

Composição química de cama de aviário condicionada com gesso agrícola ou cal virgem

Marcio Roberto Franz¹, Carla Limberger Lopes², Edna Aparecida de Andrade³, Luiz Antônio Zanão Júnior^{2,3*}

¹Centro Universitário Assis Gurgacz, Departamento de Agronomia, Campus Regional de Cascavel, Avenida das torres, 500, CEP 85806-095, FAG, Cascavel, PR.

²Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, BR 163, km 188, 85825-000, Santa Tereza do Oeste, PR.

³Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura (PPGEA), UNIOESTE, Rua Universitária, 2069, 85819-110, Cascavel, PR.

*Autor para correspondência: lzanao@idr.pr.gov.br
Artigo enviado em 08/06/2020, aceito em 03/12/2020

Resumo: A região Oeste do Paraná passou a ter grande destaque na produção avícola nos últimos anos, contribuindo para que o estado do Paraná se tornasse o maior produtor de frango de corte do Brasil. Por sua vez, a atividade avícola produz uma grande quantidade de resíduos, como a cama de aviário. Estas camas passam por diversos tratamentos, como adição de gesso agrícola, adição de cal, dentre outros componentes que são utilizados com diferentes finalidades. Este trabalho foi desenvolvido no município de Palotina - PR, de outubro de 2018 a dezembro de 2018. Foram coletadas dez amostras de cama tratada com gesso e dez tratadas com cal. Foram determinados os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, carbono orgânico e enxofre. Os dados foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os teores de nitrogênio e enxofre são maiores nas camas de aviário tratadas com gesso agrícola e os teores de magnésio são maiores nas camas tratadas com cal virgem.

Palavras-chave: adubação orgânica, avicultura, produção avícola.

Chemical composition of poultry litter treated with gypsum or lime

Abstract: Paraná's western region became a respectable name in poultry production in the last few years, contributing to Paraná's current position as the biggest state in aviculture in Brazil. However, broiler growing results in high amounts of waste, like poultry litter. These beds are subject to many treatments, such as the addition of gypsum, lime and other components used for different purposes. This study will take place in the municipality of Palotina, Paraná, from October to December of 2018. Ten gypsum-treated and ten lime-treated bedding samples will be collected. Ten samples of bed treated with gypsum and ten treated with lime were collected. The levels of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium, magnesium, organic carbon, sulfur were determined. Data will be analyzed through five-percent significance t-test. Nitrogen and sulfur contents are higher in treated poultry litter with agricultural gypsum and the magnesium contents are larger in lime-treated beds.

Keywords: organic fertilization, aviculture, poultry production.

Introdução

A avicultura no Brasil tem grande importância econômica para pequenos e grandes produtores. O país é o terceiro maior produtor de carne de frango, produzindo 13,245 milhões de toneladas em 2019 (13,4% da produção mundial), superado pela China e pelos Estados Unidos; o estado do Paraná é o maior produtor de aves do Brasil responsável por 35% do abate nacional de frangos (ABPA, 2020), e assim o número de alojamento de aves de corte no estado foi de aproximadamente 1,5 bilhões unidades neste ano (SEAB, 2020).

Entretanto, essa atividade gera resíduos que ainda representam um desafio quanto a sua destinação adequada. A geração de cama de aviário depende do tipo de substrato, da estação do ano, do número de lotes, da duração do ciclo e da densidade das aves, podendo alcançar de 1,2 a 2 kg/ave (Rinaldi et al., 2012; Migliavacca e Yanagihara, 2017).

A preocupação com os resíduos se agravou, quando o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através da Instrução Normativa nº15 de 17 de julho de 2001 proibiu o uso de cama de aviário para alimentação de ruminantes. Assim, novas formas de utilização destes resíduos são buscadas, por exemplo, como fertilizante.

O uso de cama de aviário na agricultura tem sido uma alternativa promissora por apresentar alto teor de nutrientes e baixos custos (Costa et al., 2009; Rogeri et al., 2016; Ribeiro et al., 2019). Porém, a dose deste resíduo deve ser adequada à necessidade da cultura e tipo de solo, pois há diferença de propriedades química dentre os lotes (Costa et al. 2009). Além disso, a eliminação indiscriminada deste resíduo

sem apoio técnico pode causar poluição ambiental, especialmente nas águas subterrâneas e nos rios (Cox et al., 2013).

Considerando que a região oeste do Paraná tem um elevado número de produtores de frango segundo o IBGE (2017), podemos afirmar que região possui alto potencial em produção de fertilizantes orgânicos. Devido aos elevados custos, a dependência por importações e a depleção das fontes de matérias-primas dos fertilizantes minerais, bem como pelo aumento da preocupação com o meio ambiente (Oliveira, Malagolli, Cella, 2019; Pantano et al., 2016; Mazeika et al., 2020), os fertilizantes orgânicos têm cada vez mais importância econômica (Kanani et al., 2020), uma vez que o Brasil é um grande consumidor desses insumos (ANDA, 2019).

A cama de aviário é uma cobertura que varia de 5 a 10 cm de espessura, composta de diversos materiais (como serragem ou maravalha de pinus, eucalipto, casca de arroz, bagaço de cana, sabugo de milho ou palha, etc), é disposta sobre o piso do galpão com a finalidade de absorver as dejeções das aves e lhes conferir conforto térmico (Lucca et al, 2012); esse material pode ser reutilizado em até 12 lotes de produção (Ávila et al, 2007).

A prática de reutilização da cama de aviário por vários lotes representa uma forma de diminuir custos ambientais e econômicos com a aquisição de nova cama e aumentar a quantidade de nutrientes na cama para ser utilizada como fertilizante na agricultura (Gonçalves et al., 2019). No entanto, tal manejo pode incorrer em alguns problemas, tais como: aumento da volatilização de amônia e de organismos patogênicos, diminuindo o desempenho

zootécnico e sanitário da atividade (Oliveira, et al., 2003; Dai Pra et al., 2009).

A volatilização de amônia em aviários é um problema de saúde ocupacional, de sanidade animal, reduz o valor agrônômico devido à perda de nitrogênio (Oliveira, et al., 2003; Lopes et al., 2015; Burt et al., 2017) e, mais recentemente, vem sendo investigada a sua contribuição para o aumento dos gases de efeito estufa (Watts et al., 2020).

Nesse contexto, os condicionadores químicos vêm sendo utilizados como método de tratamento da cama, pois quando aplicados sobre a mesma agem alterando o pH do meio e consequentemente minimizam os problemas supracitados (Golçalves et al., 2019).

O nitrogênio amoniacal pode apresentar-se na forma de íon amônio (N-NH_4^+) (que é a forma dominante de nitrogênio na excreta de aves) ou como gás amônia (N-NH_3). As duas formas estão em equilíbrio químico e as concentrações relativas de cada uma são dependentes do pH. Quando o pH do meio é igual ou maior que 7 a presença de amônia é favorecida (Carlile, 1984; Terzich, 1997).

Por isso produtos como o sulfato de alumínio, que promovem a redução do pH do meio, podem controlar a proliferação de bactérias indesejáveis e contribuir para a redução da volatilização de amônia (Lucca et al., 2012; Santos et al., 2012). Contudo, tem sido verificada a preferência pela utilização de cal virgem, principalmente devido ao preço mais acessível.

Segundo Wolf et al. (2014) a utilização de condicionadores químicos na cama de aviário, a exemplo da cal hidratada, cal virgem e gesso agrícola entre outros são importantes alternativas para o controle de *Alphitobius diaperinus*

(cascudinho), um dos principais vetores de agentes patogênicos em aves.

A aplicação da cal virgem tem o objetivo de elevar o pH da cama, criando um ambiente desfavorável para o aumento da carga bacteriana, além de promover rápida volatilização da amônia (Virtuoso et al., 2015). No entanto, não está claro na literatura se tal aumento de pH poderia inibir as bactérias envolvidas na conversão do nitrogênio, e assim, da mesma forma, inibir a volatilização de amônia. Tampouco há dados sobre a faixa ideal de pH ou a quantidade de cal virgem para promover esse fenômeno.

O gesso (CaSO_4) foi proposto como aditivo por reduzir a volatilização do NH_3 , mas os resultados variam entre estudos e o mecanismo responsável pela diminuição da volatilização do NH_3 ainda não é bem compreendido (Oliveira et al., 2004; Burt et al., 2017).

Burt et al. (2017) avaliaram o efeito da adição de gesso proveniente de dessulfuração de gases de combustão às camas de frangos de corte e observaram aumento da condutividade elétrica em 24 a 33%, diminuição de bactérias degradadoras da ureia em 48 a 57% e aumento da mineralização de N em 10 a 11% em comparação com as camas não tratadas com gesso. Além disso, a adição de gesso à cama de frangos diminuiu a volatilização do NH_3 de 18 a 28%, resultante dos valores significativamente mais baixos de pH da cama em comparação com a cama não tratada. Os resultados deste estudo indicam que a alteração da cama de frangos com 20% de gesso pode diminuir a volatilização do NH_3 e aumentar o valor fertilizante da cama de frangos.

Com o objetivo de compreender melhor os fenômenos envolvidos nas composições de aditivos com cama de

aviário, o presente trabalho buscou comparar a composição química de camas de aviário tratadas com cal virgem ou com gesso agrícola, bem como determinar o valor monetário das camas de aviário equivalente ao custo de fertilizantes minerais para fornecer nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido a partir da coleta de amostras de cama de aviário de frangos de corte coletadas em granjas comerciais no município de Palotina, região Oeste do Paraná.

Todas as amostras foram coletadas ao final do ciclo de criação dos frangos e o material utilizado para as camas foi a maravalha.

Foram coletadas e analisadas 20 amostras de cama de diferentes aviários, sendo que 10 aviários receberam 2 kg m⁻² de gesso agrícola e em outros 10 aviários receberam 0,420 kg m⁻² de cal virgem, a cada intervalo, sendo que as coletas foram feitas a partir do 9º lote. Os tratamentos foram feitos nos intervalos de lotes, ou seja, sem a presença de aves, para espalhar o gesso agrícola foi utilizado um caminhão adaptado para esta atividade e a cal virgem foi aplicada manualmente. Ambos foram incorporados na cama antes de alojar as aves utilizando um batedor de cama acoplado ao trator.

As coletas foram efetuadas logo após a retirada das aves. Estes aviários possuem 1875 metros quadrados, 12,5 de largura por 150 de comprimento com capacidade de alojamento de 26.250 aves. São aviários climatizados, sendo a ventilação realizada através de exaustores, cortinado escuro, com iluminação totalmente artificial. As

análises foram feitas no período de outubro de 2018 a dezembro de 2018.

Estas amostras foram submetidas a análises químicas para a determinação de umidade, carbono total, nitrogênio total, relação C/N, além dos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre, de acordo com metodologias descritas por Tedesco et al. (1995) e Kiehl e Porta (1980).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% significância com auxílio do programa estatístico Assistat (Silva e Azevedo, 2016).

Foram utilizados os teores de nutrientes analisados para determinar o valor da cama de frango, baseando-se nos teores de N, P₂O₅, K₂O e S. Nessa comparação como fonte de N foi utilizada a ureia (45% N), como fonte P₂O₅ foi utilizado o valor de superfosfato triplo (41% de P₂O₅), como fonte de K₂O foi utilizado o KCl (58% de K₂O) e como fonte de S foi utilizado o gesso agrícola (18% de S). O valor de cada produto considerado foi o praticado na região em maio de 2019, por tonelada: ureia = R\$ 2.000, superfosfato triplo = R\$ 1.890, KCl = 1.800 e o gesso agrícola = R\$ 250. Assim, os valores por kg de N, P₂O₅, K₂O e o de S eram R\$ 4,44, R\$ 4,60, R\$ 3,00 e R\$ 1,39, respectivamente.

Resultados e discussão

Em relação aos macronutrientes, os teores de nitrogênio e enxofre foram maiores com a utilização do gesso agrícola e, do magnésio, com a utilização da cal virgem. No caso dos teores de fósforo, potássio, cálcio e carbono orgânico não houve diferença entre a utilização da cal

virgem ou do gesso agrícola nas camas dos aviários (Tabela 1).

Tabela 1. Teores de macronutrientes e carbono orgânico em camas de aviário em função da aplicação da cal virgem ou de gesso agrícola.

Material	N	P	K	Ca	Mg	S	C org
----- g kg ⁻¹ -----							
Cal virgem	27,8 b	18,7 a	29 a	41,0 a	11,0 a	8,9 b	278,3 a
Gesso agrícola	32,2 a	16,6 a	31 a	46,4 a	8,4 b	17,9 a	264,2 a
CV (%)	11,5	13,6	9,1	15,2	14,8	19,3	10,2
Teste F	8,0	3,8	3,5	3,2	16,3	59,9	1,3

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si a 5% pelo teste de Tukey.

A cama tratada com gesso agrícola apresentou maior nível de nitrogênio quando comparada a cama tratada com cal. A cama tratada com gesso apresentou quase 14% de nitrogênio a mais que a cama tratada com cal. Para Glória et al. (1991) o gesso agrícola se mostrou mais eficiente no controle da volatilização da amônia dos esterco, aumentando o teor de nitrogênio desses produtos. Oliveira et al. (2003) verificaram que o efeito do uso de cal na retenção de nitrogênio só durou duas semanas, se mostrando pouco eficiente na retenção desse elemento.

Os teores de nitrogênio, embora tenham diferença entre os tratamentos, ficaram dentro dos encontrados por SBCS/NEPAR (2017) que variaram de 26,4 a 38,0 g kg⁻¹. Já os teores de magnésio da cama tratada com cal virgem foram 7,6% maiores que a tratada com gesso. Esse fator se deve a composição química das matérias utilizadas na fabricação da cal. Segundo Matiello (2018) a cal virgem tem 24% de magnésio, já o gesso agrícola não tem magnésio na sua composição, conforme SBCS/NEPAR (2017).

Nas camas de aviário avaliadas por SBCS/NEPAR (2017), os teores de MgO ficaram entre 8,9 e 16,5 g kg⁻¹, sendo que no presente trabalho a cama tratada com cal virgem apresentou teores de MgO médios de 18,23 g kg⁻¹, ou seja, 9,5% superiores, se comparados com a cama

com mais MgO. Já a cama tratada com gesso ficou com teores de 13,92 g kg⁻¹ de MgO.

Os teores de enxofre apresentaram-se 49% superiores na cama tratada com gesso, em relação à tratada com cal. Talvez esse seja o grande diferencial da utilização do gesso em cama de aves, já que em uma tonelada de cama tratada com gesso apresentou aproximadamente 18 kg de enxofre, enquanto que na cama tratada com cal virgem apenas 8 kg. Esta diferença se deve à composição química do gesso agrícola que apresenta 18% de enxofre, conforme Vitti et al. (2008). Como a cal virgem não tem enxofre em sua composição o teor de S foi menor, mas o valor observado foi superior ao encontrado por SBCS/NEPAR (2017), que foi de 4,0 a 6,6 g kg⁻¹ em camas de aviário.

Os teores de K₂O e P₂O₅ foram semelhantes em ambos os tratamentos, ficando muito próximo aos valores encontrados por SBCS/NEPAR (2017), variando de 28,5 a 35 g kg⁻¹ para K₂O e 33,1 a 40 g kg⁻¹ para P₂O₅.

Os teores de cálcio também foram estatisticamente iguais entre as duas camas de aviário avaliadas e apresentaram média de 45 g kg⁻¹. Provavelmente não houve diferença porque tanto a cal quanto o gesso agrícola apresentam Ca na sua composição.

A relação C/N na cama tratada com cal virgem foi de aproximadamente 10:1 e na cama tratada com gesso a relação foi próxima a 8:1. Segundo Benedetti et al. (2009) quanto mais lotes forem produzidos com a mesma cama, a relação C/N tende a diminuir. Este fato se deve a decomposição da maravalha utilizada inicialmente, no primeiro lote. Para Raji (2011) quanto menor a relação C/N melhor será a liberação de nitrogênio mineral da matéria orgânica.

Na Tabela 2 são apresentadas as quantidades de N, P₂O₅, K₂O e S, contidas por tonelada de cada uma das camas de aviário e o seu respectivo valor correspondente ao custo convertido em nutrientes dos fertilizantes minerais. Ou seja, se o produtor fosse comprar ureia, superfosfato triplo, KCl e gesso agrícola

para fornecer N, P₂O₅, K₂O e S para sua cultura, qual o custo total ele teria equivalente aos nutrientes que uma tonelada de cama de aviário fornece.

Tendo como base os valores dos fertilizantes minerais simples, o valor da tonelada de cama de aviário tratada com cal virgem deveria valer R\$ 438,74 e o valor da tonelada de cama de aviário tratada com gesso agrícola deveria ser de R\$ 454,65.

Quando comparados os valores das camas de aviário equivalente ao custo de fertilizantes minerais para fornecer nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre, a cama tratada com gesso tem o valor ligeiramente maior que a cama tratada com cal. Porém, os avicultores comercializavam a tonelada de cama de aviário pelo preço médio de R\$ 85,00.

Tabela 2. Quantidade de nutrientes fornecida pelas camas de aviário tratadas com cal virgem ou gesso agrícola e seu valor correspondente em R\$, equivalente aos fertilizantes minerais.

Nutriente	Quantidade (kg t ⁻¹)	Valor do kg (R\$)	Total (R\$)
Cama de aviário tratada com cal virgem			
N	27,8	4,44	123,43
P ₂ O ₅	42,79	4,60	196,83
K ₂ O	35,37	3,00	106,11
S	8,90	1,39	12,37
Cama de aviário tratada com gesso agrícola			
N	32,20	4,44	142,97
P ₂ O ₅	37,99	4,60	174,75
K ₂ O	37,35	3,00	112,05
S	17,90	1,39	24,88

Como o custo com fertilizantes minerais é elevado, a cama de aviário se torna uma barata fonte de nutrientes para as culturas, principalmente na região oeste do Paraná, que possui elevada oferta desse material, sendo que muitas vezes está dentro ou próximo da propriedade. Mesmo assim, devido à sua composição nutricional, há possibilidade de valorização da cama de aviário para uso agrícola.

Conclusão

Os teores de nitrogênio e enxofre são maiores nas camas de aviário tratadas com gesso agrícola e os teores de magnésio são maiores nas camas tratadas com cal.

Referências

- ABPA (Associação Brasileira de Proteína Animal). **Relatório anual 2019**. Disponível em: <<http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2019/08/Relat%C3%B3rio-Anual-2019.pdf>>. Acesso 12 de maio de 2020.
- ANDA (Associação Nacional para Difusão de Adubos). **Estatísticas**. São Paulo, SP Disponível em: http://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Principais_Indicadores_2019.pdf. Acesso: 12 de maio de 2020.
- ÁVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P. de; BRUM, P. A. R. de; OLIVEIRA, U. de. **Valor Agrônomico da Cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos**. Comunicado Técnico 466. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. 2007.
- BENEDETTI, M. P.; FUGIWARA, A. T.; FACTORI, M. A.; COSTA, C.; MEIRELLES, P. R. L. **Adubação com cama de frango em pastagem**. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC, 2009, Águas de Lindóia, 2009.
- BURT, C. D., CABRERA, M. L., ROTHROCK, M.J. JR., KISSEL, D.E. Flue-gas desulfurization gypsum effects on urea-degrading bacteria and ammonia volatilization from broiler litter. **Poult Science**, v.96, n.8, p. 2676-2683, 2017.
- CARLILE, F. S. Ammonia in poultry houses: a literature review. **World Poultry Science Journal**, v. 40, n. 22, p. 99-113, 1984.
- COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. de A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um Latossolo Vermelho, sob pastagem degradada influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1991-1998, 2009.
- COX, T. J.; ENGEL, B. A.; OLSEN, R. L.; FISHER, J. B.; SANTINI, A. D.; BENNETT, B. J. Relationships between stream phosphorus concentrations and drainage basin characteristics in a watershed with poultry farming. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.95, p.353-64, 2013.
- DAI PRA, M. A.; CORRÊA, E. K.; ROLL, V. F.; XAVIER, E. G.; LOPES, D. C. N.; LOURENÇO, F. F.; ZANUSSO, 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, p. 1189–1194, 2009.
- GLORIA, N. A.; BARRETO, M. C. V.; MORAES, C. J.; MATTIAZZO, M. E. Avaliação do gesso e de alguns fosfatos como inibidores da volatilização de amônia de esterco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 15, n. 3, p. 297-301, 1991.
- GONÇALVES, N. S.; KOMIYAMA, C. M.; de LIMA, J. de F. P.; de MORAES, M. D. G.; SAVEGNAGO, F. B.; MEZZALIRA JÚNIOR, C.; ROSA, C. C. B. ; STAUB, L. . Qualidade da cama de frango de corte e a alternativa da acidificação como tratamento. **Nativa**, v. 7, p. 828, 2019.
- IBGE (2017) **Dados relativos à data de referência (30/09/2017)** <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso 06/09/2018.
- KANANI, F.; HEIDARI, M.D.; GILROYED, B.H.; PELLETIER, N. Waste valorization technology options for the egg and broiler

- industries: A review and recommendations, **Journal of Cleaner Production**, v. 262, 2020.
- KIEHL, E.J.; PORTA, A. **Análises de lixo e composto**. 1 ed. Piracicaba: Departamento de solos, geologia e fertilizantes, ESALQ, 1980. 55 p.
- LOPES, M.; LEITE, F. L.; VALENTE, B. S.; HERES, T.; DAI PRÁ, M. A.; XAVIER, E. G.; ROLL, V.F. An assessment of the effectiveness of four in-house treatments to reduce the bacterial levels in poultry litter. **Poultry Science**, v. 94, n. 9, p. 2094–2098, 2015.
- LUCCA, W.; CECCHIN, R.; TIMBOLA, E.; GRANDIN, J.; LUCCA, M. S. Efeito de diferentes tratamentos químicos em cama para aves de corte. **Revista Agrogeoambiental**, v. 4, n. 1, p. 25-31, 2012.
- MATIELLO, J. B. **Cal virgem e cal hidratada agrícola - corretivos ideais para cafezais adultos**, 2008. Disponível em: <<https://www.cafepoint.com.br/noticias/tecnicas-de-producao/cal-virgem-e-cal-hidratada-agricola-207578/>>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- MAZEIKA, R.; ARBACIAUSKAS, J.; MASEVICIENE, A.; NARUTYTE, I.; SUMSKIS, D.; ZICKIENE, L.; BALTRUSAITIS, J. Nutrient dynamics and plant response in soil to organic chicken manure-based fertilizers. **Waste Biomass Valor** 2020.
- MIGLIAVACCA, A.; YANAGIHARA, J. I. Mass balance applied to brazilian conventional broiler houses during one production cycle. **Brazilian Journal of Poultry Science**, v. 19, n. 1, p. 75-86, 2017.
- 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, p. 951-954, 2003.
- OLIVEIRA, M. C.; FERRIRIA, H. A.; CANCHERINI, L.C. Effect of chemical conditioners on poultry litter quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 56, p. 536–541, 2004.
- OLIVEIRA, M. P.; MALAGOLLI, G. A.; CELLA, D. Mercado de fertilizantes. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, n. 1, p. 489-498, 2019.
- PANTANO, G.; GROSSELI, G. M.; MOZETO, A. A.; FADINI, O. S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma questão de segurança hídrica e alimentar. **Química Nova**, 39:732-740, 2016.
- RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: IPNI, p. 420, 2011.
- RIBEIRO, D. O.; CASTOLDI, G.; SILVA, H. D.; CALVACANTE, T. J.; JÚNIOR, J. J. A.; LIMA, L. I. O.; CARBALLAL, M. R. Atributos físicos de um latossolo após o uso de doses de cama de frango acrescidas à adubação mineral. **Colloquium Agrariae**. v. 15, n. 2, p. 9-17, 2019.
- RINALDI, C. R.; SCHOENHALS, M.; PASSIG, F. H.; FOLLADOR, F. C. Diagnóstico inicial do consumo de insumos e geração de resíduos da avicultura de corte. **Engenharia Ambiental**, v. 9, n. 3, p. 161-182, 2012.

- ROGERI, D.A.; ERNANI, P. R.; MANTOVANI, A.; LOURENÇO, K. S. Composition of poultry litter in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 40:e0140697. 2016.
- SANTOS, M. J. B.; SAMARY, T. A. M. A.; SILVA, T. A. D.; RABELO, C.; TORES, R. T.; WOLFT, G. A. Manejo e tratamentos de camas durante a criação de aves. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 9, n. 3, p. 1801-1815, 2012.
- SEAB (Secretaria da Agricultura e do Abastecimento). **Números da Pecuária Paranaense - Ano 2020**. Disponível em <<http://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Pecuaria-Comparativo-Parana-Brasil>> Acesso: 14 de maio de 2020.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, p. 3733-3740, 2016.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO; NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ. **Manual de adubação e calagem do estado do Paraná**. Curitiba, 2017. 482 p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.
- TERZICH, M. A. Amônia dos galpões avícolas e o pH da cama. In: Conferência Afinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. **Anais**. São Paulo: Associação Brasileira dos Produtores de pintos de Corte, p.141146, 1997.
- VITTI, G.C.; LUZ, P. H.de C.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A. S.; SERRANO, C. G. de E. **Uso do gesso em sistemas de produção agrícola**. Piracicaba:GAPE, 2008.
- WATTS, B. D.; RUNION, G. B.; PURSWELL, J. L.; TORBERT, H. A.; DAVIS, J. D. FGD gypsum litter effects on gaseous losses from a broiler house. **International Journal of Poultry Science**, v. 19, p. 42-50, 2020.
- WOLF, J.; GOUVEA, A.; SILVA, E. R. L.; POTRICH, M.; APPEL, A. Métodos físicos e cal hidratada para manejo do cascudinho dos aviários. **Ciência Rural**, v. 44, n. 1, p. 161-166, 2014.