



Foto: Paulo Giovanni de Abreu

COMUNICADO
TÉCNICO

581

Concórdia, SC
Agosto, 2021

Embrapa

Condicionadores de cama de aves de corte como estratégia para reduzir a emissão de amônia durante seis lotes consecutivos de produção

Juliano Corulli Corrêa
Valéria Maria Nascimento de Abreu
Paulo Giovanni de Abreu
Marco André Grohskopf

Condicionadores de cama de aves de corte como estratégia para reduzir a emissão de amônia durante seis lotes consecutivos de produção¹

¹ Juliano Corulli Corrêa, Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC; Valéria Maria Nascimento de Abreu (in memorian), Zootecnista, doutora em Genética e Melhoramento, pesquisadora da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC; Paulo Giovanni de Abreu, Engenheiro agrícola, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, SC; Marco André Grohskopf, Engenheiro agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador especialista visitante na Embrapa e consultor autônomo, Concórdia, SC.

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango do mundo, com 12,9 milhões de toneladas e o maior exportador com 4,1 milhões de toneladas (ABPA 2019), colocando nosso país entre os maiores produtores de proteína animal do mundo. Entre os maiores desafios na produção de aves de corte, ressalta-se a necessidade da coexistência entre as sustentabilidades ambiental, econômica e social.

Uma abordagem holística para a produção de aves enfatiza o manejo da cama para melhorar a saúde animal, reter o valor do fertilizante e otimizar a reciclagem de minerais de volta ao solo (Cook et al., 2011). Um grande problema com a cama de frango é a perda de N como amônia (NH_3^*) devido à mineralização microbiana de ureia e ácido úrico,

que representam até 80% do total de N na cama (Kelleher et al., 2002).

Na granja de produção de aves de corte o gás NH_3 é o mais abundante e nocivo (Almuhanna et al., 2011), sendo a principal questão ambiental que afeta diretamente o ecossistema, a saúde humana e das aves (Naseen e King, 2018). Nas granjas a produção de NH_3 , por ser uma molécula alcalina e corrosiva quando combinada com umidade afeta o desempenho e a produção das aves, por impedir a mobilidade, prejudicar a cavidade nasal e olhos do frango (Ritz et al., 2004; David et al., 2015). Entretanto, outros trabalhos divergem quanto ao impacto destes parâmetros produtivos (Mendes et al., 2012; Vilela et al., 2020), que por sua vez são difíceis de ser alterados pelo potencial genético das aves e alta tecnologia no processo de nutrição.

Muitos experimentos com NH_3 comprovam resultados distintos em granjas de aves, o que dificulta a distinção de interpretação para níveis de concentração baixo, médio ou alto, sendo ideal abaixo de 10 e prejudicial acima de 25 ppm de NH_3 (Naseen e King, 2018). Para reduzir a emissão de NH_3 é necessário o investimento em tecnologias, sendo proporcional o aumento no custo de produção.

As principais estratégias para mitigar a emissão de NH_3 na produção de aves de corte incluem como ponto chave o cuidado com a cama, destacando-se: uso de condicionadores que permitem reduzir o pH, e conseqüentemente, produzir um ambiente desfavorável para os microrganismos produtores de amônia absorver ou adsorver a molécula amônio, controle de temperatura, tipo de matéria prima, manejo, controle de umidade, número de lotes. Além disso o controle da variação de ventilação, umidade relativa, idade da ave, manipulação de dieta também são importantes (Gonçalves et al., 2019; Swelum et al., 2021).

Entre os condicionadores que podem ser usados na cama, podemos citar adsorventes (bentonitas, biochar, etc), absorvente (zeólitas), inibidores de urease (NBPT), redutores de pH (sulfato de alumínio), formadores de pares iônicos (gesso), alterações essas que permitem reduzir a conversão do N presente no ácido úrico em NH_3 (Li et al., 2013; Schneider et al., 2016). Os estudos demonstram que o caminho para unir as sustentabilidades econômica, social e

ambiental, na produção de aves de corte é o manejo efetivo de condicionadores na cama que permita mitigar a emissão de NH_3 e maximizar o potencial agrônômico, para garantir resultados benéficos ao ambiente (Cook et al., 2011).

A estratégia de pesquisa para implementação de boas práticas de produção para mitigar o gás NH_3 é sempre adotada como caráter voluntário pelo setor produtivo, havendo a necessidade muitas vezes de adequação de valores da produção, que justifique a certeza de lucro pelos processos agropecuários eficientes para este fim.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de diferentes tipos de condicionares de cama de aves para redução da emissão do gás NH_3 , produção de fertilizantes orgânicos mais concentrado em N e seu efeito no desempenho das aves, na qualidade da cama e população de cascudinhos.

Material e metodos

O experimento foi realizado no Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves - CNPSA, da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, localizada na BR 153, Km 110, Vila Tamanduá, Concórdia - SC. O experimento foi conduzido em duas etapas. A primeira com o uso de condicionadores químicos durante a criação de seis lotes de aves onde se objetivou a redução da volatilização da amônia e o aumento da concentração de N na cama de aves. A segunda etapa esteve relacionada com

o tempo de compostagem da cama de aves após seis lotes de criação, onde se objetivou produzir fertilizante orgânico com maior eficiência e maior teor de nitrogênio.

Nesse experimento foram utilizadas 8.640 aves da linhagem ROSS, sendo 1.440 aves por lote. As aves foram alojadas em aviário experimental construído em alvenaria com dimensões de 50 m x 12 m, coberto com telhas de amianto, piso de concreto e mureta lateral com 0,4 m de altura completada com tela de arame até o telhado. O galpão foi subdividido em 48 boxes de 2,0 m x 1,6 m, sendo que em cada box foram alojadas 30 aves. O material utilizado como cama foi a maravalha, que apresentou em sua composição 6,4 g/kg de nitrogênio, 0,92 g/kg de fósforo e 0,74 g/kg de potássio.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com seis tratamentos e oito repetições, por seis lotes consecutivos de aves. Foram utilizados seis tratamentos sendo cinco camas com condicionadores e uma sem condicionador (testemunha), com oito repetições. Os condicionadores utilizados foram gesso agrícola (T2), biochar (T3), zeólita (T5), e supersimples (T6) na dose correspondente a 10% do peso da maravalha, além do inibidor de urease (T4). Este último foi aplicado de acordo com a recomendação do fabricante, utilizando-se 15 mL do produto para cada 300 mL de água, sendo usado 300 mL para cada 3 m², e esta aplicação foi repetida a cada entrada de lote e quando as aves encontravam-se com 20 dias, durante

todos os seis lotes. Como tratamento controle (T1), foi utilizada a cama sem tratamento.

As aves foram criadas nos períodos de 04 de fevereiro a 18 de março (primeiro lote), 01 de abril a 15 de maio (segundo lote), 27 de maio a 08 de julho (terceiro lote), 22 de julho a 02 de setembro (quarto lote), 16 de setembro a 28 de outubro (quinto lote) e 11 de novembro a 23 de dezembro (sexto lote) de 2011.

Para a coleta dos dados de desempenho as aves foram pesadas com 1, 10, 28, 35 e 42 dias de idade. As variáveis analisadas foram ganho de peso e peso vivo. Aos 42 dias foram realizadas avaliações de calos de pé das aves e as análises foram realizadas pelo seu valor bruto e pelo percentual de calos em relação ao número de aves no box.

Na entrada e saída de cada lote, em cinco pontos dentro de cada box, foram determinados o pH e a temperatura da cama por meio de pHmetro de martelo marca TESTO 205 (precisão de 0,01 podendo ler valores de pH entre 0 e 14) e o teor de amônia pelo método da espuma (Oliveira et al., 2008).

Para a avaliação da população de cascudinhos foram utilizadas armadilhas, confeccionadas com tubos de PVC de 20 cm x 5 cm preenchidos com papelão corrugado enrolado. Estas foram instaladas sob a cama, em cada box na entrada do lote e retiradas na saída do lote, acondicionadas em sacos de plástico para transporte ao laboratório. Os adultos e larvas de *Alphitobius*

diaperinus foram identificados e contados, registrando-se o número total dos representantes do gênero.

Nas entradas e saídas de cada lote foram coletadas amostras da cama de todos os boxes. A coleta de amostra foi padronizada em cinco pontos, quatro nas laterais e um no meio do box, evitando áreas próximas ao comedouro e bebedouro. Após a coleta, as mesmas foram encaminhadas para o laboratório onde se procedeu as análises para verificação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). As amostras foram pré-secas, ou seja, foram pesadas, encaminhadas para secagem em estufa a 65 °C por 48 horas e pesadas novamente. Após a pré-secagem, as amostras foram moídas.

Para determinar os valores de P e K, inicialmente realizou-se a solubilização das amostras. Para isso, foi pesado 0,5 g de amostra e transferido para tubos de ensaio onde foram adicionados 8 mL de mistura ácido nítrico e perclórico, permanecendo em repouso por 18 horas. Após esse período realizou-se a digestão em bloco aquecedor, atingindo até 160 °C por 5 horas. Após o resfriamento dos tubos, completou-se o volume com água destilada até 25 mL. Com a solução pronta para a análise, determinaram-se as concentrações de fósforo e potássio por meio do método colorimétrico (UV-VIS Varian CARV 50 Probe) e fotômetro de chama (Micronal B464), respectivamente, de acordo com metodologia descrita por Silva (2009). Para a determinação do N de cada amostra de cama

foi utilizado destilador micro-Kjeldahl (Kjeltec Foss 8400), conforme metodologia da AOAC (1984).

A medida da emissão de amônia consiste em utilizar espumas para fixação com dimensões de 8 cm x 8 cm e densidade de 20 kg/m³. Para a retenção do NH₃, as espumas foram embebidas em 11 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) (0,5 N). Em seguida, em uma das faces das espumas foram colocadas placas de PVC de 10,0 cm x 10,0 cm x 0,2 cm e envolvidas por fita de politetrafluoroetileno de 11 cm (fita teflon ou veda-rosca), que é permeável a amônia e impermeável a água. Para que o fluxo de amônia tivesse o sentido ascendente as laterais das espumas foram envolvidas por fita adesiva. As espumas absorventes foram armazenadas em sacos plásticos fechados até o momento da sua colocação sobre a cama, em cada ponto determinado no aviário, evitando assim, a contaminação com o NH₃ presente no ambiente.

As espumas foram colocadas sobre a cama em pontos pré-determinados permanecendo o tempo necessário em cada teste. A partir da coleta de amônia em cada ponto, as espumas foram encaminhadas para o laboratório. Para a determinação de NH₃ as espumas foram lavadas em 300 mL de água destilada no funil de buchner com placa porosa ligado a uma bomba a vácuo e retirada uma alíquota de 50 mL de cada amostra a qual foi analisada pelo método de micro-kjeldahl, que é utilizado para quantificar a volatilização da amônia. Da

amostra de 50 mL foi retirada uma alíquota de 20 mL e transferida para tubos de destilação onde foram adicionados 20 mL NaOH (10 mol/l), liberando o NH_3 que é arrastado por vapor e recolhido em erlenmeyer com 10 mL de solução de ácido bórico e, posteriormente, titulado com ácido sulfúrico 0,005 mol/L. O valor encontrado foi convertido para mg N/m^2 dividindo-se pela área da espuma.

As variáveis medidas para identificar diferenças entre os tipos de cama foram analisadas utilizando-se a teoria de modelos mistos para medidas repetidas, considerando os efeitos fixos de cama (produto), lote e a interação entre eles; e o efeito aleatório de bloco. A análise foi realizada utilizando o procedimento MIXED dos SASTM (2008) e 15 tipos de estruturas de matriz de variâncias e covariâncias foram testadas, conforme Xavier (2000). A estrutura a ser usada na análise foi escolhida com base no menor valor do Critério de Informação de Akaike (AIC). O método de estimação usado foi o de máxima verossimilhança restrita. O desdobramento da análise para o efeito de cama dentro de lote foi realizado através do teste t.

Resultados

O uso de condicionadores, entre eles o Gesso, Biochar, NBPT, Zeólita e Super Simples, elevaram os teores de N na cama de aves, o que possibilitou haver acréscimo de aproximadamente 10 g kg^{-1} de N após o sexto lote nos tratamentos que receberam Gesso, Super

Simples e NBPT (Figura 1). O acréscimo de N pelo uso destes condicionadores equivale a adição de 1.200 kg de N em uma saída de cama com 120 toneladas em uma granja convencional, ou transformando para ureia equivale à 2.608 kg deste fertilizante mineral por lote. Em valores atuais equivaleria a R\$ 4.680,00 de lucratividade para o produtor quando utilizar estas práticas agrícolas. Vale ressaltar que houve comportamento de estabilização do teor de N na cama de aves após o terceiro lote, condição que permite afirmar que seria este o lote ideal para sua retirada quando se pretende fazer a comercialização deste co-produto como fertilizante orgânico.

O uso de condicionadores permite reduzir a emissão de amônia ao longo dos seis lotes, com destaque para Zeólita e S. Simples aos 70 dias e para NBPT, Gesso, Biochar aos 115 dias, sendo que o controle consegue sua estabilização apenas com 208 dias e com valores superiores aos demais tratamentos (Figura 1). Mesmo com 249 dias o Controle apresenta emissão de $419 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ contra $325 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ e $319 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ nos tratamentos zeólita e NBPT, o que corresponde a eficiência de 22,5% e 24,0%, respectivamente, para redução de emissão de amônia na cama de aves de corte. A menor emissão de amônia nos tratamentos com condicionadores pode explicar a maior concentração de N na cama ao longo dos seis lotes para estes mesmos tratamentos em comparação com o controle.

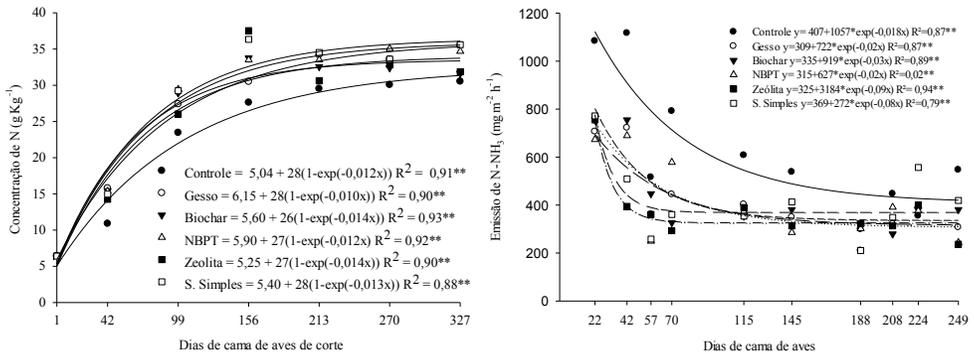


Figura 1. Concentração de nitrogênio e emissão de amônia em cama de aves durante seis lotes, com e sem aplicação de inibidores de amônia.

Como era esperado a aplicação de condicionadores para redução de amônia não interferiu quanto aos teores de P e K em cama de aves (Figura 2). No entanto, vale ressaltar que o crescente número de lotes eleva os teores de P e K em sua composição, sendo que com 327 dias, a concentração de P atingiu 20 g kg^{-1} no tratamento gesso, enquanto para K foi possível observar 25 g kg^{-1} nos tratamentos gesso e biochar. Tanto para o P como para o K é interessante que a cama permaneça até o sexto lote, pois o acúmulo destes nutrientes permite a venda de um adequado fertilizante orgânico.

Para o desempenho zootécnico das aves, houve diferença significativa para a conversão alimentar apenas no quinto lote sendo as aves criadas na cama com gesso agrícola as que apresentaram o melhor valor. O pior valor de conversão alimentar foi verificado na cama com zeólita (Tabela 1).

Lesões das patas dos frangos ocorrem em função da má qualidade da cama. A utilização de tratamento de cama com composto químico, com característica acidificante, melhora as respostas físico-químicas da cama, em razão da retenção de umidade do meio não deixando a água disponível. Além de diminuir o pH da cama por aumentar a concentração de íons de hidrogênio (H^+), e reduzir a produção de gás amônia (Andrade et al., 2016), melhora as características de bem-estar dos frangos e a qualidade da carne em situações de produção comercial. Ao final de cada lote, as aves apresentaram calo de pé em todos os tratamentos, não havendo diferença significativa.

O pH e temperatura da cama não apresentaram diferenças significativas. Adicionar elementos químicos à cama causa alterações no pH e propicia um meio desfavorável ao crescimento de microrganismos patogênicos para a

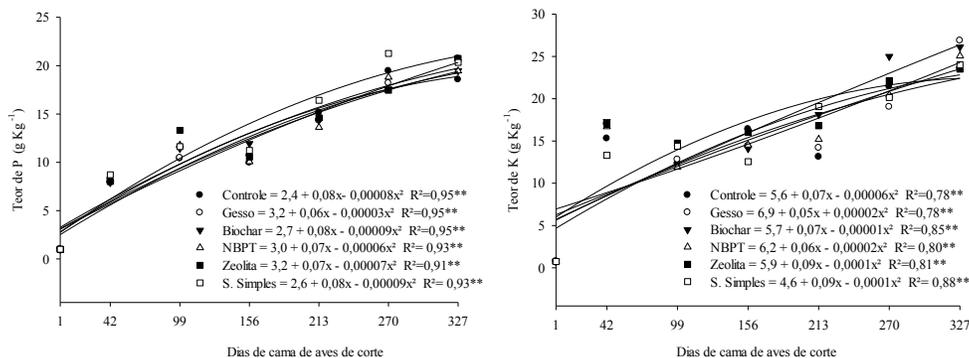


Figura 2. Concentração de P e K (g kg⁻¹) em cama de aves durante seis lotes com e sem aplicação de inibidores de amônia.

cadeia avícola (Gonçalves et al. 2019). De acordo com Silva (2011), o meio mais propício para a multiplicação desses microrganismos indesejáveis se encontra entre 6 e 9 (Silva, 2011).

O pH é um indicador de elétrons dissociáveis e pode ser manipulado para cima ou para baixo dificultando, dessa forma, a multiplicação das bactérias patogênicas (Tiquia et al., 2000). O pH da cama é levemente ácido quando essa é nova, mas a partir da incorporação das excretas e o posterior desdobramento do ácido úrico em amônia começa gradativamente a ocorrer à alcalinização da mesma (Daí Prá; Roll, 2014). Que por sua vez desempenha papel importante na volatilização da amônia. O acúmulo de amônia e material fecal aumenta o pH da cama, que varia tipicamente de 7 a 8,5 (Rehbecker, 2002).

Com a expansão industrial da produção de aves, o cascudinho (*Alphitobius diaperinus*) pode ser considerado um grande obstáculo na produção mundial (Del Valle et al., 2016) e o principal inseto praga da avicultura, pois encontrou no aviário um ambiente propício para seu desenvolvimento, sendo responsável por causar danos nutricionais, comerciais, sanitários e estruturais. O seu controle é realizado predominantemente com inseticidas químicos, mas há uma necessidade crescente em reduzir estes produtos. Porém a utilização de condicionadores na cama não teve efeito no controle da população de cascudinhos.

Tabela 1. Médias, erros-padrão e níveis descritivos de probabilidade de ocorrência da análise de variância para as variáveis avaliadas, por tipo de cama e lote.

Lote	Tipos de cama (produto)						Pr > F
	Biochar	Controle	Gesso agrícola	Inibidor de urease	Supersimples	Zeolita	
	Peso (grama)						
1	2855± 29,9	2835 ± 36,9	2915 ± 28,3	2909 ± 24,9	2891 ± 22,1	2904 ± 17,5	0,2933
2	3011 ± 33,4	2960 ± 76,0	3046 ± 48,0	3032 ± 72,2	2991 ± 94,1	3051 ± 30,7	0,8779
3	3030 ± 50,0	2992 ± 46,8	3012 ± 58,4	2975 ± 43,2	3036 ± 37,6	2948 ± 34,5	0,6208
4	2822 ± 37,0	2775 ± 52,7	2818 ± 53,5	2657 ± 55,8	2798 ± 48,0	2731 ± 47,9	0,0993
5	2870 ± 35,0	2799 ± 37,9	2900 ± 41,6	2770 ± 58,5	2825 ± 41,3	2759 ± 23,6	0,0511
6	2640 ± 52,2	2662 ± 68,4	2690 ± 57,5	2656 ± 59,7	2593 ± 46,9	2669 ± 53,5	0,8602
	Ganho de peso (grama)						
1	2810 ± 29,8	2790 ± 36,6	2869 ± 28,8	2863 ± 24,8	2846 ± 21,7	2859 ± 17,6	0,2853
2	2964 ± 33,0	2913 ± 75,1	2999 ± 47,5	2985 ± 71,7	2943 ± 93,7	3004 ± 30,6	0,8796
3	2985 ± 49,3	2947 ± 46,4	2968 ± 57,8	2931 ± 43,0	2992 ± 37,0	2904 ± 34,1	0,6302
4	2776 ± 36,4	2729 ± 51,9	2773 ± 52,7	2611 ± 55,4	2752 ± 47,3	2686 ± 47,8	0,1004
5	2827 ± 34,4	2756 ± 37,1	2857 ± 41,1	2727 ± 57,9	2782 ± 40,8	2715 ± 23,1	0,0516
6	2595 ± 51,7	2617 ± 67,6	2645 ± 57,0	2611 ± 59,1	2548 ± 46,0	2624 ± 53,1	0,8598
	Conversão alimentar						
1	1,74 ± 0,016 ab	1,76 ± 0,013 a	1,71 ± 0,011 b	1,73 ± 0,008 b	1,72 ± 0,011 b	1,72 ± 0,009 b	0,0476
2	1,70 ± 0,014	1,72 ± 0,025	1,70 ± 0,017	1,71 ± 0,020	1,71 ± 0,023	1,72 ± 0,019	0,8073
3	1,70 ± 0,016	1,71 ± 0,013	1,70 ± 0,025	1,71 ± 0,007	1,70 ± 0,013	1,73 ± 0,011	0,4319
4	1,67 ± 0,012	1,70 ± 0,015	1,70 ± 0,013	1,71 ± 0,014	1,69 ± 0,015	1,72 ± 0,019	0,1386
5	1,67 ± 0,011 bc	1,70 ± 0,010 ab	1,66 ± 0,013 c	1,69 ± 0,015 bc	1,69 ± 0,012 bc	1,73 ± 0,011 a	0,0029
6	1,79 ± 0,021	1,81 ± 0,019	1,81 ± 0,020	1,78 ± 0,016	1,82 ± 0,014	1,78 ± 0,016	0,2957

Médias seguidas por letras distintas nas linhas diferem significativamente pelo teste t (p≤0,05).

Discussões

A produção mundial de nitrogênio, por ano, a partir da excreção de aves de corte está estimada em 3,29 milhões de toneladas métricas, enquanto para poedeiras esse valor fica próximo de 2,36 milhões de toneladas métricas (Seidavi et al., 2019). Harper et al. (2010) quantificaram que há emissão de amônia de aproximadamente $0.016 \text{ kg de NH}_3 \cdot \text{ave}^{-1} \text{ lote}^{-1}$, o que representa média de 8,1% do alimento que ave ingere como N. Se usarmos este valor para a produção de aves no Brasil em 2019 teríamos uma emissão de NH_3 na ordem de 92 mil toneladas para um total de 5.752.436.185 de aves abatidas em 2019 (ABPA 2020). Portanto, se usarmos tecnologias para reduzir essas emissões estaremos contribuindo para um sistema mais sustentável.

A amônia é o principal gás poluidor na produção de aves e deve ser controlada (Naseem; King, 2018), mesmo que em muitas condições não reflita em ganhos de peso e conversão alimentar de aves, pois haverá contribuições indiretas importantes como a menor produção de gases inaláveis com materiais particulados secundários como aerossóis $\text{PM}_{2.5}$ contendo sulfato de amônio e nitrato de amônio (Xin et al., 2011), prejudicial à saúde humana (cancerígeno), bem como a menor presença de chuvas ácidas, menor acidificação do solo e conversão de nitrato (Li et al., 2013).

Estudos tem demonstrado que o manejo da cama é a principal forma de controlar a emissão de amônia, sendo que aqui foram empregadas tecnologias que permitem o enriquecimento da cama de aves com N, em razão da menor volatilização de amônia. Isso permite que o nitrogênio tenha maior eficiência de aproveitamentos no sistema solo-planta-atmosfera, desde que sejam atribuídas boas práticas como forma e época de aplicação, bem como a dose correta para cada cultura. O que justifica a importância desta prática agrícola para a atividade avícola em razão de proporcionar fertilizantes orgânicos com maior teor de N, camas que no futuro poderão alcançar maiores valores econômicos.

Ao conseguir demonstrar esses resultados positivos estamos contribuindo com a sustentabilidade agrícola brasileira, que por sua vez passa pela reciclagem de nutrientes provenientes dos resíduos da produção pecuária, aqui denotado pela cama de aves de corte, uma vez que nosso país é dependente da importação desse macronutriente (N), condição que pode gerar vulnerabilidade ao agronegócio, carro chefe do Produto Interno Bruto do Brasil.

A grande dificuldade que encontramos para promover a aplicação destas tecnologias reside na transferência deste conhecimento aos produtores ou sua adoção nas agroindústrias, mesmo justificando que a aplicação de condicionadores pode gerar um fertilizante orgânico de maior eficiência quanto ao teor de N em sua composição. A redução da

emissão de amônia durante a produção de aves de corte traz a contribuição indireta à saúde humana do trabalhador e para o ambiente, lembrando que esse gás é o principal agente poluidor da produção de aves.

A não modificação dos resultados quanto a ganho de peso, conversão alimentar e população de cascudinho, deixa de ser um atrativo na utilização destes condicionadores que tem sua atuação apenas no substrato caracterizado como cama de aves. Esses resultados corroboram Naseem e King (2018) que demonstram que a redução de amônia não afetou a performance e a produção de aves.

Nas condições atuais a permanência da cama no aviário extrapola os seis lotes estudados no trabalho, justificado pelas condições econômicas que envolve o custo da maravalha para agroindústria. No entanto, entendemos que acima de seis lotes pode ocorrer melhores condições para desenvolvimento de patógenos ou aumento da capacidade das bactérias e vírus ficarem imunes a antimicrobianos. O trabalho demonstra que após seis lotes já existe concentração adequada de N, P e K para caracterizar fertilizante orgânico eficiente quanto à disponibilidade destes nutrientes no sistema solo-planta-atmosfera.

Conclusão

Os condicionadores utilizados reduzem a emissão de amônia e elevam a concentração de N na cama com a seguinte ordem cronológica: Zeólita > Super Simples > Inibidor de Urease > Gesso > Biochar. Sem comprometer o desempenho zootécnico das aves. Bem como acrescentar um lucro superior a R\$ 4.680,00, quando utilizado essa prática para venda de cama como fertilizante, a partir do quarto lote em granjas convencionais.

Referencias

- ALMUHANNA, E. A.; AHMED, A. S.; AL-YOUSIF, Y. M. Effect of air contaminants on poultry immunological and production performance. **International Journal of Poultry Science**, v. 10, p. 461–470, 2011.
- ANDRADE, A. C. F.; KOMIYAMA, C. M.; GONÇALVES, N. S.; ANDRADE, E. A. de; SAVEGNAGO, F. B.; BET, D. N. A.; LIMA, J. de F. P. Resposta físico-química da cama de frango submetida a condicionador químico. **Revista Avisite**, v. 107, n. 4, p. 24-26, 2016.
- AOAC. **Official Methods of Analysis**. 14. ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists International, 1984.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTÉNA ANIMAL – ABPA. Relatório Anual 2020. Acesso em 15/07/2021, presente na página https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTÉNA ANIMAL – ABPA. Relatório Anual 2019. Acesso em 15/07/2021, presente na página <https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2019/08/Relat%C3%B3rio-Anual-2019.pdf>.

- COOK, K. L.; ROTHROCK, M. J.; EITEMAN, M. A.; LOVANH, N.; SISTANI, K. Evaluation of nitrogen retention and microbial populations in poultry litter treated with chemical, biological or adsorbent amendments. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 1760-1766, 2011. DOI:10.1016/j.jenvman.2011.02.005.
- DAÍ PRÁ, M. A.; CORREA, E. K.; ROLL, V. F. B.; XAVIER, G. X.; LOPES, D. C. N.; LOURENCO, F. F.; ZANUSO, J. T.; ROLL, A. P. Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella* spp. e *Clostridium* spp em camas de aviário. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1189-1194, 2009.
- DAVID, B.; MEJDELL, C.; MICHEL, V.; LUND, V.; MOE, R. O. Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare. Part II-ammonia. **Animals**, v. 5, p. 886-896, 2015.
- DEL VALLE, E. E.; FRIZZO, L. S.; MALMIERCA, M. Biological control of *Alphitobius diaperinus* with *Steinernema rarum* CUL and *Heterorhabditis bacteriophora* SMC and feasibility of application in rice hull. **Journal of Pest Science**, v. 89, p. 161-170, 2016.
- GONÇALVES, N. S.; KOMIYAMA, C. M.; ROSA, C. C. B.; LIMA, J. F. P.; MORAIS, M. D. G.; SAVEGNAGO, F. B.; MEZZALIRA JÚNIOR, C.; STAUB, L. Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento. **Nativa Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 6, p. 828-834, nov./dez. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i6.7041>
- HARPER, L. A.; FLESCH, T. K.; WILSON, J. D. Ammonia emissions from broiler production in the San Joaquin Valley. **Poultry Science**, v. 89, n. 9, p. 1802-1814, 2010.
- KELLEHER, B. P.; LEAHY, J. J.; HENIHAN, A. M.; O'DWYER, T. F.; SUTTON, D.; LEAHY, M. J. Advances in poultry litter disposal technology – a review. **Bioresource Technology**, v. 83, p. 27-36, 2002. DOI: 10.1016/S0960-8524(01)00133-X.
- LI, H.; LIN C.; COLLIER, S.; BROWN, W.; WHITE-HANSEN, S. Assessment of frequent litter amendment application on ammonia emission from broilers operations. **Air & Waste Management Association**, v. 63, p. 442-452, 2013.
- MENDES, L. B.; TINÔCO, I. F. F.; SOUZA, C. F.; SARAZ, J. A. O. O ciclo do nitrogênio na criação de frangos de corte e suas perdas na forma de amônia volátil: uma revisão. **PUBVET**, v. 6, n. 20, p. 1381-1386, 2012.
- NASEEM, S.; KING, A. J. Ammonia production in poultry houses can affect health of humans, birds, and the environment-techniques for its reduction during poultry production. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 15269-15293, 2018. DOI:10.1007/s11356-018-2018-y
- OLIVEIRA, P. P. A.; TRIVELIN, P. C. O.; ALVES, A. C.; LUZ, P. H. C.; HERLING, V. R. Métodos para avaliar as perdas de nitrogênio por volatilização da superfície do solo e por emissão de amônia pela folhagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, v. 16, 2008. 40 p.
- REHBEGER, T. C. Controlling litter microorganisms. **EDigest**, v. 2, n. 6, p. 1-6, 2002.
- RITZ, C. W.; FAIRCHILD, B. D.; LACK, M. P. Implications of ammonia production and emissions from commercial poultry facilities: a review. **Journal of Applied Poultry Research**, 13, p. 684-692, 2004.
- SCHNEIDER, A. F.; DE ALMEIDA, D. S.; YURI, F. M.; ZIMMERMANN, O. F.; GERBER, M.W.; GEWEHR, C.E. Natural zeolites in diet or litter of broilers. **British Poultry Science**, v. 57, p. 257-263, 2016. <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1150962>
- SEIDAVI, A. R; ZAKER-ESTEGHAMATI, H; SCANES, C. G. Present and potential impacts of waste from poultry production on the environment. **Poultry Science Journal**, v. 75, p. 29-42, 2019. DOI:10.1017/S0043933918000922
- SILVA, V. S. Estratégias para reutilização da cama de aviário. In: CONFERÊNCIA FACTA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2011, Santos, SP. **Anais...** Santos: FACTA, 2011.

SWELUM, A. A.; EL-SAADONY, M. T.; EL-HACK, M. E. A.; GHANIMA, M. M. A.; SHUKRY, M.; ALHOTAN, R. A.; HUSSEIN, E. O.; SULIMAN, G. M.; BA-AWADH, H.; AMMARI, A. A.; TAHA, A. E.; EL-TARABILY, K. A. Ammonia emissions in poultry houses and microbial nitrification as a promising reduction strategy. **Science of The Total Environment**, v. 781, 146978, 2021, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.146978.

TIQUIA, S. M.; TAM, N. F. Y. Fate of nitrogen during composting of chicken litter. **Environmental Pollution**, v. 110, n. 3, p. 535-541, 2000. [https://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00319-X](https://dx.doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00319-X)

VILELA, M. O.; GATES, R. S.; SOUZA, C. F.; TELES JUNIOR, C. G. S.; SOUZA, F. C. Nitrogen transformation stages into ammonia in broiler production: sources, deposition, transformation, and emission into the environment. **DYNA**, v. 87, n. 214, p. 221-228, 2020. DOI: <http://doi.org/10.15446/dyna.v87n214.83318>.

XIN, H.; GATES, R. S.; GREEN, A. R.; MITLOEHNER, F. M.; MOORE, P. A.; WATHES, C. M. Environmental impacts and sustainability of egg production systems. **Poultry Science**, v. 90, p. 263-277, 2011.

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Suínos e Aves
Rodovia BR 153 - KM 110
Caixa Postal 321
89.715-899, Concórdia, SC
Fone: (49) 3441 0400
Fax: (49) 3441 0497
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Versão eletrônica (2021)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Embrapa Suínos e Aves

Presidente

Cássio André Wilbert

Secretária-Executiva

Tânia Maria Biavatti Celant

Membros

Airton Kunz, Clarissa Silveira Luiz Vaz,

Cláudia Antunez Arrieche

Gerson Neudi Scheuermann,

Jane de Oliveira Peixoto e

Monalisa Leal Pereira

Supervisão editorial

Tânia Maria Biavatti Celant

Revisão técnica

Fabiane Goldschmidt Antes

Paulo Armando Victoria de Oliveira

Revisão de texto

Lucas Scherer Cardoso

Revisão bibliográfica

Cláudia Antunez Arrieche

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Vivian Fracasso