

Abanico Veterinario. Janeiro-Dezembro 2021; 11:1-15. <http://dx.doi.org/10.21929/abavet2021.30>
Artigo Original. Recebido: 04/08/2020. Aceito: 08/07/2021. Publicado: 28/07/2021. Chave: e2020-76.

Resposta produtiva e equilíbrio de nitrogênio em frangos de carne alimentados com substâncias húmicas na água potável

Productive responses and nitrogen balance in broilers fed with humic substances in the drinking water

Sergio Gómez-Rosales^{1*} , María Angeles¹ , Jesús Maguey-González² 

¹Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Km. 1 Carretera a Colón, Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México. CP 76280. ²Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México. Km. 1 Carretera a Colón, Ajuchitlán, Colón, Querétaro, México. CP 76280. *Autor responsável e para correspondência: Gómez-Rosales Sergio, Av. del Marqués 3100-40. Col. Centro Sur. Querétaro, Querétaro, México. CP 76090. gomez.sergio@inifap.gob.mx angeles.lourdes@inifap.gob.mx magueyjesus@gmail.com

RESUMO

As substâncias húmicas obtidas do vermicomposto são uma opção para melhorar a produtividade e reduzir as emissões de amônia nas casas de frangos de corte. O objetivo do estudo foi avaliar a adição de 20% de lixiviado de vermicomposto cru (LVC) ou pasteurizado (LVP) na água potável sobre variáveis de produção e carcaça, composição e ganho químico de frangos de corte e cama, e retenção e perdas de nitrogênio em frangos de corte de 21-45 dias de idade. Uma dieta convencional suplementada com promotores de crescimento antibióticos foi oferecida durante todo o experimento. Os resultados indicam que o desempenho dos peitos foi melhorado ($P < 0,05$) em frangos de corte alimentados com 20% LVP na água potável em comparação com frangos alimentados com LVC ou apenas com água. A adição de 20% LVC ou LVP não melhorou a retenção de nutrientes nos pintinhos ou na cama ou o equilíbrio de nitrogênio ou perdas nos pintinhos de 21 a 45 dias de idade. LVP pode ser adicionado à água potável de frangos de corte para melhorar o desempenho do peito.

Palavras-chave: frangos, lixiviado vermicomposto, substâncias húmicas, nitrogênio, amoníaco.

ABSTRACT

Humic substances obtained from vermicompost are an option to improve productivity and reduce ammonia emissions in broiler houses. The objective of the study was to evaluate the addition of 20% raw (RWL) or pasteurized (PWL) vermicompost leachate in the drinking water on production and carcass variables, broiler and litter chemical composition and gain, and nitrogen retention and losses in broilers from 21 to 45 days of age. A conventional diet supplemented with antibiotic growth promoters was offered throughout the experiment. Results indicate that breast performance was improved ($P < 0.05$) in broilers fed 20 % PWL in the drinking water compared to broilers that drank the RWL or water alone. The addition of 20 % RWL or PWL did not improve nutrient retention in chicks or litter or nitrogen balance or losses in 21- to 45-day-old chicks. PWL can be added to broiler drinking water to improve breast performance.

Keywords: broilers, worm composting leachate, humic substances, nitrogen, ammonia.

INTRODUÇÃO

As substâncias húmicas (SH) têm sido avaliadas há alguns anos como aditivos promotores de crescimento e de melhoria da saúde em frangos de carne e galinhas poedeiras (Sanmiguel *et al.*, 2014; Arif *et al.*, 2019). Resultados de pesquisas em frangos de corte suplementados com SH indicam melhorias no peso corporal, conversão alimentar, peso da carcaça e morfologia das vilosidades intestinais (Ozturk *et al.*, 2012; Taklimi *et al.*, 2012; Disethle *et al.*, 2017). O aumento da digestibilidade e retenção de energia, nitrogênio e cinzas também foram observados em frangos suplementados com SH na água potável (Gomez-Rosales e Angeles, 2015).

Os principais componentes do SH são os ácidos húmicos (AH), ácidos fúlvicos (AF) e úmidos; eles se originam da decomposição da matéria orgânica, são muito comuns na natureza e estão naturalmente presentes na água potável, no solo e na lignite. SHs são moléculas com uma estrutura tridimensional contendo um núcleo aromático com oxigênio e nitrogênio heterocíclico; grupos funcionais nas cadeias laterais conferem qualidades coloidais, espectrais, eletroquímicas e de troca de íons (Lehmann e Kleber, 2015; Piccolo *et al.*, 2019). SH pode ser encontrado em concentrações entre 8-12% em compostos e vermicompostos preparados a partir de diferentes fontes de matéria orgânica e esterco de animais domésticos (Gómez *et al.*, 2013). SH também são encontrados, embora em quantidades menores, no líquido (lixiviado) que drena dos leitos de vermicomposto após a irrigação.

Dois mecanismos de ação propostos sugerem que os SHs agem: 1) aumentando a permeabilidade da membrana através de seu efeito detergente, pois eles se comportam como tensoativos naturais e podem adsorver em diferentes superfícies, incluindo membranas biológicas, aumentando a absorção de nutrientes (Gad El-Hak *et al.*, 2012; Disethle *et al.*, 2017) e 2) como agentes desintoxicantes no intestino devido ao seu poder de redução na absorção de nitratos, fluoretos e metais pesados (Taklimi *et al.*, 2012; Orsi, 2014). SH pode inibir a produção de amônia no solo e no rúmen, que tem sido associada ao aumento da eficiência da síntese de proteínas microbianas (Zhang *et al.*, 2013; Terry *et al.*, 2018). Também a SH reduz as emissões de amônia de excrementos de suínos suplementados com diferentes fontes de SH por uma provável redução da atividade de urease bacteriana (Ji *et al.*, 2006) e concentração de amônia em excrementos frescos de frangos suplementados com SH (Maguey-Gonzalez *et al.*, 2018).

Os frangos de corte são alimentados com dietas de alta proteína, que podem levar ao excesso de amônia no intestino (Qaisrani *et al.*, 2015; Lemme *et al.*, 2019), causando danos na mucosa, tais como a redução da altura das vilosidades e da profundidade da cripta (Feng-Xiang *et al.*, 2012; Zhang *et al.*, 2015). Dentro das casas também há maiores emissões de amoníaco provenientes da excreção de lixo, devido à alta excreção de N, causando reduções no ganho de peso e aumento na conversão alimentar (Zhang *et al.*, 2015); além dos danos ao fluxo de muco, ação ciliar e membranas mucosas do trato

respiratório (Wang *et al.*, 2020; Zhou *et al.*, 2020); redução dos títulos de anticorpos específicos e outras funções imunológicas, com aumento da suscetibilidade a doenças e aumento da mortalidade (Wei *et al.*, 2015; Zhou *et al.*, 2020). Em um estudo anterior, foi observado que frangos de corte suplementados com um lixiviado de vermicomposto (LV) tinham maior retenção de N, pois a dose LV foi aumentada, em comparação com o grupo de controle (Gomez-Rosales e Angeles, 2015); também foram observadas reduções de até 30% no teor de amônia nos excrementos de frangos de corte suplementados com SH extraído do vermicomposto (Maguey-Gonzalez *et al.*, 2018).

A obtenção de vermicomposto a partir de excrementos de animais representa uma opção sustentável para reciclar nutrientes e mitigar as emissões de gases tóxicos como o amoníaco, e são também uma fonte renovável de SH que, quando adicionada a rações para frangos de corte, tem a capacidade de melhorar o crescimento, a retenção de nitrogênio e reduzir as emissões de amoníaco dos excrementos (Maguey-Gonzalez *et al.*, 2018; Domínguez-Negrete *et al.*, 2019). Em trabalhos anteriores sobre frangos suplementados com SH extraído de vermicomposto, a ração oferecida aos frangos era desprovida de promotores de crescimento antibióticos (Gomez-Rosales e Angeles, 2015; Maguey-Gonzalez *et al.*, 2018; Domínguez-Negrete *et al.*, 2019), mas os efeitos positivos de SH sobre o crescimento e o uso de nitrogênio em frangos suplementados com SH e promotores de crescimento antibióticos na mesma dieta são desconhecidos. Esta informação é importante, pois no México a adição de antibióticos promotores de crescimento na ração é uma prática comum. Com os antecedentes acima, um estudo foi projetado para avaliar a adição de lixiviado de vermicomposto bruto ou pasteurizado nas variáveis de produção e carcaça, composição e ganho de componentes químicos de frangos de corte e de cama e retenção e perdas de nitrogênio em frangos de corte de 21-45 dias de idade.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização, animais e desenho experimental

O estudo foi realizado no Centro Nacional de Investigação Disciplinar em Fisiologia e Reprodução Animal do Instituto Nacional de Investigação Florestal, Agrícola e Pecuária (INIFAP). O protocolo foi revisto e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais e obedeceu à Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO, 1999). Um total de 421 pintos Ross 308 de 21 a 45 dias, alojados no piso (17-18 pintos/gaiola), com oito réplicas por tratamento, foram alimentados com uma dieta formulada com milho e pasta de soja para atender às recomendações nutricionais da cepa, oferecida livre escolha. A bacitracina desalicilato de metileno (BMD) 11% foi incluída como um antibiótico promotor de crescimento na dose de 500 ppm equivalente a 55 ppm de ingrediente ativo; e a salinomicina 12% na dose de 500 ppm equivalente a 60 ppm de ingrediente ativo para a

prevenção da coccidiose. Os tratamentos foram os seguintes: 1) as galinhas receberam água potável diretamente de um tanque de armazenamento conectado a bebedouros de sino, 2) 80% de água do tanque foi misturada com 20% de LV cru (LVC) e 3) 80% de água do tanque foi misturada com 20% de LV pasteurizada (LVP). A LL foi obtida a partir de vermicomposto preparado a partir de esterco de ovelha. No tratamento 2, antes de misturar a LV com a água potável, ela foi filtrada com pano de algodão (pano de fraldas). No tratamento 3, a LV foi filtrada e aquecida a 65 °C durante 1 h antes de ser misturada com água. Nos tratamentos 2 e 3, a mistura de água-LV foi colocada em jarros plásticos de 20 L e conectada a calhas de sino. Os conteúdos de AH, AF e ácidos húmicos totais (AHT) foram de 0,30, 0,33 e 0,66 %, respectivamente.

Registro de variáveis de produção

O peso corporal dos pintos foi registrado no início e no final do estudo e o ganho de peso diário (GPD, g/d) foi estimado pela diferença entre o peso final (42 d) e o peso inicial, dividido pelo número de dias da experiência. A ração oferecida e rejeitada também foi monitorada para estimar o consumo alimentar diário (CAD, g/d). A conversão alimentar (CA) foi calculada dividindo o ADC pelo GPD. O consumo diário de água (CDAg, ml/d) foi quantificado e o consumo de água/alimentação foi calculado. A mortalidade era registrada diariamente. No final da experiência e após um jejum de 12 h, cinco frangos de cada recinto foram abatidos e foram registrados os pesos das carcaças e dos seios. Os pesos de carcaça e peito foram expressos em gramas (g) e o rendimento foi calculado como uma porcentagem (%), dividida pelo peso corporal.

Amostragem e análise laboratorial

No início da experiência, antes de colocar os frangos nos corrais, o piso foi limpo com 11 kg de serragem nova e uma amostra foi retirada; no final, a cama completa foi pesada e uma amostra foi retirada de cada galinheiro. No início do experimento, três grupos de frangos do mesmo bando de frangos utilizados no experimento foram abatidos; no final, três frangos por galpão foram abatidos com um peso médio semelhante ao peso médio por galpão. Amostras de ração também foram coletadas todas as semanas.

As amostras de cama foram liofilizadas e moídas com uma peneira de 2 mm. Os pintos abatidos eram depenados e os pesos das penas e do corpo eram registrados e analisados separadamente. O corpo inteiro foi moído em um moedor de carne e uma amostra representativa foi retirada. O corpo e as penas foram liofilizados separadamente e moídos. As amostras de alimentação foram moídas usando uma peneira de 2 mm. Na cama, foram determinadas amostras de carcaça de frango de corte, penas e ração, matéria seca (MS), cinzas (C) e nitrogênio (N). Todas as determinações de laboratório foram realizadas de acordo com as recomendações da [AOAC \(2019\)](#).

Cálculos da composição química de galinhas e camas

Para estimar o total de MS, C e N da cama e frangos no início e no final da experiência em cada pocilga, foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$MS, C e N \text{ em litros, kg} = \% MS, C e N \times \text{peso da cama};$$

$$MS, C e N \text{ em frangos, kg} * = (\% MS, C e N \text{ em frangos} \times \text{peso do frango}) + (\% MS, C e N \text{ em penas} \times \text{peso das penas, kg}); *$$

A soma do N do corpo e penas foi feita nas quantidades equivalentes ao peso do corpo e penas no início e no final da experiência.

$$\begin{aligned} \text{Consumo total de alimentação, kg} \\ &= CDA \times \text{número de frangos por galinheiro} \times 24 \text{ dias}; \\ \text{Consumo total de MS, kg} \\ &= \% \text{ de MS de alimentação} \times \text{consumo total de alimentação}; \end{aligned}$$

$$\text{Consumo total de N, kg} = \text{Consumo total de MS} \times \% \text{ de N na alimentação};$$

Cálculos do ganho de componentes químicos dos frangos e da cama

As seguintes fórmulas foram usadas para calcular o ganho de componentes químicos nas galinhas por galinheiro:

$$\begin{aligned} MS \text{ ganho de pintos, kg} &= MS \text{ total de frangos} - \\ &MS \text{ total de frangos no início da experiência}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ganância C de frangos, kg} &= \text{total C de frangos no final} - \\ &\text{total C de frangos no início da experiência}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ganância N de frangos, kg} &= N \text{ total de frangos no final da experiência} - \\ &N \text{ total de frangos no início da experiência}; \end{aligned}$$

As seguintes fórmulas foram usadas para calcular o ganho de componentes químicos no cama por corral:

$$\begin{aligned} \text{Ganância de MS nas camas, kg} &= MS \text{ total na cama no final} - \\ &MS \text{ total na cama no início do experimento}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ganância de C nas camas, kg} &= C \text{ total na cama no final} - \\ &C \text{ total na cama no início do experimento}; \end{aligned}$$

*Ganância de N nas camas, kg = N total na cama no final –
N total na cama no inicio do experimento;*

Cálculos de retenção de nitrogênio e perdas de nitrogênio

As seguintes fórmulas foram utilizadas para obter a retenção de N em kg e em porcentagem em galinhas e camas por corral:

*Retenção de N em frangos, kg = total N em pintos aos 45 dias –
N total em pintos aos 21 dias;*

$$\text{Retenção de N em pintos, \%} = \frac{\text{Total N em pintos aos 45 dias} - \text{Total N em pintos aos 21 dias}}{\text{Consumo Total de N}} \times 100$$

*Retenção de N nas camas, kg = N total nas camas aos 45 dias –
N total nas camas aos 21 dias;*

$$\text{Retenção de N nas camas, \%} = \frac{\text{N total nas camas aos 45 dias} - \text{N total nas camas aos 21 dias}}{\text{Consumo Total de N}} \times 100$$

*Retenção de N em frangos e camas, kg = N total em pollos e camas aos 45 dias –
N total em frangos e camas aos 21 dias;*

$$\text{Retenção de N em frangos e camas, \%} = \frac{\text{N total em pollos e camas aos 45 dias} - \text{N total em frangos e camas aos 21 dias}}{\text{Consumo Total de N}} \times 100$$

A quantidade de N perdida no total, por frango e por kg de frango produzido foi calculada da seguinte forma:

*Total de N perdido, kg = Consumo total de N, kg –
retenção de N em frangos e camas, kg, kg;*

$$\text{N perdido por frango produzido, g/d} = \left(\frac{\text{N perdido em total, kg}}{\text{Número de frangos}} \right) \div 24;$$

$$\text{N perdido por frango produzido, g/d} = \left(\frac{\text{N perdido em total, kg}}{\text{Total de quilos produzidos}} \right) \div 24;$$

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise de variância sob um projeto completamente aleatório, utilizando os procedimentos dos Modelos Lineares Gerais do pacote estatístico SAS. Antes da análise de variância, foi realizada a verificação de suposições. As variáveis GPD e CAD foram transformadas usando o inverso multiplicativo e todas as variáveis expressas em porcentagem foram transformadas em arcseno para cumprir com a suposição de normalidade. As diferenças estatísticas entre os meios foram analisadas utilizando a metodologia da diferença menos significativa em $P < 0,05$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Variáveis de produção e de carcaça

A tabela 1 mostra as variáveis de produção, peso da carcaça e do peito e rendimento. Peso inicial, peso final, ingestão de ração, ganho de peso, conversão alimentar, consumo de água e consumo de água/alimentação e mortalidade foram similares entre os três tratamentos avaliados. Estas descobertas não concordam com as de um estudo em frangos adicionados com LVC na água potável ([Gomez-Rosales e Angeles, 2015](#)), obtendo benefícios em peso final, ganho de peso e conversão alimentar; mas utilizando dietas sem antibióticos promotores de crescimento e produtos anticoccidiais. Um dos objetivos do presente trabalho foi esclarecer se os efeitos benéficos da LV no crescimento de frangos de corte poderiam ser mantidos apesar da presença de BMD e salinomicina; entretanto, os resultados de produtividade mostram que os benefícios da LV anteriormente observados usando dietas sem antibióticos foram perdidos. A pasteurização de LV foi realizada com a intenção de eliminar microorganismos naturais e anular qualquer possível efeito promotor de crescimento da flora benéfica, como tem sido sugerido em ensaios de crescimento de plantas com LV como fonte de SH ([Canellas et al., 2015](#); [Olivares et al., 2015](#)). Outra diferença importante foi que no trabalho anterior foi utilizada uma LV de um vermicomposto, feita com esterco de porco e ovelha contendo 0,47, 0,14 e 0,61% de AH, AF e AHT, respectivamente ([Gomez-Rosales e Angeles, 2015](#)); e no presente trabalho foi utilizada uma LL obtida de um vermicomposto, feita com esterco de ovelha contendo 0,30, 0,33 e 0,66% de AH, AF e THA, respectivamente.

O rendimento do peito era maior ($P < 0,05$) em frangos de corte que bebiam LVP, comparado com aqueles que bebiam apenas água e LVC (tabela 1). O peso e o rendimento de carcaça e peito foram similares entre os tratamentos. Em um estudo anterior, foi obtido um maior rendimento de carcaça de frangos suplementado com SH extraído do vermicomposto ([Domínguez-Negrete et al., 2019](#)). Também foram relatados maiores pesos de carcaça e rendimento de carcaça em frangos suplementados com quantidades crescentes de SH na ração e água potável em comparação com o grupo de controle não suplementado com SH ([Ozturk et al., 2010](#); [Ozturk et al., 2012](#)). Num relatório anterior foi descoberto que SH submetidas ao aquecimento por mais de 40 min

mantêm suas propriedades detergentes, mas têm uma menor capacidade de transferência de elétrons de grupos químicos labiais que são perdidos durante o aquecimento (Visser, 1985); provavelmente reduzindo as reações associadas à troca de elétrons entre SH e diferentes aceitantes, e destacando apenas o efeito surfactante, aumentando a permeabilidade das membranas; causando o maior rendimento mamário com LVP, em comparação com LVC.

Tabela 1. Variáveis produtivas, peso e rendimento da carcaça e do peito

	Água	Lixiviado de vermicomposto		Erro padrão da média
		Cru	Pasteurizado	
Peso corporal				
Día 21, kg	0.66	0.64	0.66	0.011
Día 45, kg	2.23	2.23	2.26	0.031
CAD, g/día	142.48	141.92	142.87	1.922
GPD, g/día	84.48	87.21	88.09	3.482
CAD/GPD	1.69	1.65	1.64	0.056
CDAg, ml/día	310.82	300.44	299.79	8.747
CDAg/CAD	2.19	2.11	2.08	0.065
Mortalidade, %	2.50	3.57	2.86	1.336
Peito, g	488.61	488.12	497.49	11.360
Peito, %	23.55 ^a	23.43 ^a	24.67 ^b	0.397
Carcaça, g	1193.31	1204.44	1205.26	23.301
Carcaça, %	57.58	57.89	59.82	0.751

Variáveis produtivas n= 8. peito e carcaça n= 40,^{a,b} Letra diferente na mesma linha mostra valores estatisticamente diferentes (P < 0,05).

Composição e ganho de componentes químicos dos frangos

A composição química dos frangos abatidos no início e no final da experiência e o ganho de componentes químicos são apresentados na tabela 2. A composição química inicial não foi analisada estatisticamente porque apenas uma amostra representativa dos frangos foi colhida. Não houve diferenças estatísticas na composição química ou no ganho de componentes químicos dos frangos no final. Os resultados não são consistentes com melhorias na eficiência do uso de proteínas e retenção de N e C em frangos suplementados com SH (Gomez-Rosales e Angeles, 2015; Disetlhe *et al.*, 2017), através do método de coleta de excrementos.

Tabela 2. Composição química dos frangos no início e no final da experiência e ganho de componentes químicos

	Água	Lixiviado de vermicomposto		Erro padrão da média
		Cru	Pasteurizado	
Composição química aos 21 dias				
Matéria seca, %	26.79	26.79	26.79	ND
Cinzas, %	7.78	7.78	7.78	ND
Nitrogênio, %	12.06	12.06	12.06	ND
Composição química aos 45 dias				
Matéria seca, %	33.15	33.72	34.46	0.809
Cinzas, %	8.23	7.77	7.8	0.307
Nitrogênio, %	12.11	11.95	12.13	0.065
Ganho de componentes químicos por corral				
Matéria seca, %	9.74	9.78	10.55	0.352
Cinzas, %	2.31	2.09	2.19	0.127
Nitrogênio, %	1.18	1.16	1.22	0.048

Composição química n= 24. Ganho de componentes químicos n= 8, ND = não determinado. ^a Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre tratamentos (P > 0,5).

Tem sido relatado que SH são capazes de regular a disponibilidade de N para as plantas no solo, devido às suas propriedades adsorventes, ligando-se diretamente com amônia ou estimulando a atividade de bactérias desintegradoras que facilitam a absorção de N através das raízes (Canellas *et al.*, 2015; Olivares *et al.*, 2015). Era esperado que este mesmo efeito pudesse ser realizado no intestino dos frangos, reduzindo os níveis de amônia liberada no trato digestivo, melhorando a saúde, a produção e a retenção de nutrientes (Qaisrani *et al.*, 2015; Lemme *et al.*, 2019). A presença de BMD e salinomicina provavelmente neutralizou os efeitos de SH observados em trabalhos anteriores.

A tabela 3 mostra a composição química do lixo no início e no final da experiência e o ganho de componentes químicos. Os componentes químicos no início não foram analisados estatisticamente porque apenas uma amostra representativa da cama foi retirada. Não houve diferenças estatísticas na composição química ou no ganho de componentes químicos da cama no final. Estudos anteriores relataram que a SH pode inibir a atividade da urease presente nas bactérias do solo (Zhang *et al.*, 2013) e as emissões de amônia dos excrementos de suínos e frangos suplementados com SH (Ji *et al.*, 2006; Maguey-Gonzalez *et al.*, 2018).

No presente estudo era esperado que o SH se ligasse ao amoníaco dentro do intestino e na cama, reduzindo as perdas de N por volatilização e, conseqüentemente, uma maior retenção de N na cama no final. Provavelmente, a presença dos antibióticos neutralizou os efeitos da SH na .cama.

Tabela 3: Composição química da cama no início e no final da experiência e ganho de componentes químicos

	Água	Lixiviado de vermicomposto		Erro padrão da média
		Cru	Pasteurizado	
Composição química aos 21 dias				
Matéria seca, %	97.66	97.66	97.66	ND
Cinzas, %	4.77	4.77	4.77	ND
Nitrogênio, %	1.53	1.53	1.53	ND
Composição química aos 45 dias				
Matéria seca, %	70.87	71.61	69.29	2.936
Cinzas, %	17.89	18.19	18.15	0.53
Nitrogênio, %	3.6	3.51	3.54	0.074
Ganho de componentes químicos por corral				
Matéria seca, kg	10.46	9.4	9.6	1.199
Cinzas, kg	3.26	3.16	3.17	0.213
Nitrogênio, kg	0.61	0.55	0.56	0.054

Composição química e ganho de componentes químicos n= 8. ND = não determinado. ^a Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (P > 0,5).

Retenção de nitrogênio e perdas de galinhas e camas

A tabela 4 mostra os resultados do balanço de nitrogênio e da perda de nitrogênio durante o experimento. Nenhuma das variáveis analisadas mostrou diferenças entre os tratamentos. Estas descobertas não são consistentes com o maior rendimento mamário, o que pode sugerir que houve maior eficiência no uso de N para síntese de proteína muscular, nem com a maior retenção de N relatada em um trabalho anterior em frangos suplementados com LVC ([Gomez-Rosales e Angeles, 2015](#)). Os resultados não são consistentes com melhorias na eficiência do uso de proteínas e retenção de N e C em frangos suplementados com SH ([Gomez-Rosales e Angeles, 2015](#); [Disetlhe et al., 2017](#)). A falta de diferenças no equilíbrio de N coincide com a falta de diferenças na produtividade dos frangos de corte. A eficiência de retenção de N em frangos de carne, cama e frangos de carne + cama foi de 41, 28 e 69 %, respectivamente. A retenção de N em frangos de corte utilizando o método de abate foi inferior à retenção de nitrogênio relatada (de 61-80 %) em frangos de corte utilizados em estudos de balanço de nitrogênio submetidos a alimentação restrita ([Gómez et al., 2012](#); [Gomez-Rosales e Angeles, 2015](#)); mas está mais em linha com a retenção de nitrogênio (de 29-43 %) em frangos de corte alimentados livremente ([Gomez e Angeles, 2011](#)).

Tabela 4: Retenção e perdas de nitrogênio total

	Água	Lixiviado de vermicomposto		Erro padrão da média
		Cru	Pasteurizado	
Balanço de nitrogênio				
N conteúdo da dieta, %	3.75	3.75	3.75	ND
Consumo diário de N, g	4.94	4.93	4.96	0.055
Consumo total de N, kg	2.07	2	2.08	0.095
Retenção de N em frangos, kg	0.85	0.83	0.91	0.04
Retenção de N em frangos/consumo de N, %	40.73	40.96	42.22	1.123
Retenção de N na cama, kg	0.61	0.55	0.56	0.054
Retenção de N em cama/consumo de N, %	29.23	27.09	27.26	1.646
Retenção de N em frangos + cama, kg	1.49	1.42	1.46	0.087
Retenção de N em pollos e cama/consumo de N, %	69.96	67.84	68.93	2.52
Perdas de nitrogênio por corral e por frango				
Total N perdido, kg	0.58	0.61	0.6	0.118
Total N perdido, %	28.08	30.56	29.06	1.079
N perdido/frango vivo/dia, g	1.37	1.48	1.41	0.133
N perdido/kg de frango vivo/dia, g	0.62	0.68	0.63	0.058

Balanço de nitrogênio e perdas de nitrogênio n= 8. ND = não determinado. ^a Não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (P > 0,5).

Teoricamente, o resto do N não recuperado nos frangos de carne foi excretado para a cama, ou seja, 59% do N excretado pelos frangos de carne era esperado que fosse recuperado; contudo, apenas 28% do N foi recuperado na cama, pelo que se assume que o N em falta foi perdido como amoníaco para o ambiente, ou seja, 31% do N consumido e excretado foi libertado da cama por volatilização dentro da casa durante o período de 24 dias em que os frangos de carne permaneceram no experimento. Nas camas, as perdas de N sob a forma de amónia são devidas à mineralização microbiana da ureia e do ácido úrico, representando até 80% do azoto total excretado (Zhang *et al.*, 2015).

As perdas de N por frango e por kg de frango indicam que uma média de 1,42 e 0,65 g de N por dia foram volatilizados, respectivamente; considerando que 0,216 g de H é necessário para a formação de 1 g de amoníaco a partir de 1 g de N; estimando que por frango e por kg de frango produzido, foram gerados 1,72 e 0,78 g de amoníaco. A taxa de formação de amoníaco das camas depende principalmente da temperatura e humidade ambiente, e a taxa de acumulação dentro do galinheiro depende do tamanho do galinheiro, número de galinhas e grau de ventilação (Feng-Xiang *et al.*, 2012; Wei *et al.*, 2015). Contudo, deve ter-se em conta que quando o amoníaco é libertado da cama, é primeiro inspirado pelo pintainho antes de ser distribuído no ambiente do galinheiro. Se o galinheiro for adequadamente ventilado, os efeitos nocivos do amoníaco na galinha podem ser ligeiros; mas se a ventilação não for adequada, a galinha permanecerá

exposta à toxicidade do gás durante um período de tempo mais longo, porque estará constantemente a respirá-lo. Por conseguinte, é necessário continuar a procurar alimentos e alternativas de gestão ambiental para mitigar as emissões de gases poluentes como o amoníaco dentro dos galinheiros, a fim de reduzir os seus impactos prejudiciais sobre a produtividade e a saúde das aves.

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o desempenho mamário pode ser melhorado em dietas de frangos de carne alimentados com antibióticos e com 20% LVP na água potável. A adição de 20% de LVC ou LVP não melhorou a retenção de nutrientes em frangos de carne ou camas, nem o equilíbrio de N ou perdas em frangos de carne com 21-45 dias.

LITERATURA CITADA

ARIF M, Alagawany M, Abd El-Hack ME, Saeed M, Arain MA, Elnesr SS. 2019. Humic acid as a feed additive in poultry diets: A review. *Iranian Journal of Veterinarian Research*. 20(3):167–172. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31656520/>

ASSOCIATION of Official Analytical Chemists. 2019. *Official methods of analysis of AOAC International*. 21st Edition. Arlington, VA, USA. ISBN 0-935584-77-3. <https://www.aoac.org/official-methods-of-analysis-21st-edition-2019/>

CANELLAS LP, Olivares FL, Aguiar NO, Jones DL, Nebbioso A, Mazzei P, Piccolo A. 2015. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 196(11): 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

DISETLHE ARP, Marume U, Mlambo V, Dinev I. 2017. Humic acid and enzymes in canola-based broiler diets: Effects on bone development, intestinal histomorphology and immune development. *South African Journal of Animal Science*. 47(6): 914-922. <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v47i6.19>

DOMÍNGUEZ-NEGRETE A, Gómez-Rosales S, Angeles ML, López-Hernández LH, Reis-de Souza TC, López-García Y, Zavala FA, Tellez IG. 2019. Effect of the addition of humic substances as growth promoter in broiler chickens under two feeding regimens. *Animals*. 9(12): 1-15, e1101. <http://doi:10.3390/ani9121101>

FENG-XIAN W, Bin X, Xiao-Fei H, Shao-Yu L, Fu-Zhu L, Quan-You S, Yu-Ping J, Lin-Yi W. 2012. The Effect of Ammonia and Humidity in Poultry Houses on Intestinal Morphology and Function of Broilers. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 11(19): 3641-3646. <https://doi.org/10.1080/00071668.2020.1752912>

GAD EL-HAK SH, Ahmed AM, Moustafa YMM. 2012. Effect of Foliar Application with Two Antioxidants and Humic Acid on Growth, Yield and Yield Components of Peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Horticultural Science & Ornamental Plants*. 4(3): 318–328. <https://doi.org/10.5829/idosi.jhsop.2012.4.3.262>

GOMEZ S, Angeles ML. 2011. Effects of an enzymatically hydrolyzed yeast and yeast culture combined with flavomycin and monensin on finishing broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 10(6): 433-439. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.11316>

GÓMEZ S, Angeles ML, Mojica MC, Jalukar S. 2012. Combination of an enzymatically hydrolyzed yeast and yeast culture with a direct-fed microbial in the feeds of broiler chickens. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*. 25(5): 665 – 673. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.2011.11316>

GÓMEZ-ROSALES S, Angeles ML, Núñez-Hernández G, Figueroa-Viramontes U. 2013. Metodologías para la elaboración de compostas y lombricompostas de excretas de ganado de leche. Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal, INIFAP-SAGARPA. Colón, Querétaro. *INIFAP*. 20: 1-52. ISBN: 978-607-37-0219-5. <https://pdfs.semanticscholar.org/581d/3131800723d95415a9a9b691ed672523ac41.pdf>

GOMEZ-ROSALES S, Angeles ML. 2015. Addition of a worm leachate as source of humic substances in the drinking water of broiler chickens. *Asia-Australasian Journal of Animal Science*. 28(2): 215-222. <http://dx.doi.org/10.5713/ajas.14.0321>

JI F, McGlone JJ, Kim SW. 2006. Effects of dietary humic substances on pig growth performance, carcass characteristics, and ammonia emission. *Journal of Animal Science*. 84(9): 2482-2490. <https://doi.org/10.2527/jas.2005-206>

LEHMANN J, Kleber M. 2015. The contentious nature of soil organic matter. *Nature*. 528(11): 60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>

LEMME A, Hiller P, Klahsen M, Taube V, Stegemann J, Simon I. 2019. Reduction of dietary protein in broiler diets not only reduces n-emissions but is also accompanied by several further benefits. *Journal of Applied Poultry Research*. 28(4): 867–880. <https://doi.org/10.3382/japr/pfz045>

MAGUEY-GONZALEZ JA, Michel MA, Baxter MFA, Tellez G, Moore PA, Solis-Cruz B, Hernandez-Patlan D, Merino-Guzman R, Hernandez-Velasco X, Latorre JD, Hargis BM, Gomez-Rosales S, Tellez IG. 2018. Effect of humic acids on intestinal viscosity, leaky gut and ammonia excretion in a 24 hr feed restriction model to induce intestinal permeability in broiler chickens. *Animal Science Journal*. 89(7): 1002–1010.

<https://doi.org/10.1111/asj.13011>

OLIVARES FL, Aguiar NO, Rosa RCC, Canellas LP. 2015. Substrate biofortification in combination with foliar sprays of plant growth promoting bacteria and humic substances boosts production of organic tomatoes. *Scientia Horticulturae*. 183(1): 100–108.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2014.11.012>

ORSI, M. 2014. Molecular dynamics simulation of humic substances. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*. 1(1): 1-14. <https://doi.org/10.1186/s40538-014-0010-4>

OZTURK E, Ocak N, Turan A, Erener G, Altop A, Cankaya S. 2012. Performance, carcass, gastrointestinal tract and meat quality traits, and selected blood parameters of broilers fed diets supplemented with humic substances. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 92(1): 59–65. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4541>

OZTURK E, Ocak N, Coskun I, Turhan S, Erener G. 2010. Effects of humic substances supplementation provided through drinking water on performance, carcass traits and meat quality of broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 94(1): 78–85. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0396.2008.00886.x>

PICCOLO A, Spaccini R, Savy D, Drosos M, Cozzolino V. 2019. The Soil Humeome: Chemical Structure, Functions and Technological Perspectives. In *Sustainable Agrochemistry*. S. Vaz Jr. (ed.) Springer Nature Switzerland AG. 187-222. https://doi.org/10.1007/978-3-030-17891-8_7

QAISRANI SN, Van Krimpen MM, Kwakkel RP, Verstegen MWA, Hendriks WH. 2015. Dietary factors affecting hindgut protein fermentation in broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*. 71(1): 139–160. <https://doi.org/10.1017/S0043933915000124>

SANMIGUEL PRA, Aguirre PWJ, Rondón BIS. 2014. Perspectivas sobre el uso de sustancias húmicas en la producción aviar. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia*. 9(1): 104–113. <http://www.scielo.org.co/pdf/cmzv/v9n1/v9n1a10.pdf>

SECRETARÍA de Gobernación. [NOM-062-ZOO] Norma Oficial Mexicana. 1999. Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Ciudad de México: *Diario Oficial de la Federación*. https://www.anmm.org.mx/bgmm/1864_2007/2002-138-3-295-298.pdf

TAKLIMI SM, Ghahri H, Isakan MA. 2012. Influence of different levels of humic acid and esterified glucomannan on growth performance and intestinal morphology of broiler chickens. *Agricultural Science*. 3(5): 663-668. <https://doi.org/10.4236/as.2012.35080>

TERRY SA, Ramos AFO, Holman DB, McAllister TA, Breves G, Chaves AV. 2018. Humic substances alter ammonia production and the microbial populations within a RUSITEC fed a mixed hay - Concentrate diet. *Frontiers in Microbiology*. 9(7): 1-19. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01410>

VISSER SA. 1985. Physiological action of humic substances on microbial cells. *Soil Biology and Biochemistry*. 17(4): 457-462. [https://doi.org/10.1016/0038-0717\(85\)90009-4](https://doi.org/10.1016/0038-0717(85)90009-4)

WANG W, Shi Q, Wang S, Zhang H, Xu S. 2020. Ammonia regulates chicken tracheal cell necroptosis via the LncRNA-107053293/MiR-148a-3p/FAF1 axis. *Journal of Hazardous Materials*. 386(10): 1-12, e121626. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.121626>

WEI FX, Hu XF, Xu B, Zhang MH, Li SY, Sun QY, Lin P. 2015. Ammonia concentration and relative humidity in poultry houses affect the immune response of broilers. *Genetics and Molecular Research*. 14 (2): 3160-3169. <https://doi.org/10.4238/2015.April.10.27>

ZHANG WZ, Chen XQ, Zhou JM, Liu DH, Wang HY, Du CW. 2013. Influence of Humic Acid on Interaction of Ammonium and Potassium Ions on Clay Minerals. *Pedosphere*. 23(4): 493–502. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(13\)60042-9](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(13)60042-9)

ZHANG J, Li C, Tang X, Lu Q, Sa R, Zhang H. 2015. Proteome changes in the small intestinal mucosa of broilers (*Gallus gallus*) induced by high concentrations of atmospheric ammonia. *Proteome Science*. 13(1): 1-14. <https://doi.org/10.1186/s12953-015-0067-4>

ZHOU Y, Liu QX, Li XM, Ma DD, Xing S, Feng JH, Zhang MH. 2020. Effects of ammonia exposure on growth performance and cytokines in the serum, trachea, and ileum of broilers. *Poultry Science*. 99(5): 2485–2493. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2019.12.063>