

DESEMPENHO ZOOTÉCNICO, RENDIMENTO DE CARÇAÇA E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE FRANGOS DE CORTE CRIADOS SOBRE CAMA TRATADA COM REDUTOR DE AMÔNIA

Mailson das Dores Adriano Castro¹, Michele de Oliveira Mendonça², Amanda Medeiros Correia³, Geanne Ribeiro Soares¹, João Batista Martins⁴, Cristina Henriques Nogueira⁵, Karina Mirla Teixeira⁶, Marcos Vinicius dos Dantos Barros⁶

RESUMO – Objetivou-se avaliar a eficiência do aditivo redutor de amônia na cama aviária sobre o desempenho zootécnico, rendimento de carcaça e de partes nobres, parâmetros sanguíneos, e volatilização da amônia do material da cama. Foram utilizados 800 frangos da linhagem *Cobb*[®] 500, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 250; 500 e 750 mL Nzone Max[®]/m³ de cama) e cinco repetições de 40 aves por unidade experimental, de 7 a 49 dias de idade. A aplicação do produto foi feita aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a chegada das aves. Foram avaliados: consumo de ração, ganho de peso, conversão alimentar, viabilidade e índice de eficiência produtiva; rendimento de carcaça e de cortes nobres; eritrograma e leucograma e a volatilização da amônia na cama (18, 25, 32, 39, 46^o dia experimental). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo software estatístico R. A aplicação do produto não alterou ($p>0,05$) o desempenho zootécnico, apenas o rendimento de carcaça (RC) foi alterado ($p<0,05$). Frangos submetidos aos tratamentos 250 e 500 mL/m³ apresentaram valores distintos de RC, sendo maior para aqueles submetidos ao tratamento de 250 mL/m³. A volatilização de amônia foi semelhante do 18^o ao 39^o dia experimental, exceto para o tratamento 750 mL/m³. Aos 25 dias de experimento, aplicação de 250 e 500 mL de Nzone Max[®]/m³ de cama reduziu ($p<0,05$) a volatilização da amônia quando comparado com 750 mL/m³. Os resultados dos parâmetros de leucograma e eritrograma ficaram ajustados com os valores de referência para aves e não foram afetados ($p>0,05$) pelos tratamentos. Apesar de não afetar negativamente o desempenho, rendimento de carcaça e de cortes nobres e parâmetros sanguíneos de frangos de corte, a utilização de 250, 500 e 750 mL/m³ do redutor de amônia, Nzone Max[®], não foi eficiente em controlar a volatilização da amônia do material da cama, portanto, o uso nas dosagens estudadas é dispensável.

Palavras chave: cama aviária, eritrograma, índice de eficiência produtiva, leucograma, viabilidade.

ZOOTECNICAL PERFORMANCE, CARCASS YIELD AND BLOOD PARAMETERS OF BROILERS CREATED ON LITTER TREATED WITH AMMONIA REDUCER

ABSTRACT – The objective was to evaluate the efficiency of the ammonia-reducing additive in poultry litter, on zootechnical performance, carcass and noble parts yield, blood parameters, and the control of ammonia

¹ Bacharéis em Zootecnia pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. mailson94castro@gmail.com; geanneribeiro.soares@outlook.com

² Professora do Departamento de Zootecnia do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. michele.mendonca@ifsudestemg.edu.br

³ Mestranda em Nutrição e Produção Animal do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. amandamedeiros-correia@yahoo.com.br

⁴ Técnico em Agropecuária do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. joao.martins@ifsudestemg.edu.br

⁵ Professora do Departamento de Matemática, Física e Estatística do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. cristina.nogueira@ifsudestemg.edu.br

⁶ Graduando em Zootecnia pelo Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Rio Pomba. karinamirla@gmail.com; vinnis1007@gmail.com



volatilization of chicken's bed material. 800 broilers of the Cobb® 500 line were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments (0, 250; 500 and 750 mL Nzone Max®/m³ of litter) and five replications of 40 birds per experimental unit, from 7 to 49 days old. The product was applied at 14, 21, 28, 35 and 42 days after the arrival of the birds. Were evaluated feed intake, weight gain, feed conversion, viability and productive efficiency index; carcass and cuts yield; erythrogram and leukogram and the volatilization of ammonia in bed (18, 25, 32, 39, 46th experimental day). The results were submitted to analysis of variance by the statistical software R. The application of the product did not change ($p > 0.05$) the zootechnical performance, although it promoted change ($p < 0.05$) in the carcass yield (CY). Chickens submitted to treatments 250 and 500 mL/m³ showed different values of CY, being higher for those submitted to treatment of 250 mL/m³. Ammonia volatilization was similar from the 18th to the 39th experimental day, except for the treatment 750 mL/m³. After 25 days of experiment, application of 250 and 500 mL of Nzone Max®/m³ of bed reduced ($p < 0.05$) the volatilization of ammonia when compared to 750 mL / m³. The results of the leukogram and erythrogram parameters were adjusted to the reference values for birds and were not affected ($p > 0.05$) by the treatments. Although it does not negatively affect the performance, the carcass and cuts yield and blood parameters of broilers, the use of 250, 500 and 750 mL/m³ of the ammonia reducer, Nzone Max®, was not efficient in controlling volatilization of ammonia from the litter; therefore, use in the studied dosages is not necessary.

Keywords: avian litter, carcass yield, erythrogram, leukogram, viability, productivity efficiency index.

INTRODUÇÃO

O Brasil é referência mundial na avicultura de corte, com destaque na produção e exportação, atingindo altos índices de produtividade. Em 2018, alcançou o segundo lugar no *ranking* de produção mundial, posição subsequente aos Estados Unidos, e o primeiro lugar em termos de exportação, segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2019).

Tal crescimento deve-se ao melhoramento genético das linhagens, investimentos em insumos, sistema de produção integrado, tecnologias de automatização, controle sanitário e ambiental, além da capacitação dos funcionários (Rodrigues et al., 2014). Entretanto, a cadeia é muito competitiva e possui margem estreita de lucro, além de ser vulnerável às condições sanitárias.

A adoção de alta densidade populacional consiste numa das alternativas para manter a competitividade, contudo, acarreta em alterações na ambiência para aves e aumenta o volume de excretas no material da cama, que possuem elevadas concentrações de nitrogênio e carga bacteriana que atuam rapidamente na decomposição desses resíduos. Essa rápida degeneração pode gerar alguns problemas, dentre eles, a volatilização do gás amônia (NH₃), nocivo à saúde e prejudicial ao desempenho zootécnico das aves (Terzith et al., 2000; Oviedo-Róndon, 2008; Freitas et al., 2009).

Contudo, a utilização de cama nos aviários se faz necessária, uma vez que, reduz parte desses impactos, por absorver a umidade, dilui uratos e fezes, fornece isolamento térmico e proporciona superfície confortável para as aves,

evitando formação de calos no peito e lesões no coxim plantar e peito de acordo com Castro (2018).

Diante disso, é crescente a procura por soluções que reduzam a volatilização do gás amônia em instalações avícolas. Uma alternativa, salientada por Oliveira et al. (2003), é a utilização de aditivos no material da cama, para amenizar alguns problemas como o aumento na incidência de doenças respiratórias nas aves e no ser humano, a desclassificação de carcaça devido às lesões na pele e nas patas, como também a redução do teor de nitrogênio na cama, o que diminui seu valor como fertilizante.

Um exemplo de aditivo redutor de amônia é o Nzone Max®, que foi desenvolvido para aplicação no solo. O produto tem a função de proteger o nitrogênio, transformando as formas de nitrogênio da ureia em amônio (NH₄⁺), forma mais estável, e gerar efeito positivo sobre o ecossistema do solo.

Há poucos estudos quanto à eficiência ou ineficiência da utilização do Nzone Max® como redutor de amônia em cama aviária. Desta forma, objetivou-se avaliar a eficiência do aditivo redutor de amônia na cama sobre o desempenho zootécnico, o rendimento de carcaça e de cortes nobres, os parâmetros sanguíneos, bem como o controle da volatilização da amônia do material da cama de frangos de corte.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no setor de Avicultura de Corte do Departamento Acadêmico de Zootecnia do

Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais, *Campus* Rio Pomba com duração de 49 dias. Os procedimentos experimentais foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais em Pesquisa (CEUA) do Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais com o protocolo nº 16/2018.

Foi utilizado plantel de 800 frangos de corte, lote misto, da linhagem *Cobb*[®] 500, vacinados contra Marek, Gumboro, Newcastle e Bronquite infecciosa, e para prevenção de Salmonelose, foi utilizado o antibiótico Trissulfín[®]. Os frangos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0, 250, 500 e 750 mL de Nzone Max[®]/m³ de cama) e cinco

repetições de 40 aves por unidade experimental dos sete aos 49 dias de idade.

As aves foram alojadas em 20 boxes de alvenaria com área de 3,38 m² cada (1,30 x 2,60 m). Em cada box foram alojadas 40 aves, o que corresponde à densidade média utilizada em granjas comerciais de 12 aves/m². A água e a ração foram fornecidas à vontade durante todo o experimento.

Durante o período experimental, foram utilizadas três tipos de rações comerciais específicas para frangos de corte referentes a cada fase de produção: inicial (1 a 14 dias), crescimento (15 a 35 dias) e final (36 a 49 dias). (Tabela 1).

Tabela 1 - Níveis de garantia expressas no rótulo das rações (unidade.kg⁻¹)

Nutriente	Rações				Nutriente	Rações			
	Inicial	Crescimento	Final	Unidade*		Inicial	Crescimento	Final	Unidade
Umidade (máx.)	13	13	13	%	Metionina Digestível (mín.)	4,5	4,2	8,2	g
Proteína Bruta (mín.)	22	19	18	%	Met.+ Cistina – Cis. (mín.)	----	8,9	7,4	g
Energia Metabolizável (mín.)	2980	3108	3180	Kcal	Met.+ Cis. Digestível (mín.)	----	8	1,9	g
Extrato Etéreo (mín.)	3	5,1	5,3	%	Triptofano (mín.)	----	1,9	7,2	g
Fibra Bruta (máx.)	6	5	4,3	%	Treonina (mín.)	----	7,4	11,3	g
Matéria mineral (máx.)	8	8	7,9	%	Arginina (mín.)	----	11,7	0,35	g
Cálcio (mín.)	0,8	0,9	0,9	%	Ácido Fólico (mín.)	2	2	1,5	mg
Cálcio (máx.)	13	12	12	G	Ácido Nicotínico (mín.)	----	50	50	mg
Fósforo total (mín.)	6	5,5	5	G	Ácido Pantotênico (mín.)	15	12	12	mg
Fósforo Disponível (mín.)	4,5	4,8	4,5	G	Colina (mín.)	0,42	0,4	0,12	mg
Sódio (mín.)	0,17	0,19	0,19	%	Biotina (mín.)	150	0,12	----	mg
Cloro	----	2	2	G	Niacina (mín.)	60	----	10000	U.I.
Manganês (mín.)	80	100	100	G	Vitamina A (mín.)	8000	11000	5000	U.I.
Zinco (mín.)	66	100	100	Mg	Vitamina D3 (mín.)	2500	5000	50	U.I.
Ferro (mín.)	80	40	40	Mg	Vitamina E (mín.)	22	60	3	mg
Cobre (mín.)	20	15	15	Mg	Vitamina K3 (mín.)	2	3	2	mg
Iodo (mín.)	1,5	1	1	Mg	Vitamina B1 (mín.)	5	2	8	mg
Selênio (mín.)	0,5	0,3	0,3	Mg	Vitamina B2 (mín.)	7	8	3	mg
Lisina (mín.)	13	11,9	10,5	G	Vitamina B6 (mín.)	5	4	15	mcg
Lisina Digestível (mín.)	11,8	10,5	4,3	G	Vitamina B12 (mín.)	20	15	15	mcg
Metionina – Met. (mín.)	5,5	4,8	3,9	G					

*kcal: quilocalorias; mg: miligramas; g: gramas; U.I: unidades internacionais; mcg: microgramas.

Antibióticos: Fase inicial – Avilamicina (10 mg/kg) e Narasina + Nicarbazina (100 mg/kg); Fase de crescimento – Salinomicina (60 mg/kg) e Bacitracina de Zinco (30 mg/kg); Fase final – sem adição de antibióticos.

Enzima Fitase (mín.): 500 FTU (unidades de fitase) nas fases de crescimento e final.



O material da cama utilizado durante o período experimental foi a maravalha, não reutilizada, compostas por partículas médias e homogêneas colocada em camadas de oito cm de espessura em cada boxe.

A aplicação do produto Nzone Max® foi feita com o auxílio de pulverizador manual de pressão, exclusivo para uso do aditivo, aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após a chegada das aves. A aplicação se deu nesses dias em virtude de coincidir com a pesagem semanal das aves, promovendo, desta forma, menor estresse para os frangos.

Quanto ao estímulo luminoso foi adotado o manejo realizado em granjas comerciais. No primeiro dia foram fornecidos 24 horas de luz a fim de assegurar a ingestão de água e ração. Na segunda noite, as aves foram expostas a 23 horas de luz e uma hora de escuro. Do terceiro ao 21º dia foram submetidas apenas ao fotoperíodo natural. O programa de luz do 22º ao 35º dia foi de 16 horas de luz e 8 horas de escuro e do 36º dia até o abate foi fornecido 18 horas de luz e 6 horas de escuro.

No primeiro dia, todos os pintainhos foram pesados individualmente e distribuídos em quatro círculos de proteção, sendo um para cada tratamento, de modo que os círculos possuísem aves com peso médio semelhantes. No interior de cada círculo foram colocados cinco bebedouros tipo copo de pressão, seis comedouros tipo tubular infantil e oito centímetros de cama de maravalha. Nos primeiros quatro dias de vida, a cama foi mantida forrada com papel pardo a fim de evitar que os pintainhos consumissem o material da cama.

Aos sete dias de idade, as aves foram novamente pesadas, e posteriormente distribuídas nos boxes, de modo que as parcelas experimentais também possuísem aves com peso médio semelhante. Cada boxe era composto por dois bebedouros tipo copo de pressão e dois comedouros do tipo tubular infantil. A partir do 14º dia de vida, os comedouros e bebedouros foram substituídos, em cada unidade experimental, respectivamente, por um comedouro tubular adulto e um bebedouro pendular.

Foi avaliado o desempenho zootécnico dos frangos em cada fase de produção: consumo de ração (CR), ganho de peso (GP), conversão alimentar (CA), viabilidade e índice de eficiência produtiva (IEP).

Ao final de cada ciclo: inicial, crescimento e final, as sobras de ração de cada parcela foram pesadas e descontadas da quantidade de ração fornecida a fim de se obter o consumo de ração por fase. No caso de aves mortas durante o período, o consumo médio foi descontado e corrigido, obtendo-se o consumo médio para a unidade experimental.

Para a obtenção do ganho de peso, dez aves de cada unidade experimental foram selecionadas, aleatoriamente, e pesadas, semanalmente até a idade de abate (49º dia). Para obtenção da conversão alimentar foi realizada a relação entre o consumo de ração e o ganho de peso.

A viabilidade das aves foi calculada através do monitoramento diário da mortalidade, para que ao final do período experimental (49º dia) fosse obtida a taxa de mortalidade e de viabilidade das aves, calculadas pela diferença entre o número de aves alojadas e o número de aves mortas e o de aves vivas, respectivamente, sendo o resultado convertido em porcentagem.

O Índice de Eficiência Produtiva (IEP) foi determinado no 49º dia de acordo com a fórmula: $IEP = [(peso\ vivo\ (kg) \times viabilidade) / (idade \times conversão\ alimentar)] \times 100$.

Para determinação do rendimento de carcaça e de cortes nobres (peito, coxa e sobrecoxa), aos 49 dias de vida foram selecionadas quatro aves representantes do peso médio de cada parcela experimental e submetidas a jejum de ração de seis horas. As aves foram identificadas, pesadas e, em seguida, processadas, segundo os procedimentos normais de abate: sangria, depena e evisceração. A carcaça quente (sem os pés e cabeça), antes do resfriamento em *chiller*, foi pesada novamente para o cálculo do rendimento percentual de carcaça.

O rendimento de carcaça foi calculado em relação ao peso vivo antes do abate [$\%RC = (Peso\ Carcaça \times 100) / Peso\ Vivo$]. Para a determinação do rendimento percentual de cortes nobres, as carcaças foram cortadas e separados o peito, coxas e sobrecoxas para pesagem, sendo o percentual de partes determinado em relação ao peso da carcaça [$\%RParte = (Peso\ Parte \times 100) / Peso\ Carcaça$].

Entre as aves que restaram, foram coletadas aleatoriamente, aos 50 dias de idade, no período da manhã, 3 mL de sangue pela veia ulnar, de cinco aves por tratamento, sendo uma ave por repetição, de acordo com a metodologia de coleta proposta por LPA-UN (2010). Foi realizado “pool” das amostras, armazenadas em tubos identificados e enviadas ao laboratório de análises clínicas para análise do eritrograma e do leucograma das aves, totalizando três repetições por tratamento.

Foi mensurada no material da cama de cada unidade experimental (boxe) a volatilização da amônia. Foram coletadas quatro amostras simples para formação da amostra composta representativa da cama, quatro dias após aplicação do Nzone Max®, de acordo com as orientações do fornecedor, no 18º, 25º, 32º, 39º e 46º dia experimental.

Para determinar a amônia volatilizada, foi utilizada a metodologia adaptada de Hernandez & Cazetta (2001), que consta da colocação da amostra de aproximadamente 100 g de cama aviária em recipiente incubador com volume de 500 mL, fechado hermeticamente. Sobre a superfície da amostra foi colocado um bquer com volume de 50 mL contendo 10 mL de ácido bórico a 2%, que é utilizado como solução coletora de amônia volatilizada da amostra no interior do incubador. O ácido bórico é utilizado por ser comumente utilizada nas determinações de amônia pelo método de *Kjeldhal* (AOAC, 1970) (Figura 1).

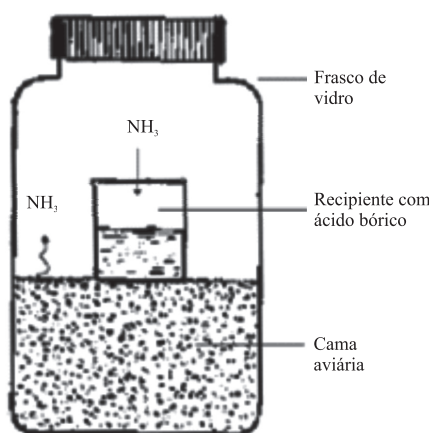


Figura 1 - Esquema do método de análise de amônia volatilizada (Hernandes & Cazetta, 2001).

A amostra e a solução de ácido bórico foram mantidas em repouso em estufa, entre 15 e 20 horas sob temperatura de 30°C. Após a incubação, a solução fixadora foi retirada e, por titulação, foi determinada a quantidade de amônia presente.

A determinação da quantidade (mg) de amônia (NH_3) fixada na solução de ácido bórico foi realizada pela titulação com solução de ácido sulfúrico padronizado 0,05 N, detectando-se o ponto final da titulação pela adição da mistura de vermelho de metila e verde de bromocresol à solução titulada. Os resultados foram expressos em partes por milhão (ppm) de amônia liberada, calculados pela fórmula: $\text{NH}_3 = (V_t \times N \times 17 \times 1000) / p$, em que: NH_3 é a quantidade de amônia liberada (ppm) em cama fresca; V_t é o volume da solução de H_2SO_4 gasto na titulação (mL); N é a normalidade do ácido usado H_2SO_4 (0,05 N); 17 é a massa molecular da NH_3 e 1000 é o fator de transformação de mg/g para ppm e p é a quantidade (g) de cama incubada.

As temperaturas máximas e mínimas e umidade do ar foram registradas diariamente às 12 h, por meio de termohigrômetros, posicionados em três pontos do galpão, com sensores colocados à altura do dorso das aves.

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo *software* estatístico R (R Core Team, 2018) e utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*, a 0,05 de significância, para verificar a normalidade dos resíduos. Sendo os resíduos de distribuição normal e para os parâmetros significativos ao nível de 0,05 de probabilidade foi realizada a regressão polinomial, o teste de *Tukey* para a comparação entre as médias dos tratamentos e o teste *Dunnnett* para confrontar as médias dos tratamentos com redutor de amônia e o tratamento controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de temperaturas máxima e mínima e umidade relativa do ar \pm desvio padrão registrados durante o período experimental (49 dias) foram, respectivamente: $28,7 \pm 3,1^\circ\text{C}$; $20,1 \pm 2,0^\circ\text{C}$ e $55 \pm 12,8\%$.

Para as aves expressarem seu máximo potencial genético e, conseqüentemente, bom desempenho zootécnico, é preciso considerar a faixa de termoneutralidade, que mensura o ambiente térmico ideal para os animais. Tinoco (2001) e Furtado et al. (2003), consideraram como ambiente térmico ideal em galpões avícolas, temperaturas entre 22 e 27°C e umidade relativa entre 50 e 70%.

As temperaturas máximas e mínimas mantiveram-se dentro da faixa de termoneutralidade desejada para a criação de frangos de corte, contudo, durante alguns momentos, as aves foram expostas a situações de modesto estresse por calor e por frio, respectivamente.

A aplicação do redutor de amônia (Nzone Max[®]) na cama não alterou significativamente ($p > 0,05$) o desempenho zootécnico dos frangos (Tabela 2).

Alguns autores ao utilizarem sulfato de alumínio como redutor de amônia em cama de frangos de corte observaram aumento no ganho de peso (McWard & Taylor, 2000), melhoria na conversão alimentar (Oliveira et al., 2002) e redução da mortalidade (Moore Junior et al., 1999).

Ali et al. (2000) ao aplicarem superfosfato simples na cama ($0,7 \text{ kg/m}^2$) não verificaram efeito negativo sobre o ganho de peso (GP), o consumo de ração (CR) e a conversão alimentar (CA) de frangos de corte, entretanto, ao aplicarem sulfato de alumínio ($0,25 \text{ kg/m}^2$) acrescido de superfosfato simples ($0,4 \text{ kg/m}^2$) constataram prejuízo no ganho de peso e na conversão alimentar das aves.

Tabela 2 - Desempenho zootécnico (sete a 49 dias de idade) de frangos de corte criados sobre cama com adição de redutor de amônia (Nzone Max®)

Parâmetros	mL de Nzone Max®/m ³ de cama				Valor p	CV (%)
	0	250	500	750		
CR (kg/ave)	4,478	4,076	3,946	4,478	0,3756	13,76
GP (kg/ave)	2,056	1,956	2,008	2,055	0,6248	6,76
CA	2,052	2,086	1,962	2,174	0,3332	8,56
Viabilidade (%)	98	93,5	96,5	97,5	0,5255	5,32
IEP	210,954	189,902	211,296	199,476	0,5076	12,58

Valor p maior que 0,05 não significativo pelos testes de Dunnett e Tukey.

CV = Coeficiente de Variação.

CR = Consumo de Ração (kg/ave); GP = Ganho de Peso (kg/ave); CA = Conversão Alimentar; IEP = Índice de Eficiência Produtiva.

Assim como constatado neste estudo, Bruno et al. (1999) e Neme et al. (2000) ao adicionarem gesso agrícola à cama de frangos de corte na proporção de 10, 20, 30 e 40% do peso da cama, relataram não haver diferenças nos resultados de ganho de peso, consumo de ração, conversão alimentar e mortalidade em relação ao tratamento controle, independentemente do nível de adição.

Taherparvar et al. (2016) ao avaliarem o uso ou não da aplicação de bentonita (3 kg/m³) ou cal (1,5 kg/m³) em diferentes tipos de cama (areia, maravalha ou papel) também não verificaram alteração no desempenho zootécnico aos 42 dias de frangos de corte machos da linhagem Ross 308®. Os autores sugeriram que estudos adicionais sejam feitos a fim de destacar a existência de efeitos benéficos de qualquer tratamento em materiais para cama de frangos de corte.

Os parâmetros de desempenho zootécnico avaliados nesse trabalho, se mantiveram abaixo do recomendado pelo manual da linhagem Cobb®500, que preconiza CR, GP e CA de aproximadamente 6,212 kg/ave; 3,321 kg/ave e 1,87 respectivamente.

Quanto aos parâmetros de rendimento de carcaça e de partes nobres, a adição do redutor de amônia promoveu alteração significativa ($p < 0,05$) apenas no rendimento de carcaça. Os frangos submetidos aos tratamentos 250 e 500 mL/m³ apresentaram valores distintos, sendo maior valor de rendimento de carcaça obtido para as aves criadas sobre a cama tratada com 250 mL/m³. Os demais parâmetros de rendimento de peito, de coxa e de sobrecoxa não foram influenciados pela adição ou não de redutor de amônia à cama dos frangos de corte (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros de rendimento de carcaça e de cortes nobres de frangos de corte criados sobre cama com adição de redutor de amônia (Nzone Max®)

Parâmetros*	mL de Nzone Max®/m ³ de cama				Valor p	CV (%)
	0	250	500	750		
RCarcaça ^{1,2} (%)	70,222 ^{ab}	71,138 ^a	67,638 ^b	69,144 ^{ab}	0,0331	2,51
RPeito (%)	30,036	30,370	30,850	30,612	0,9338	6,79
RCoxa (%)	18,138	18,144	17,748	18,366	0,8336	5,92
RSobrecoxa (%)	21,452	21,560	21,756	22,138	0,6797	4,34

RCarcaça = Rendimento de Carcaça; RPeito = Rendimento de Peito; RCoxa = Rendimento de Coxa; RSobrecoxa = Rendimento de sobrecoxa.

*Resultados não significativos pelo teste de Dunnett ($p > 0,05$).

¹Médias nas linhas seguidas de letras distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

²Regressão polinomial não significativa ($p > 0,05$).

CV = Coeficiente de Variação.

O rendimento de carcaça é uma característica diretamente relacionada à produção de carne e pode variar conforme os fatores intrínsecos (genética, sexo, peso e idade) e/ou extrínsecos (nutrição, ambiente e manejo pré e pós abate) (Duarte et al., 2010).

Contudo, nesse estudo, a utilização do redutor de amônia no material da cama com objetivo de melhorar o ambiente de criação não promoveu efeito significativo sobre o rendimento de partes nobres. Porém, o uso de 250 mL/m³ promoveu maior rendimento de carcaça, sendo semelhante ao tratamento controle e a aplicação de 750 mL/m³ (Tabela 3).

A linhagem *Cobb*[®] apresenta alto rendimento de carcaça, pois se trata de uma linhagem comercial de frango de corte que vem passando por constante seleção para maior rendimento de carcaça e de partes nobres, principalmente peito e sobrecoxa. Santos et al. (2005) estudaram sobre rendimento de carcaça e de cortes nobres de diferentes linhagens de frango de corte, verificaram altos valores de rendimento de carcaça (73,4%), peito

(34,4%), coxa (13,9%) e sobrecoxa (16,5%) para a linhagem *Cobb*[®] 500.

Apesar de menor rendimento de carcaça obtido nesse estudo em comparação à pesquisa realizada por Santos et al. (2005), em função do melhoramento genético ocorrido, os rendimentos de coxa e de sobrecoxa observados na presente pesquisa foram 4,2 e 5,2 pontos percentuais superiores, respectivamente.

Aos 25 dias de experimento, a aplicação de 250 e 500 mL de Nzone Max[®]/m³ de cama diminuiu ($p < 0,05$) a volatilização da amônia quando comparado ao tratamento com 750 mL/m³. A utilização do redutor de amônia no material da cama, promoveu valores semelhantes de volatilização de amônia (ppm) do 18º ao 39º dia experimental, o que pode ser justificado como o período de menor volume de excretas na cama, o que proporciona reduzida ação bacteriana e diminuição da volatilização da amônia, diferente do que se observa na última análise, onde a cama já se encontra saturada de dejetos e bactérias, e a emissão do gás amônia é maior (Tabela 4).

Tabela 4 - Volatilização da amônia (ppm) da cama de frangos de corte com adição de redutor de amônia (Nzone Max[®]) ao longo do tempo de criação

Tempo (dias)*	mL de Nzone Max [®] /m ³ de cama*				Valor p
	0	250	500	750	
18	5,587 ^B	5,505 ^B	3,711 ^B	7,571 ^{BC}	0,6803
25	13,201 ^{AB ab}	5,864 ^{B b}	5,249 ^{B b}	16,129 ^{A a}	0,0011
32	5,361 ^B	3,905 ^B	3,877 ^B	5,004 ^C	0,9498
39	9,048 ^B	8,150 ^B	7,687 ^B	7,543 ^{BC}	0,9635
46	20,013 ^A	21,591 ^A	21,279 ^A	14,852 ^{AB}	0,1229
Valor P	0,0000	0,0000	0,0000	0,0009	-

*Resultados não significativos pelo teste de Dunnett ($p > 0,05$).

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk): valor p: 0,1863.

Valor p (tratamento): 0,4769; valor p (tempo): 0,0000; valor p (interação): 0,0362.

Médias, nas linhas, seguidas por letras minúsculas distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Médias, nas COLUNAS seguidas por letras MAÍUSCULAS distintas diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Coefficiente de variação tratamento (%): 59,32; Coeficiente de variação tempo (%): 49,95.

Do 39º até 46º dia de criação, foi possível observar crescente volatilização de amônia da cama em todos os tratamentos, destacando a ineficiência do produto para realizar a retenção da amônia após esse período (Tabela 4).

Após esse período, nos tratamentos controle, 250 e 500 mL/m³, foi registrado valores de amônia próximos a 20 ppm, que é o valor máximo considerado para galpões avícolas (Inoue et al., 2012).



Observou-se ineficiência dos tratamentos controle e 750 mL de Nzone Max[®]/m³ durante o início da fase de criação (até os 24 dias), uma vez que apresentaram maiores teores de amônia volatilizada pela cama. A partir do 24º dia experimental foi verificada redução da volatilização da amônia no material da cama, com menores teores de amônia volatilizada aos 37 e 39 dias de criação, respectivamente (Figura 2).

A aplicação de 250 e 500 mL de Nzone Max[®]/m³ de cama promoveram maior potencial de redução da volatilização da amônia durante a fase inicial de criação, onde os menores teores de amônia volatilizada foram observados aos 27 e 26 dias de criação, respectivamente (Figura 2).

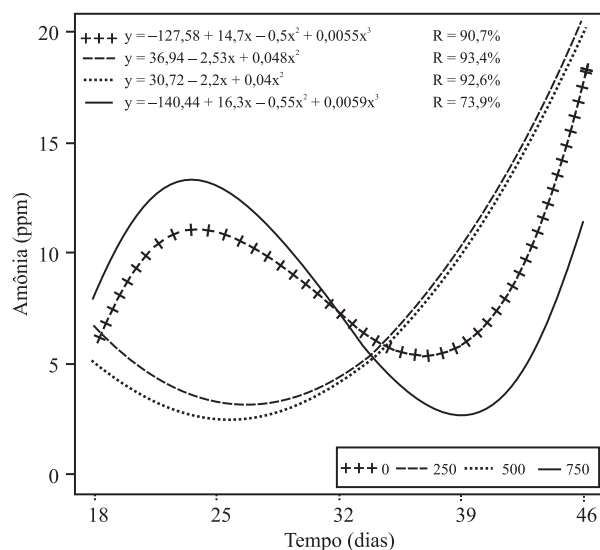


Figura 2 - Amônia Volatilizada (ppm) da cama de frango tratada com diferentes doses de redutor de amônia (Nzone Max[®]) ao longo do tempo de criação (dias).

A maior variação da volatilização da amônia entre os tratamentos se deu aos 25 dias de criação, o que pode ser justificado pelo período em que começou maior acúmulo de dejetos na cama. Observou-se menores valores de volatilização para os tratamentos 250 e 500 mL de Nzone Max[®]/m³, sendo o valor mínimo recomendado pela regressão a dosagem de 367 mL/m³ (Figura 3).

Diferente dos resultados expressos neste trabalho, Oliveira et al. (2004) trabalharam com o efeito da aplicação de condicionadores químicos (sulfato de alumínio, gesso agrícola, superfosfato simples e cal hidratada) sobre a

qualidade da cama de frango e encontraram valores menores de amônia (ppm) volatilizada aos 45 dias de criação (3,14; 5,76; 6,22; 7,61; respectivamente).

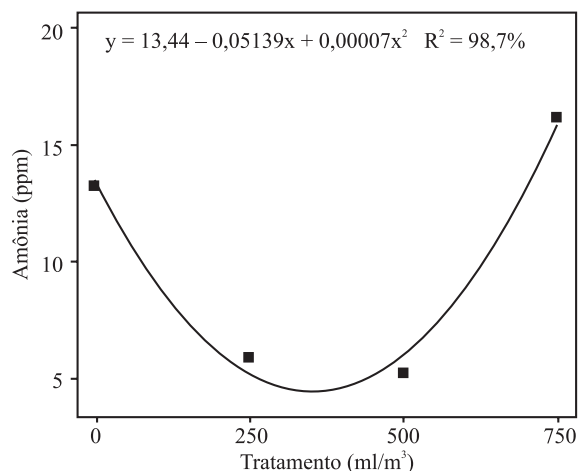


Figura 3 - Amônia volatilizada (ppm) da cama de frango, sob tratamento com diferentes doses de redutor de amônia, aos 25 dias de criação.

Moore Junior et al. (1996) utilizaram sulfato de alumínio na quantidade de 65 e 130 g/kg de cama e detectaram aumento no teor de NH₄⁺ (amônio) na cama, o que demonstrou redução da NH₃ (amônia) volatilizada. McWard e Taylor (2000) também utilizaram sulfato de alumínio e verificaram diminuição de 33,3% na volatilização da amônia em relação ao tratamento-controle.

Não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) para os parâmetros do leucograma (leucócitos, heterófilos, eosinófilos, linfócitos e monócitos), o que sugeriu que o tratamento da cama de frango, não reutilizada, com o produto Nzone Max[®] não influenciou as células do sistema imune das aves (Tabela 5).

A partir dos valores de hemácia, hematócrito e hemoglobina foram calculados os índices eritrocitários, que forneceram informações complementares da linhagem eritrocitária. Assim, o volume corpuscular médio (VCM) representa o tamanho dos eritrócitos e a concentração média de hemoglobina corpuscular (CHCM) expressam a quantidade de hemoglobina por eritrócito (Campbell, 1994; Clark et al., 2009).

Os valores dos parâmetros do leucograma (leucócitos, heterófilos e linfócitos) e do eritrograma: hemácias, hemoglobina, hematócrito (%), V.C.M (μ3) e C.H.C.M (%) estão dentro dos valores de referência para

aves, de acordo com Villa (2013), não apresentando nenhuma anomalia, indicando que não houve comprometimento fisiológico das aves.

Na análise de leucograma foram registrados valores altos, acima dos de referência (Villa 2013), para os eosinófilos e monócitos. Segundo Mitchell & Johns (2008),

a função exata dos eosinófilos nas aves ainda é desconhecida, porém a composição dos seus grânulos é semelhante à dos mamíferos, e alguns estudos revelaram relação entre o aumento dos eosinófilos e infecção parasitária, contudo, na maioria das vezes, os antígenos parasitários não induzem o aumento dos eosinófilos em aves.

Tabela 5 - Parâmetros sanguíneos de frangos de corte criados sobre cama com adição de redutor de amônia (Nzone Max®)

Parâmetros ^{ns*}	Valores de Referência	mL de Nzone Max®/m ³ de cama				Valor p	CV (%)
		0	250	500	750		
Hemácias (milhões)	2,0 - 3,5	2,16	2,28	2,62	2,35	0,1095	8,58
Hemoglobina (g%)	7 - 13	10,37	10,03	11,00	11,63	0,4337	11,29
Hematócrito (%)	25 - 37	31,33	30,10	32,93	34,60	0,4796	11,02
V.C.M (μ3)	85 - 180	128,37	126,47	126,67	127,60	0,9689	4,22
C.H.C.M (%)	22 - 35	33,07	33,37	33,37	33,57	0,8387	2,02
Leucócitos (mm ³)	9000 - 30000	15066,7	16866,7	21566,7	17466,7	0,3603	24,17
Eosinófilos (%)	Até 5	5,79	6,48	4,99	5,78	0,9438	52,18
Monócitos (%)	Até 8	10,15	10,85	14,64	11,08	0,3396	26,15
Heterofilos (%)	1 - 13	2,49	2,02	2,66	2,70	0,7185	32,16
Linfócitos (%)	60 - 85	73,33	78,33	77,67	75,00	0,2163	22,41
Relação Heterofilo:Linfócito	-	0,22	0,15	0,15	0,21	0,0861	19,03

*Resultados não significativo pelo teste de *Dunnnett* ($p > 0,05$)

^{ns} Não significativo pelo teste de *Tukey* ($p > 0,05$).

CV = Coeficiente de Variação (%).

Já o aumento dos monócitos, geralmente está relacionado a doenças crônicas, como a dermatite bacteriana, salmonelose, tuberculose, clemidiose ativa ou crônica e por deficiência de zinco na dieta, segundo Dein (1986). Entretanto, as aves utilizadas nesta pesquisa não apresentaram sintomas clínicos quanto a essas patologias, pois foram vacinadas e as rações fornecidas às aves continham antibióticos, exceto para a fase final (Tabela 1), além disso, atenderam os requerimentos nutricionais para cada fase de criação.

A indicação de estresse crônico em aves pode ser medida pela relação entre heterofilos e linfócitos (Elrom, 2000). Aves quando submetidas a situações de estresse, passam por alguns processos fisiológicos, como o aumento da liberação de hormônios corticotróficos, reduzindo a quantidade de linfócitos circulantes, proporcionando, assim aumento na relação heterofilo: linfócito (Macari et al., 2002).

São várias as situações que podem causar estresse nas aves. De acordo com Borges et al. (2003), uma das causas seria mudanças bruscas na temperatura ambiente. Conforme o autor, o sistema sanguíneo é sensível a essas mudanças e se constitui importante indicador das respostas fisiológicas das aves a agentes estressores.

Borges et al. (2003) verificaram que o aumento progressivo da temperatura em frangos de corte com 42 a 44 dias de idade diminuiu o número de linfócitos circulantes e causou desequilíbrio eletrolítico. Fatores como idade, agentes infecciosos, presença de pessoas, relação entre aves e humanos nos galpões (Gross & Siegel, 1983) e a variabilidade individual (Santos et al., 2013) também interferem na relação heterofilo:linfócito.

Segundo Cîrule et al. (2012), o estresse decorrente da contenção pode ocasionar alterações dos parâmetros hematológicos. Sabe-se que a análise de sangue das aves pode trazer diversas respostas quanto a saúde dos animais,



porém, atualmente carece de mais estudos que demonstrem as respostas imunológicas de frangos submetidos a diferentes trabalhos.

De acordo com Inoue et al. (2012), a concentração máxima de amônia recomendada em instalações para frangos de corte é de 20 ppm, onde valores superiores podem ocasionar perdas significativas na performance das aves.

Desta forma, os valores máximos de volatilização de amônia obtidos no presente estudo, para todos os tratamentos, se mantiveram, durante maior parte do período experimental, dentro do considerado inofensivo para a saúde e desempenho das aves, não podendo, assim, atribuir as alterações nos parâmetros avaliados ao excesso de amônia na instalação.

A volatilização da amônia do material da cama de frangos de corte foi minimizada aos 25 dias de criação com a aplicação de 367 mL de redutor de amônia/m³ de cama. Contudo, a utilização do produto, nas dosagens utilizadas nesse experimento, não afetou o desempenho zootécnico, as características de carcaça, nem tampouco os parâmetros sanguíneos.

Sugere-se a realização de novas pesquisas que busquem estudar a eficiência da aplicação de doses maiores, maior frequência de aplicações e/ou fazer emprego do produto em cama reutilizada.

CONCLUSÃO

Apesar de não afetar negativamente o desempenho, o rendimento de carcaça e de cortes nobres e os parâmetros sanguíneos de frangos de corte, a utilização de 250, 500 e 750 mL/m³ do redutor de amônia, Nzone Max®, não foi eficiente em controlar a volatilização da amônia do material da cama, portanto, o uso nas dosagens estudadas é dispensável.

LITERATURA CITADA

- ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual 2019. In: [Http://abpa-br.com.br](http://abpa-br.com.br) (acessado em 06 de maio de 2020).
- ALI, M.M.; MOUBARAK, S.T.; BADAWY, M.F. et al. Effect of litter treatment on broiler performance and litter quality. *Veterinary Medical Journal (Giza)*, v.48, p.309-318, 2000.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS - AOAC. *Official methods of analysis*. Washington, D.C., 1970. 11. ed. 1015p.
- BORGES, S.A.; MAIORKA, A.; SILVA, A.V.F. Fisiologia do estresse calórico e a utilização de eletrólitos de frangos de corte. *Ciência Rural*, v.33, n.5, p.975-981, 2003.
- BRUNO, L.D.G.; MORAES, V.M.B.; ARIKI, J. Efeitos da adição de gesso agrícola à cama aviária sobre o desempenho de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, p.320-325, 1999.
- CAMPBELL, T.W.; RITCHIE, B.W.; HARRISON, G.J.; HARRISON L.R. *Avian medicine: principles and application*. Lake Worth: Wingers Publishing, p.176-198, 1994.
- CASTRO, C.M. Manejo da cama aviária e impactos na produção avícola. In: 19º Simpósio Brasil Sul de Avicultura e 10º Brasil Sul Poultry Fair, 2018. *Anais...* Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves, 2018.
- CĪRULE, D.; KRAMS, I.A.; VRUBLEVSKA, J. A rapid effect of handling on counts of white blood cells in a wintering passerine bird: a more practical measure of stress? *Journal of Ornithology*, v.153, p.161-166, 2012.
- CLARCK, P.; BOARDMAN, W.; RAIDAL, S. *Atlas of clinical avian hematology*. Oxford: Blackwell Publishing, p.184. 2009.
- DEIN, F. J. *Hematology*. In: Clinical Avin Medicine, Philadelphia. W B Sauders, p. 174-191, 1986.
- DUARTE, F.D.; LARA, L.J. C.; BAIÃO, N.C. et al. Efeito da inclusão de diferentes fontes lipídicas em dietas para frangos de corte sobre o desempenho, rendimento e composição da carcaça. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.62, n.2, p.439-444, 2010.
- ELROM, K. Review: Handling and transportation of broilers welfare, stress, fear and meat quality. *Journal of Veterinary Medicine*, v.56, n.1, p.39-45, 2000.
- FREITAS, L.W.; ORRICO, A.C.A.; GARCIA, R.G. et al. Volatilização de amônia em diferentes tipos de cama de frango. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2009. *Anais...* Porto Alegre. Campinas: FACTA, p.1-4, 2009.
- FURTADO, D.A.; AZEVEDO, P.V.; TINÔCO, I.F.F. Análise do conforto térmico em galpões avícolas com diferentes sistemas de acondicionamento. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.7, n.3, p.559-564, 2003.
- GROSS, W.B.; SIEGEL, H.S. Evaluation of heterophil/lymphocyte ratio as a measure of stress in chickens. *Avian Diseases*, v.27, n.4, p.972-979, 1983.
- HERNANDES, R.; CAZETTA, J.O. Método simples e acessível para determinar amônia liberada pela cama aviária. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, p.824-829, 2001.

- INOUE, K.R.A.; TINÔCO, I.F.F.; CASSUCE, D.C. et al. Análise da concentração de amônia em galpões de frango de corte submetidos a diferentes dietas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.20, n.1, p.19-24, 2012.
- LABORATORIO DE PATOLOGÍA AVIAR. Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia de la Universidad Nacional de Colombia, (LPA-UN). Registros, histórias clínicas, 2003-2010.
- MACARI, M., FURLAN, R. L.; GONZALES, E. Fisiologia aviária aplicadas a frangos de corte. Campinas: FACTA, p.375, 2002.
- MCWARD, G.W.; TAYLOR, D.R. Acidified clay litter amendment. *Journal of Applied Poultry Research*, v.9, n.4, p. 518-529, 2000.
- MITCHEL, E.B.; JOHNS, J. *Avian hematology and related disorders*. Veterinary Clinics of North Americana: Exotic Animal Practice, v. 11, p. 501-522, 2008.
- MOORE JUNIOR, P.A.; DANIEL, T.C.; EDWARDS, D.R. et al. Evaluation of chemical amendments to reduce ammonia volatilization from poultry litter. *Poultry Science*, v.75, n.2, p.315-320, 1996.
- MOORE JUNIOR, P.A.; DANIEL, T.C.; EDWARDS, D.R. Reducing phosphorus runoff and improving poultry production with alum. *Poultry Science*, v.78, p.692-698, 1999.
- NEME, R.; SAKOMURA, N.K.; OLIVEIRA, M.D.S. Adição de gesso agrícola em três tipos de cama de aviário na fixação de nitrogênio e no desempenho de frango de corte *Ciência Rural*, v.30, n.4, p.687-692, 2000.
- OLIVEIRA, M.; ALVES, J.; FLEURY, G. Tratamento de cama de frango com diferentes aditivos e seu efeito sobre o desempenho das aves. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2002. *Anais...* Recife: SBZ, 2002.
- OLIVEIRA, M.C.; ALMEIDA, C.V.; ANDRADE, D.O.; RODRIGUES, S.M.M. Teor de matéria seca, pH e amônia volatilizada da cama de frango tratada ou não com diferentes aditivos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.951-954, 2003.
- OLIVEIRA, M.C.; FERREIRA, H.A.; CANCHERINI, L.C. Efeito de condicionadores químicos sobre a qualidade da cama de frango. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.4, p.536-541, 2004.
- OVIEDO-RONDÓN, E.O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.37, p.239-252, 2008.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2018. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. In: <Http://www.R-project.org/>. (acessado em 14 de janeiro de 2019).
- RODRIGUES, W.O.P.; GARCIA, R.G.; NÄÄS, I.A. et al. Evolução da avicultura de corte no Brasil. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia*, v.10, n.18, p.1666-1684, 2014.
- SANTOS, A.L.D.; SAKOMURA, N.K.; FREITAS, E.R. et al. Estudo do crescimento, desempenho, rendimento de carcaça e qualidade de carne de três linhagens de frango de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.5, p.1589-1598, 2005.
- SANTOS, S.C.S.; MEYRE, R.; COSTA, M.F.D. Variety of haematological parameters of monthly blood donor dogs. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v.12, p.472-477, 2013.
- TAHERPARVAR, G.; SEIDAVI, A.; ASADPOUR, L. et al. Effect of litter treatment on growth performance, intestinal development, and selected cecum microbiota in broiler chickens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.45, n.5, p.257-264, 2016.
- TERZICH, M.; POPE, M.J.; CHERRY, T.E.; HOLLINGER, J. Survey of pathogens in poultry litter in the United States. *Journal of Applied Poultry Research*, v.9, n.2, p.287-291, 2000.
- TINÔCO, I.F.F. Avicultura industrial: novos conceitos de materiais, concepções e técnicas construtivas disponíveis para galpões avícolas brasileiros. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, v.3, n.1, p.1-26, 2001.
- VILA, L.G. Hematologia em aves: revisão de literatura. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola de Veterinária e Zootecnia, *Universidade Federal de Goiás*, 2013. 46f.

Recebido para publicação em 30/09/2019, aprovado em 20/05/2020 e publicado 30/07/2020.



