores aos intervalos de 128,9 a 140,2 e de 136 a 166mg/dL relatados para frangos de corte por Evans *et al.* (1977) e Silva *et al.* (2007), respectivamente.

Para o colesterol, os valores encontrados para as fêmeas foram superiores aos dos machos nas idades de quatro e 12 semanas (Tab. 2). Segundo Peebles *et al.* (2004), as concentrações séricas das lipoproteínas de baixa densidade (LDL) e das lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), associadas ao transporte do colesterol, ocorrem em proporções muito menores nos machos do que nas fêmeas, comparadas com as de lipoproteínas de alta densidade (HDL), responsáveis pela diminuição do colesterol sérico.

A concentração sérica de colesterol pode ser influenciada também pela idade, pelo tipo de alimentação e pela atividade reprodutiva (Harr, 2002; Alonso-Alvarez, 2005). Os valores médios encontrados para o colesterol sérico para machos e fêmeas do presente estudo, nas três faixas etárias estudadas, ficaram próximos de 71,80 a 130,0mg/dL relatados por Ross *et al.* (1978) para frango de corte.

Nas aves, a manutenção da glicemia apresenta semelhança com os mamíferos, sendo influenciada pela insulina e pelo glucagon. Alguns autores consideram como normal a variação entre 200 e 500mg/dL (Lumeij, 2008). Os níveis séricos apresentados neste trabalho mostram valores superiores nas fases inicial e intermediária da recria, com redução na 20ª semana de idade, no final da recria (Tab. 2). Com relação ao sexo, os valores encontrados para os machos com quatro semanas de idade foram significativamente superiores aos das fêmeas.

Rajman *et al.* (2006) encontraram valores de glicose em fêmeas matrizes de frango de corte variando entre 243mg/dL, aos 30 dias de idade, e 216mg/dL, com 14 semanas de idade, apresentando a mesma tendência de diminuição com a idade.

O cálcio é o mineral de maior concentração no organismo da ave, sendo parte relevante na formação dos ovos, da casca do ovo, além de participar de muitas reações bioquímicas importantes (Matos, 2008). Neste estudo, verificou-se que seus valores séricos não apresentaram diferenças significativas quando comparados machos e fêmeas na mesma idade e quando comparados os valores de machos e fêmeas entre as faixas etárias estudadas (Tab. 3).

O fósforo, assim como o cálcio, é parte importante na formação dos ossos e tem participação na regulação do metabolismo acidobásico e na produção de energia (Hochleithner, 1994). Essa última função, em virtude da presença de grandes quantidades de compostos fosfatados nas hemácias, confere às aves uma redução na afinidade com o oxigênio, oferecendo vantagem para a regulação do transporte do oxigênio (Bartlett, 1982). Durante a hipofosfatemia, os níveis séricos de fósforo são inferiores a 5mg/dL, sendo maiores nos animais jovens que nos adultos (Capitelli e Crosta, 2013). Comparando-se os valores entre os sexos, os machos apresentaram níveis séricos significativamente maiores em relação às fêmeas na quarta e na 20ª semana; já entre as idades, as médias de fêmeas e machos foram menores na 20ª semana (Tab. 3).

Há uma interdependência entre os valores de cálcio e fósforo, de modo que a deficiência ou o excesso de um deles pode prejudicar a absorção ou a utilização do outro (Dunbar *et al.*, 2005). Houve um aumento da relação Ca/P no final da recria.

Variações fisiológicas...

Tabela 3. Valores médios e desvio-padrão das concentrações séricas dos minerais e das enzimas em machos e fêmeas de linhagem pesada de frango de corte na fase de recria

Parâmetros	Sexo	Idades (semanas)		
		4	12	20
Cálcio (mg/dL)	F	9,08 ^A ±1,56	9,93 ^A ±0,53	10,48 ^A ±0,39
	M	9,83 ^A ±0,89	11,35 ^A ±1,89	10,19 ^A ±0,46
	F e M	9,47 ^a ±1,27	10,67 ^a ±1,56	10,34 ^a ±0,44
Fósforo (mg/dL)	F	7,24 ^B ±1,26	8,28 ^A ±1,07	6,87 ^B ±0,99
	M	9,04 ^A ±1,04	9,95 ^A ±2,99	7,63 ^A ±0,91
	F e M	8,14 ^{ab} ±1,46	9,12 ^a ±2,36	7,25 ^b ±1,01
Relação Ca/P	F	1,22 ^A ±0,18	1,14 ^A ±0,34	1,55 ^A ±0,21
	M	1,09 ^B ±0,13	1,24 ^A ±0,41	1,35 ^B ±0,16
	F e M	1,16 ^b ±0,24	1,19 ^b ±0,38	1,45 ^a ±0,21
ALT (UI/L)	F	6,57 ^A ±3,30	10,07 ^A ±3,92	10,87 ^A ±2,20
	M	7,07 ^A ±3,10	8,40 ^A ±3,42	10,07 ^A ±2,84
	F e M	6,83 ^b ±3,11	9,23 ^a ±3,71	10,47 ^a ±2,53
AST (UI/L)	F	193,60 ^A ±46,65	173,47 ^A ±24,12	368,73 ^A ±36,17
	M	212,66 ^A ±39,08	170,93 ^A ±19,28	346,40 ^A ±22,83
	F e M	203,13 ^b ±43,38	172,20 ^c ±21,50	357,57 ^a ±31,82
CK (UI/L)	F	3719,74 ^A ±1086,04	3573,05 ^A ±1868,54	8237,85 ^A ±1845,15
	M	2396,88 ^B ±917,10	3519,67 ^A ±1197,49	4103,83 ^B ±812,37
	F e M	3035,50 ^b ±1177,84	3542,25 ^b ±1483,35	6170,84 ^a ±2526,34
GGT (UI/L)	F	22,36 ^A ±3,41	26,47 ^A ±3,38	21,07 ^A ±3,03
	M	22,27 ^A ±4,77	22,33 ^A ±5,38	23,27 ^A ±5,31
	F e M	22,31 ^a ±4,03	24,40 ^a ±4,89	22,17 ^a ±4,40
FAL (UI/L)	F	3053,33 ^B ±1866,56	1211,47 ^B ±382,24	546,13 ^B ±114,03
	M	5868,80 ^A ±2955,07	2830,80 ^A ±786,70	2105,00 ^A ±775,95
	F e M	4461,07 ^a ±2819,16	2021,13 ^b ±1023,47	1325,57 ^b ±961,98

Médias, seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha ou de maiúsculas na mesma coluna para o mesmo parâmetro avaliado, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05).

F= fêmeas M = machos.

As concentrações séricas de ALT em galinhas são baixas. Essa enzima está presente em alta concentração no rim, no coração, na musculatura esquelética, no fígado e no pulmão, sendo, portanto, controversa a interpretação de seu valor em doenças hepáticas nas aves (Lumeij e Westerhof, 1987; Benez, 2004). Os resultados apresentados neste estudo mostram concentrações semelhantes para fêmeas e machos, comparados na mesma idade, no entanto, comparando-se as faixas etárias, as concentrações foram significativamente inferiores (P<0,05) nas aves com quatro semanas

de idade (Tab. 3), o que pode ser atribuído à menor massa muscular das aves nessa faixa etária. Essas concentrações foram inferiores às descritas por alguns autores, que atribuem à maioria das espécies uma variação de 19 a 50UI/L (Campbell, 2004; Lumeij, 2008).

A AST tem ampla distribuição nas aves, estando presente em elevada concentração em vários órgãos e tecidos, principalmente no coração, no fígado, na musculatura esquelética, no rim e no cérebro. No entanto, há variação de distribuição entre as espécies aviárias, não podendo ser

considerada como uma enzima hepatoespecífica, pois se verifica também grande sensibilidade muscular (Lumeij, 2008).

Nas aves deste estudo, observou-se aumento dos valores séricos de AST no final da recria, juntamente com a elevação da CK (Tab. 3). O aumento de atividades séricas de enzimas intracelulares, como a AST e a CK, serve como marcador enzimático de alterações musculares, tanto lesões como aumento da massa muscular (Macrae et al., 2006).

Estudo conduzido por Kudair e Al-Hussary (2010), que comparou os efeitos da vacinação (vacinas vivas contra bronquite infecciosa, doença de Newcastle e doença de Gumboro) nas concentrações séricas da AST em frangos de corte, mostrou aumento da enzima a partir da quarta semana após o início do programa de vacinação, com valores médios de 21,55UI/L para o grupo não vacinado e de 33,53UI/L para o vacinado. Esse aumento sugere um efeito deletério da vacina de Newcastle, que pode ter ocasionado uma lesão de algum órgão ou tecido, principalmente no coração ou nos rins.

Denli et al. (2009) mostraram o efeito hepatotóxico da aflatoxina B1 em frangos de corte com a administração de 1mg/kg da toxina na ração, o que resultou no aumento dos valores da enzima AST de 234,70UI/L para 313,77UI/L. A CK é uma enzima músculo-específica, sendo avaliada juntamente com a AST, para diferenciar entre dano hepático ou muscular (Harr, 2002). Os resultados apresentaram valores superiores, principalmente no final da recria (Tab. 3). Esse aumento dos valores pode ser atribuído à irritação muscular em resposta ao emprego da vacina inativada contra *Salmonella enterica* subspécie *enterica* sorotipo *enteritidis* às 15 semanas de idade, bem como da vacina inativada tetravalente contra bronquite infecciosa, doença de Gumboro, doença de Newcastle e neumovírus às 19 semanas de idade. Ambas são aplicadas no músculo do peito da ave.

O possível dano muscular resultante do emprego da vacina inativada corrobora o estudo de Lumeij (2008), que associa elevações da CK sérica à utilização de substâncias irritantes via muscular. As fêmeas apresentam uma menor cobertura muscular do peito onde as vacinas foram

aplicadas, o que justifica os níveis superiores da CK em relação aos dos machos.

Existem relatos associando esse aumento sérico nas fêmeas com linhagens de aves com taxas de crescimento muscular rápido e também com lesões musculares decorrentes da resposta fisiológica em período reprodutivo, como consequência do estresse e de estratégias de acasalamento (Ramirez et al., 2010; Stout et al., 2010).

A GGT é um biomarcador de danos hepatocelulares e renal, manifestando-se pelo aumento de suas concentrações no plasma e na urina, respectivamente (Hochleithner, 1994; Hoffman e Solter, 2008). Os resultados obtidos com as aves do presente estudo mostraram concentrações séricas da enzima semelhantes nas três faixas etárias avaliadas e semelhança também para fêmeas e machos durante todo o período da recria (Tab. 3). Embora haja relato de intervalo de normalidade para a GGT entre 1 e 10UI/L (Lumeij, 2008), os valores encontrados no presente estudo, tanto para fêmeas como para machos, ficaram próximos de 28,3 e 29,3UI/L obtidos por Matur et al. (2010) em matrizes de frango de corte.

Estudo conduzido por Jiang et al. (2014), que avaliaram o efeito de micotoxinas sobre o perfil bioquímico sérico em frangos de corte, observou aumento de 60,60% e 40,00% nas concentrações séricas da GGT, aos 21 e 42 dias de idade, respectivamente.

A fosfatase alcalina (FAL) tem pequena atividade no fígado das aves, e o aumento dessa enzima no soro e/ou no plasma das aves tem grande relação com a atividade osteoblástica e com alterações ósseas, como crescimento, trauma, osteomielite, hiperparatireoidismo secundário nutricional e neoplasia (Harr, 2002). Os valores significativamente maiores encontrados nas aves com quatro semanas de idade em relação às demais neste estudo (Tab. 3) são atribuídos ao aumento das isoenzimas ósseas circulantes, devido ao intenso crescimento das aves nessa faixa etária e ao desenvolvimento do esqueleto nos machos notadamente superior ao das fêmeas em todas as faixas etárias estudadas. A média dos valores encontrados para a enzima neste estudo foi superior aos valores obtidos por Spano et al. (1987) e Lumeij (2008).

CONCLUSÃO

As variações fisiológicas e metabólicas que as matrizes de frango de corte apresentaram durante a fase de recria refletiram nas concentrações das proteínas totais, albumina, globulinas, relação A/G, ácido úrico, triglicérides, colesterol, glicose, fósforo, relação Ca/P, ALT, AST, e FAL, apresentando diferenças significativas ($P < 0,05$) na comparação de sexo e/ou idade, em sistema de produção industrial. Para os parâmetros séricos Ca e GGT, não houve diferenças significativas ($P < 0,05$), comparando-se sexo e/ou idade, no mesmo período avaliado. Há necessidade de novos estudos que comparem os níveis dos constituintes bioquímicos séricos de ambos os sexos na fase de produção, considerando que é um período de intensa atividade metabólica nesses animais.

REFERÊNCIAS

- ALONSO-ALVAREZ, C. Age-dependent changes in plasma biochemistry of yellow-legged gulls (*Larus cachinnans*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, v.140, p.512-518, 2005.
- BARTLETT, G.R. Developmental changes of phosphates in red cells of the emu and the rhea. *Comp. Biochem. Physiol.*, v.73A, p.129-134, 1982.
- BENEZ, S.M. *Aves: criação, clínica, teoria, prática: silvestres, ornamentais, avinhados*. Ribeirão Preto, SP: Tecmedd, 2004. 300p.
- BORSA, A.; KOHAYAGAWA, A.; BORETTI, L.P.; SAITO, M.E.; KUIBIDA, K. Níveis séricos de enzimas de função hepática em frangos de corte de criação industrial clinicamente saudáveis. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.675-677, 2006.
- BREEDER management supplement. Siloam Springs: COBB, 2014. Available in: <<http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb-500sf-breeder-supplement---english908D536EB9C622F3EFBC78DC.pdf>>. Accessed in: 15 Jan. 2014.
- CAMPBELL, T.W. Clinical chemistry of birds. In: THRALL, M.A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T.W. *et al. Veterinary hematology and clinical*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2004. p.479-492.
- CAPITELLI, R.; CROSTA, L. Overview of psittacine blood analysis and comparative retrospective study of clinical diagnosis, hematology and blood chemistry in selected psittacine species. *Vet. Clin. N. Am. Exot. Anim. Pract.*, v.16, p.71-120, 2013.
- DENLI, M.; BLANDON, J.C.; GUYNOT, M.E. *et al.* Effects of dietary Afladetox on performance, serum biochemistry, histopathological changes and aflatoxin residues in broilers exposed to aflatoxin B1. *Poult. Sci.*, v.88, p.1444-1451, 2009.
- DUNBAR, M.R.; GREGG, M.,A.; CRAWFORD, J.A. *et al.* Normal hematologic and biochemical values for prelaying greater sage grouse (*Centrocercus urophasianus*, 1781) and their influence on chick survival. *J. Zoo Wildl Med.*, v.36, p.422-429, 2005.
- EVANS, A.J.; BANNISTER, D.W.; WHITEHEAD, C.C. *et al.* Changes in plasma lipid and glucose levels during the onset of fatty liver and kidney syndrome in chicks. *Res. Vet. Sci.*, v.23, p.275-279, 1977.
- HARR, K.E. Clinical chemistry of companion avian species: a review. *Vet. Clin. Pathol.*, v.31, p.140-151, 2002.
- HERMIER, D.; QUIGNARD-BOULANGÉ, A.; DUGAIL, I. *et al.* Evidence of enhanced storage capacity in adipose tissue of genetically lean and fat chickens. *J. Nutr.*, v.119, p.1369-1375, 1989.
- HOCHLEITHNER, M. Biochemistries In: RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON, L.R. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing, 1994. p.176-198.
- HOFFMAN, W.E.; SOLTER, P.F. Diagnostic enzymology of domestic animals. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. *clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. Burlington: Academic Press, 2008. p.351-378.
- JIANG, S.Z., LI, Z.; WANG, G.Y. *et al.* Effects of Fusarium mycotoxins with yeast cell wall absorbent on hematology, serum biochemistry, and oxidative stress in broiler chickens. *J. Appl. Poult. Res.*, v.23, p.165-173, 2014.
- KRÁL, I.; SUCHÝ, P. Haematological studies in adolescent breeding cocks. *Acta Vet. Brno*, v.69, p.189-194, 2000.

- KUDAIR, I.M.; AL-HUSSARY, N.A.J. Effect of vaccination on some biochemical parameters in broiler chickens. *Iraq. J. Vet. Sci.*, v.24, p.59-64, 2010.
- LUMEIJ, J.T. Avian clinical biochemistry. In: KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.). *Clinical biochemistry of domestic animals*. 6.ed. Burlington, MA: Academic Press, 2008. p.839-872.
- LUMEIJ, J.T.; WESTERHOF, I. Blood chemistry for the diagnosis of hepatobiliary disease in birds. A review. *Vet. Q.*, v.9, p.255-261, 1987.
- MACRAE, V.E.; MAHON, M.; GILPIN, S. *et al.* Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). *Br. Poult. Sci.*, v.47, p.264-272, 2006.
- MATOS, R. Calcium metabolism in birds. *Vet. Clin. N. Am. Exot. Anim. Pract.*, v.11, p.59-82, 2008.
- MATUR, E.; ERGUL, E.; AKYAZI, I. *et al.* The effects of *Saccharomyces cerevisiae* extract on the weight of some organs, liver, and pancreatic digestive enzyme activity in breeder hens fed diets contaminated with aflatoxins. *Poult. Sci.*, v.89, p.2213-2220, 2010.
- PEEBLES, E.D.; BURNHAM, M.R.; WALZEM, R.L. *et al.* Effects of fasting on serum lipids and lipoprotein profiles in the egg-laying hen (*Gallus domesticus*). *Comp. Biochem. Physiol. Part A Mol. Integr. Physiol.*, v.138, p.305-311, 2004.
- PIOTROWSKA, A.; BURLIKOWSKA, A.K.; SZYMECZKO, R. Changes in blood chemistry in broiler chickens during the fattening period. *Folia Biol.*, v.59, p.183-187, 2011.
- RAJMAN, M.; JURANI, M.; LAMOSOVA, D. *et al.* The effects of feed restriction on plasma biochemistry in growing meat type chickens (*Gallus gallus*). *Comp. Biochem. Physiol.*, v.145, p.363-371, 2006.
- RAMÍREZ, F.; HOBSON, K.A.; WANGENSTEEN, O.S. *et al.* A physiological marker for quantifying differential reproductive investment between the sexes in yellow-legged gulls (*Larus michahellis*). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, v.396, p.48-52, 2010.
- REECE, W.O. *Dukes - fisiologia dos animais domésticos*. 12.ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2007. 954p.
- ROSS, J.G.; CHRISTIE, G.; HALLIDAY, W.G. *et al.* Hematological and blood chemistry comparison values for clinical pathology in poultry. *Vet. Rec.*, v.102, p.29-31, 1978.
- SF PARENT rearing management record. Siloam Springs: COBB, 2014. Available in: <[http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-record---english-\(grams\)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf](http://www.cobb-vantress.com/docs/default-source/cobb-500-guides/cobb500sf-parent-rearing-laying-record---english-(grams)25BF39AB3EABF46297DB2B50.pdf)>. Accessed in: 15 Jan. 2014.
- SILVA, P.R.L.; FREITAS NETO, O.C.; LARURENTIZ, A.C. *et al.* Blood serum components and serum protein test of Hybro-PG broilers of different ages. *Braz. J. Poult. Sci.*, v.9, p.229-232, 2007.
- SPANO, J.S.; PEDERSOLI, W.M.; KEMPPAINEN, R.J. *et al.* Baseline hematologic, endocrine and clinical chemistry values in ducks and roosters. *Avian Dis.*, v.31, p.800-803, 1987.
- STOUT, J.D.; BRINKER, D.F.; DRISCOLL, C.P. *et al.* Serum biochemistry values, plasma mineral levels, and whole blood heavy metal measurements in wild northern goshawks (*Accipiter gentilis*). *J. Zoo Wildl. Med.*, v.41, p.649-655, 2010.