

CAMA DE AVIÁRIO NO OESTE DO PARANÁ

PRODUÇÃO, CONCENTRAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES

*Luiz Antônio Zanão Júnior
Vitória Hubner
Felippe Martins Damaceno*



IDR-Paraná

**CAMA DE AVIÁRIO:
PRODUÇÃO, CONCENTRAÇÃO E LIBERAÇÃO
DE NUTRIENTES NO OESTE DO PARANÁ**



Governador do Estado do Paraná

Carlos Massa Ratinho Júnior

Secretário da Agricultura e do Abastecimento

Natalino Avance de Souza



Diretor-Presidente

Altair Sebastião Dorigo

Diretora de Pesquisa

Vania Moda Cirino

Diretor de Extensão Rural

Paulo Eduardo Sipoli Pereira

Diretor de Gestão Institucional

Rodrigo Arten

Diretor de Gestão de Negócios

Richard Golba

CAMA DE AVIÁRIO: PRODUÇÃO, CONCENTRAÇÃO E LIBERAÇÃO DE NUTRIENTES NO OESTE DO PARANÁ

Luiz Antônio Zanão Júnior

Vitória Hubner

Felippe Martins Damaceno



Londrina
2026

Conselho Editorial
Vania Moda Cirino – Coordenadora
Paulo Eduardo Sipoli Pereira
Dimas Soares Junior
Álisson Néri

Chefe do Departamento de Inovação
Dimas Soares Júnior

Editor-chefe
Álisson Néri

Produção Editorial
Tikinet

Distribuição
Gerência de Produtos e Serviços
publicacoes@idr.pr.gov.br
(43) 3376-2133

Todos os direitos reservados.
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
É proibida a reprodução total desta obra.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP

Z27c Zano Junior, Luiz Antonio.
Cama de aviário: produção, concentração e liberação de nutrientes no Oeste do Paraná / Luiz Antonio Zano Junior, Vitoria Hubner, Felipe Martins Damasceno – Londrina: IDR-Paraná, 2026. (Boletim Técnico, no. 111, outubro 2026).

E-Book: PDF; 30 p.; Il.; Color

ISSN 0100-3054

1. Fertilização do solo. 2. Produção de cama de aviário. 3. Cama de aviário para a agricultura. 3. Paraná – Região Oeste. I. Hubner, Vitoria. II. Damasceno, Felipe Martins. II. Título. III. Série.

CDU 631.86
CDD 631.86

Catalogação Elaborada por Regina Simão Paulino – CRB 6/1154

Rua Teresina, 67 - Belo Horizonte - MG - 31230-570

Tel. 31 97560-9389

reginapaulino@gmail.com

AUTORES

Luiz Antônio Zanão Júnior

Engenheiro-agrônomo, D. Sc.
Pesquisador, Solos e Nutrição de Plantas – IDR-Paraná
lzanao@idr.pr.gov.br

Vitória Hubner

Engenheira-agrônoma, M. Sc.
Doutoranda, Engenharia de Energia na Agicultura – Unioeste
vitoria.hubner@hotmail.com

Felippe Martins Damaceno

Engenheiro Ambiental, D.Sc.
Professor, Engenharia Ambiental – UEM
fmdamaceno2@uem.br

RESUMO

A avicultura da região Oeste do Paraná tem se destacado nos últimos anos. Neste cenário, o Estado do Paraná figura como o maior produtor e exportador de frangos de corte do Brasil, sendo esta atividade geradora de grande quantidade de resíduos, sobretudo, da cama de aviário. Por ser um material com grandes quantidades de nutrientes, seu principal destino é o uso como fertilizante. Contudo, a forma de manejo desse material, dentro dos aviários, tem passado por modificações como aumento de lotes sobre a mesma cama e aplicação de cal como agente sanitizante entre um lote e outro, ao longo dos anos. Isso torna os estudos desse tipo de cama fundamental para a correta aplicação na agricultura. Frente ao exposto, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da produção de cama de aviário na região Oeste do Paraná por meio de dados do Departamento de Economia Rural (DERAL) e sua caracterização química por meio de coletas de amostras de diversos aviários e análises em laboratório. Além disso, foi avaliada a liberação de nutrientes e capacidade de correção da acidez do solo após teste de incubação da cama de aviário em solos de textura arenosa e argilosa. Posteriormente ao período de incubação de 90 dias, foram determinados atributos químicos do solo (pH em CaCl_2 , teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e saturação por bases). Os dados da caracterização das camas de aviário foram avaliados por estatística descritiva, os dados da mineralização da cama foram submetidos à análise de variância e o efeito das doses foi avaliado por análise de regressão. A geração de cama de aviário é elevada na Região Oeste do Paraná, o que confere a ela um grande potencial agrônomo. As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio das camas de aviários aumentam em relação ao aumento do número de lotes de ocupação. A aplicação da cama de aviário proporcionou correção da acidez do solo e aumento nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e saturação de bases, tanto no solo de textura arenosa quanto no de textura argilosa. Desta forma, a cama de aviário apresenta potencial para adubação e correção de solos agrícolas.

ABSTRACT

The western region of Paraná has gained prominence in broiler chicken production in recent years. In this scenario, the State of Paraná stands out as the largest producer and exporter of broilers in Brazil, and this activity generates a large amount of waste, especially poultry litter. Because it is a material with large amounts of nutrients, its main destination is the use as fertilizer. However, the way of handling this material, inside the aviaries, has undergone modifications such as the increase of batches on the same bed and the application of lime as a sanitizing agent between one batch and another, over the years. This makes studies of this type of bed essential for its correct application in agriculture. In view of the above, the objective of this work was to carry out a survey of the production of poultry litter in the western region of Paraná through data from DERAL and its chemical characterization by means of sample collections from several poultry houses and laboratory analyses. In addition, the release of nutrients and the ability to correct soil acidity after incubation of poultry litter in sandy and clayey soils were evaluated. After the 90-day incubation period, the chemical attributes of soil fertility were determined (pH in CaCl_2 , calcium, magnesium, potassium, phosphorus and base saturation). Statistical analyzes were performed using the Assistat program. Characterization data of poultry litter were evaluated by descriptive statistics, the litter mineralization data submitted to analysis of variance and the effect of doses was evaluated by regression analysis. The generation of poultry litter is high in the Western Region of Paraná, therefore, a great agronomic potential. The concentrations of nitrogen, phosphorus and potassium in poultry litter increased in relation to the increase in the number of occupation lots. The application of poultry litter provided correction of soil acidity and increased levels of phosphorus, potassium, calcium, magnesium and base saturation, both in sandy and clay textured soils. Thus, poultry litter showed significant potential for fertilization and correction of agricultural soils.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	7
MATERIAL E MÉTODOS	7
<i>Desing</i> e abrangência do experimento	7
Etapa 1: Levantamento da produção de cama de aviário na região oeste do Paraná	8
Etapa 2: Caracterização de camas de aviário produzidas no Oeste do Paraná	9
Etapa 3: Teste de incubação de cama de aviário em solos com textura argilosa e arenosa	10
RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
Geração de cama de aviário na Região Oeste do Paraná	11
Caracterização físico-química das camas de aviários	12
Teste de incubação em solos com texturas diferentes	15
CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS.....	20

INTRODUÇÃO

A avicultura no Brasil é uma das atividades econômicas mais avançadas tecnologicamente, com alta produtividade e excelentes taxas de conversão alimentar, além de se destacar pelo elevado nível de organização (Embrapa, 2018). O Brasil é o terceiro maior produtor e exportador de frangos de corte do mundo. Dentro deste cenário, o Paraná é o maior produtor e exportador, sendo responsável por 40,38% da exportação brasileira (Associação Brasileira de Proteína Animal, 2022).

A atividade socioeconômica da avicultura, além de gerar emprego, renda e alimentação, também tem levado à geração de grandes quantidades de resíduos, sobretudo, a cama de aviário, também conhecida como cama de frango. A cama de aviário consiste em um substrato fibroso (maravalha, casca de arroz, casca de amendoim, entre outros) utilizado como um absorvente de umidade, juntamente com excrementos, penas de aves e ração desperdiçada, assim, disposto no piso do aviário (Cielo; Rocha Júnior; Sanches-Canevesi, 2019; Miele; Martins; Talamini, 2021). É classificada como um resíduo com altos teores de nutrientes, desse modo, sua destinação final ocorre principalmente no solo como fertilizante (Batista et al., 2018).

O uso de fertilizantes minerais no Brasil é atendido, via exportação, o que encarece a produção agrícola a cada ano, considerando os altos preços dos insumos no mercado mundial e os fatores ambientais. Reduzir o custo de produção e a dependência de fertilizantes químicos convencionais por meio da viabilização do aproveitamento de resíduos é uma considerável alternativa para garantir produtividade sustentável (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023).

Para evitar gastos com fertilizantes minerais, o aproveitamento agrícola de resíduos orgânicos torna-se uma opção interessante para os agricultores, por isso também é de interesse conhecer a viabilidade técnica e econômica da aplicação desses resíduos no solo. No entanto, pouco se sabe sobre a taxa de decomposição e liberação de nutrientes para o solo utilizando a cama de aviário, podendo ser influenciada pelas condições edafoclimáticas (temperatura, umidade, pH e tipo de solo). Além disso, características da cama de aviário como qualidade do substrato, manejo, sobreposições de diversos lotes e aplicação de produtos entre lotes, podem influenciar a mineralização e os efeitos no solo (Feng; Prasada; Chakraborty, 2023).

Neste contexto, a cama de aviário apresenta-se como uma alternativa ao produtor rural, com grande oferta na região Oeste do Paraná, contribuindo para uma produtividade alta das culturas e reduzindo custos com fertilizantes minerais e corretivos de acidez do solo. Assim, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento da produção de cama de aviário na região Oeste do Paraná com base nos dados do DERAL e sua caracterização química por meio de coletas de amostras de diversos aviários e análises em laboratório. Além disso, foi avaliada a liberação de nutrientes e capacidade de correção da acidez do solo após teste de incubação da cama de aviário em solos de textura arenosa e argilosa.

MATERIAL E MÉTODOS

Desing e abrangência do experimento

Esse estudo foi realizado em três etapas (Figura 1). A primeira etapa consistiu no levantamento da produção de cama de aviários no Oeste do Paraná, a fim de estimar a quantidade produzida na região. Na segunda etapa, foram realizadas coletas e caracterizações de camas de diversos aviários da Região Oeste do Paraná para identificar os potenciais agronômicos desse subproduto. Isso foi necessário porque os dados disponíveis na literatura sobre caracterização de camas de aviários estão desatualizados e não retratam precisamente as modificações de manejo que têm sido adotadas nos aviários, tais como, sobreposição de diversos lotes e aplicação de cal entre lotes. Por fim, na terceira fase, foram estudadas as taxas de mineralização de camas de aviários em dois solos distintos, sendo um argiloso e outro arenoso.



Figura 1. Esquema das etapas do experimento.

Etapa 1: Levantamento da produção de cama de aviário na região oeste do Paraná

O levantamento da produção e caracterização de camas de aviário abrangeu a mesorregião Oeste do Paraná, a qual se subdivide em três microrregiões: Toledo, Cascavel e Foz do Iguaçu (Tabela 1). As três microrregiões constituem uma das três áreas de maior importância econômica do estado do Paraná, como destaca o mapeamento do Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social (2006) (Nascimento; Schroeder, 2009).

Tabela 1. Mesorregião Oeste do Paraná – Microrregiões e seus respectivos municípios.

Microrregião Geográfica – Toledo		
1. Assis Chateaubriand	8. Marechal Cândido Rondon	15. Quatro Pontes
2. Diamante D'Oeste	9. Maripá	16. Santa Helena
3. Entre Rios do Oeste	10. Mercedes	17. São José das Palmeiras
4. Formosa do Oeste	11. Nova Santa Rosa	18. São Pedro do Iguaçu
5. Guaíra	12. Ouro Verde do Oeste	19. Terra Roxa
6. Iracema do Oeste	13. Palotina	20. Toledo
7. Jesuítas	14. Pato Bragado	21. Tupãssi
Microrregião Geográfica – Cascavel		
1. Anahy	7. Cascavel	13. Igatu
2. Boa Vista da Aparecida	8. Catanduvas	14. Lindoeste
3. Braganey	9. Corbélia	15. Nova Aurora
4. Cafelândia	10. Diamante do Sul	16. Santa Lúcia
5. Campo Bonito	11. Guaraniaçu	17. Santa Tereza do Oeste
6. Capitão Leônidas Marques	12. Ibema	18. Três Barras do Paraná
Microrregião Geográfica – Foz do Iguaçu		
1. Céu Azul	5. Medianeira	9. São Miguel do Iguaçu
2. Foz do Iguaçu	6. Missal	10. Serranópolis do Iguaçu
3. Itaipulândia	7. Ramilândia	11. Vera Cruz do Oeste
4. Matelândia	8. Santa Terezinha de Itaipu	

Fonte: Adaptado de IPARDES (2006).

O levantamento da produção de cama de aviário no Oeste do Paraná foi realizado com dados obtidos do DERAL, que gera dados no âmbito do Paraná, bem como analisa e acompanha o desempenho de diversas cadeias de importância no estado. Foram levantados dados da produção de cama de aviário dos anos de 2017 a 2021.

Etapas 2: Caracterização de camas de aviário produzidas no Oeste do Paraná

Foram coletadas 72 amostras de camas, de aviários instalados na região Oeste do Paraná, para produção de frangos de corte, nas propriedades de cooperados das principais cooperativas da região. Amostraram-se camas de aviários em que a quantidade de lotes que passaram por elas variou de 2 a 18 lotes. Foram coletadas subamostras retiradas de toda a extensão do aviário, de modo a compor uma amostra composta representativa do material.

A coleta foi realizada em cinco a oito pontos, linhas e entrelinhas dos comedouros e bebedouros e logo abaixo deles, fazendo-se o caminhar em zigue-zague e coletando cerca de 2,5 kg de cama de aviário, conforme Bedin (2017). As amostras foram secas a 50 °C em estufa de circulação forçada, até umidade constante e moídas em moinho de martelo e peneiradas em malha de 2 mm. Foram determinados os teores de nitrogênio conforme Silva e Queiroz (2004) e para determinação dos teores de fósforo e potássio foi utilizada metodologia descrita por Tedesco et al. (1995).

As análises químicas foram realizadas no Laboratório de Solos do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR - Paraná), na estação experimental de Londrina - PR.

Para determinação dos teores de nitrogênio e fósforo foram pesadas 0,1 g de amostra, adicionada 1 g de catalisador ($\text{CuSO}_4/\text{KSO}_4$ 1:10) e 1,5 mL de ácido sulfúrico concentrado, levado a mistura até o bloco digestor a 350 °C até a completa digestão, posteriormente, adicionou-se 60 mL de água destilada nos tubos.

Após a decantação, pipetou-se 1 mL da amostra digerida, completando-se o volume para 10 mL com água destilada. Da solução diluída pipetou-se 1 mL, adicionando-se 6 mL de água destilada, 1 mL da solução ácido salicílico, citrato de sódio e hidróxido de sódio (solução 1), 1 mL da solução nitroprussiato de sódio (solução 2) e 1 mL da solução de hipoclorito de sódio (solução 3). Agitou-se, e esperou-se por uma hora para a formação do complexo e realizada a leitura do teor de nitrogênio em espectrofotômetro UV-Vis em 697 nm.

Para a realização da leitura dos teores de fósforo, da solução diluída, pipetou-se 5 mL, e foram adicionados 10 mL da solução de molibdato de amônia com 3 gotas de ácido ascórbico concentrado. Agitou-se e esperou-se por uma hora para a formação do complexo e realizada a leitura em espectrofotômetro de UV-Vis em 660 nm.

Para determinação dos teores de potássio foram pesadas 0,4 g de amostra, adicionou-se 20 mL de ácido clorídrico 1 mol L⁻¹, levou-se a mistura ao banho-maria por 30 min a 80 °C, agitou-se em mesa agitadora por 30 minutos, pipetou-se 1 mL e adicionou-se 9 mL de água destilada e realizou-se a determinação em fotômetro de chama.

Os dados da caracterização das camas de aviário foram avaliados por estatística descritiva (média, desvio padrão e coeficiente de variação, valor de máximo e de mínimo).

Além dessas determinações, foram obtidos resultados de análises químicas de 100 camas de aviário de frangos de corte da região Oeste do Paraná, em laboratório de análises agrônomicas particular de Cascavel, no entanto, sem informações sobre quantos lotes de frangos elas foram utilizadas.

Etapa 3: Teste de incubação de cama de aviário em solos com textura argilosa e arenosa

Para o teste de incubação foi escolhida uma cama de aviário (Figura 2) utilizada por doze lotes de produção de frangos e que recebia cal virgem entre os lotes, apresentando a seguinte composição química, descrita na Tabela 2.



Figura 2. Cama de aviário utilizada no teste de incubação.

Tabela 2. Composição química da cama de aviário incubada.

Teor de Nutriente					
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	C
g kg ⁻¹					
11,3	35,5	42,6	35,6	12,8	700

O teste de incubação foi conduzido no laboratório de solos do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná em Santa Tereza do Oeste. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho Distroférico, de área de mata do local (textura argilosa - 600 g kg⁻¹ de argila) e um Neossolo Quartzarênico, área agrícola do município de Umuarama – PR (textura arenosa - 140 g kg⁻¹ de argila), coletadas a profundidade de 0-20 cm. Os resultados da análise químicas das amostras utilizadas desses solos são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química dos solos utilizados no teste de incubação. Santa Tereza do Oeste – PR, 2022.

Solo	pH	C	K	Ca ²⁺	Mg	Al	H+Al	P	V
	CaCl ₂	g dm ⁻³	-----cmol _c dm ⁻³ -----					Mg dm ⁻³	%
Argiloso	4,4	31,2	0,19	2,64	0,85	0,40	8,28	6,0	52
Arenoso	5,0	9,9	0,30	1,88	0,51	0,30	4,28	32,41	59

Extrator: P e K (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); Al, Ca, Mg = (KCl 1 mol L⁻¹) V = saturação por bases; MO = matéria orgânica (Walkley-Black).

Os tratamentos foram gerados por um esquema fatorial 2 x 5, sendo dois solos de diferentes texturas (argilosa e arenosa) e cinco doses de cama de aviário, equivalentes a 0, 3, 6, 9 e 12 t ha⁻¹, com quatro repetições, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC).

As amostras de solos coletadas foram destorroadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 48 h. Posteriormente, foram passadas por uma peneira de 2 mm. Foram pesadas amostras de 500 g de solo e colocadas em recipientes de polietileno com tampa e capacidade para 0,8 dm³.

A cama também foi preparada, isto é, peneirada em malha de 2 mm, e pesada nas quantidades para os respectivos tratamentos, de acordo com Rogeri et al. (2015). Posteriormente, os tratamentos foram adicionados aos solos e homogeneizados. Após a homogeneização, água destilada foi adicionada em cada recipiente na quantidade de 120 mL para o solo arenoso e 200 mL para o argiloso, de acordo com a capacidade de retenção de água de cada um deles. A umidade foi mantida próxima à capacidade de campo por 90 dias.

Depois do período de incubação de 90 dias, os solos foram secos, peneirados e encaminhados para realização das análises químicas. Foram determinados pH em CaCl₂; teores de P, K, Ca, Mg e calculada a saturação por bases (V%), segundo metodologia descrita por Pavan et al. (1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito das doses de cama de aviário foi avaliado por análise de regressão, com auxílio do programa estatístico Assistat (Silva; Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Geração de cama de aviário na Região Oeste do Paraná

A geração de resíduo aviário de frangos de corte, especificamente a cama de aviário, da Região Oeste do Paraná, foi disponibilizada pelo Departamento de Economia Rural. Utilizando-se os valores de produção por núcleo regional de Toledo, Cascavel e Foz do Iguaçu, estimou-se a produção total desse material em cada macrorregião nos últimos cinco anos, conforme Figura 3.

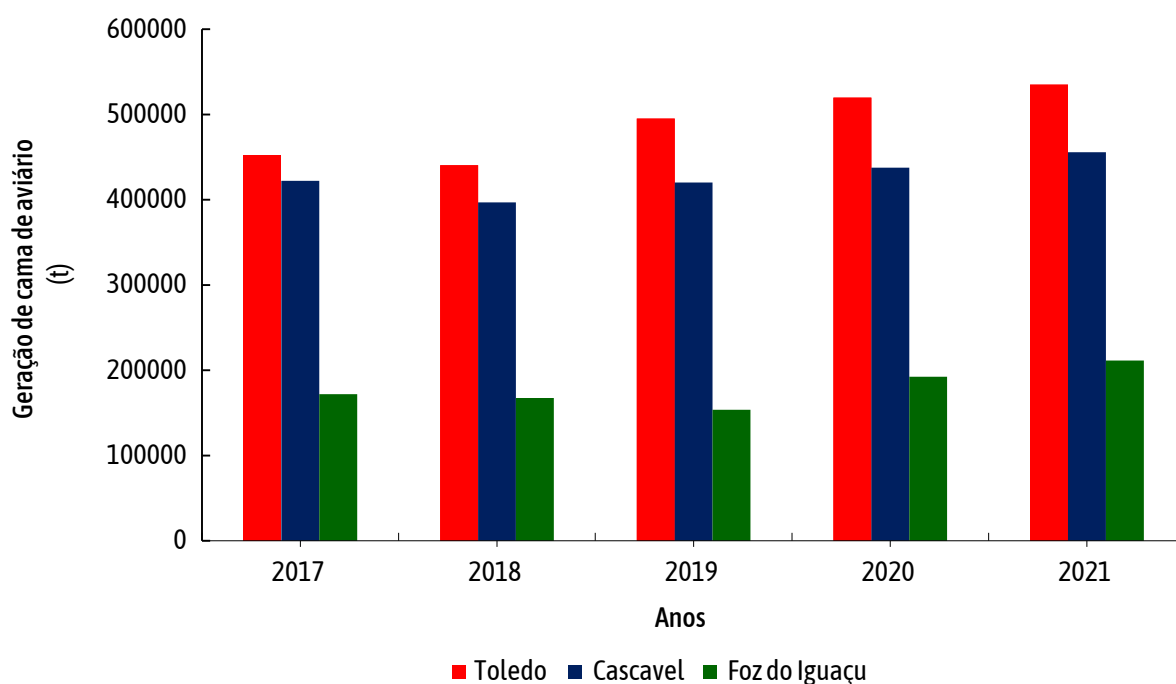


Figura 3. Quantidade de cama de aviário gerada nos anos 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, em toneladas, na produção de frangos de corte nas macrorregiões do Oeste do Paraná.

Segundo o DERAL-PR, a região Oeste do Paraná produziu 955.799,20 kg frangos de corte em 2017, com uma geração de 1.045.810 t de cama de aviário. Em 2021, foram produzidos 1.954.513,956 kg de frangos de corte e 1.202.029 t de cama de aviário. No período de 2017 a 2021, foram produzidas na região, em média, 1.080.450,0 t de cama de aviário ao ano. Toledo foi a que mais produziu cama de aviário no Oeste do Paraná, seguida por Cascavel. Segundo o IBGE¹, a cultura da soja na safra 2021/2022 foi cultivada em 987.414 ha no Oeste do Paraná, com produtividade média de 3377 kg ha⁻¹. A cama de aviário produzida em 2021 na região daria uma dose média de 1,98 t ha aplicada na produção da oleaginosa. Se considerarmos um solo com uma boa fertilidade, essa dose seria suficiente para repor os nutrientes exportados pela cultura com essa produtividade média e não seria necessária adubação mineral adicional para a cultura da soja.

Anualmente são geradas aproximadamente um milhão de toneladas de cama de aviário, somente na região Oeste do Paraná, o que apresenta um seríssimo desafio ambiental. Este resíduo, por ser produzido em larga escala, tem levado pesquisadores a convergir cada vez mais para uma solução: utilizar a cama de aviário para adubação.

O Brasil importa grande parte dos fertilizantes minerais, cerca de 87% do total que utiliza, ao custo elevadíssimo, somente no ano de 2021, dos mais de 40 milhões de toneladas de fertilizantes consumidos no país, 85% foram importados da Rússia (Carrança, 2022). Para reduzir essa dependência e otimizar o uso de fertilizantes, o país deve se atentar para alternativas de fertilização dos solos, como no caso, o aproveitamento de resíduos regionais como a cama de aviário.

O aumento dos custos dos fertilizantes minerais e o aumento da poluição ambiental tornam o uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atraente, do ponto de vista econômico (Metzner et al., 2015). Esses resíduos são ricos em nutrientes e, por serem de baixo custo, podem ser aplicados na adubação de lavouras, aumentando um valor significativo a produtividade das culturas (Curtis; Luchese; Missio, 2022).

Caracterização físico-química das camas de aviários

Na Tabela 4 são apresentados os teores de N, P₂O₅ e K₂O presentes nas camas de aviário de frangos de corte coletadas da região Oeste do Paraná, relacionados com os diferentes lotes de ocupação dos aviários. Na Tabela 5 são apresentados dados de análises químicas de camas de aviários fornecidos por um laboratório de análises agronômicas particular de Cascavel - PR.

Em relação aos teores de nitrogênio nas camas de aviário coletadas da região Oeste do Paraná, observou-se que a concentração aumentou até os 18 lotes, apresentando valor médio de 30,66 g kg⁻¹ (6 lotes), 35,99 g kg⁻¹ (7 a 12 lotes), e 36,78 g kg⁻¹ (13 a 18 lotes). E uma média geral de 33,83 g kg⁻¹ ficando acima da média do estado do Paraná, apresentada no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná NEPAR-SBCS (2019), e da média geral de 30,18 g kg⁻¹ apresentada pelas 100 amostras de análise laboratorial de Cascavel - PR. Conforme a Figura 4, a cada 6 lotes, são adicionados 2,316 g de N em cada kg de cama de frango ou, 2,3 kg de N a cada tonelada de cama de aviário.

Assim, verificou-se neste estudo um incremento significativo na concentração de nitrogênio total com o aumento do número de lotes de frangos de corte alojados sobre a mesma cama.

¹ Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457#resultado>. Acesso em 16 out. 2025.

Tabela 4. Valores mínimos, máximos e médias de teores de nutrientes em camas de aviário de frangos de corte, sob diferentes quantidades de lotes, coletadas na região Oeste do Paraná. 2023.

Número de lotes	Valor máximo (g kg ⁻¹)	Valor mínimo (g kg ⁻¹)	Média (g kg ⁻¹)	Desvio Padrão	Coefficiente de Variação (%)
Nitrogênio (N)					
Até 6	40,67	19,34	30,66	6,28	20,5
De 7 a 12	45,59	11,33	35,99	11,61	32,3
De 13 a 18	46,05	26,80	36,78	7,36	20,0
Média			33,83		
Fósforo (P ₂ O ₅)					
Até 6	46,56	16,49	31,97	7,40	23,1
De 7 a 12	47,08	25,21	32,72	5,02	15,3
De 13 a 18	48,98	30,78	36,60	5,53	15,1
Média			33,10		
Potássio (K ₂ O)					
Até 6	39,36	22,08	29,89	4,85	16,2
De 7 a 12	42,24	27,84	31,98	4,25	13,3
De 13 a 18	42,24	25,56	34,40	6,13	17,8
Média			31,59		

Observações: até 6 lotes foram analisadas 26 amostras; de 7 a 12 lotes foram analisadas 26 amostras; de 13 a 18 lotes foram analisadas 20 amostras.

Tabela 5. Valores mínimos, máximos e médias de teores de nutrientes em camas de aviário de frangos de corte da região Oeste do Paraná.

Parâmetros	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Valor máximo (g kg ⁻¹)	44,06	57,54	52,02
Valor mínimo (g kg ⁻¹)	18,53	12,37	11,82
Média* (g kg ⁻¹)	30,18	33,05	34,41
Desvio Padrão	5,60	8,01	7,93
Coefficiente de Variação (%)	18,63	24,29	23,05

*Média de cem análises de laboratório de análises agronômicas particular de Cascavel – PR.

Estes resultados corroboram os encontrados por Avila (2007) e Thomazini et al. (2022), os quais apresentaram um aumento no decorrer da reutilização das camas, entre lotes de quatro a dez, embora esse aumento encontrado pelos autores não seja expressivo, demonstram que a reutilização é um processo acumulativo de alguns nutrientes.

Os teores de fósforo apresentaram um aumento linear com relação ao aumento do número de lotes, no qual na categoria de número de lotes de 1 a 6 mostraram uma concentração média de 29,89 g kg⁻¹ de P₂O₅, de 7 a 12 lotes uma média de 31,98 g kg⁻¹ de P₂O₅ e de 13 a 18 lotes uma média de 34,40 g kg⁻¹ de P₂O₅. A média geral foi de 31,59 g kg⁻¹ de P₂O₅ (Tabela 4), ficando um pouco abaixo dos valores encontrados nas análises laboratoriais (Tabela 5) e acima dos valores encontrados por NEPAR-SBCS (2019).

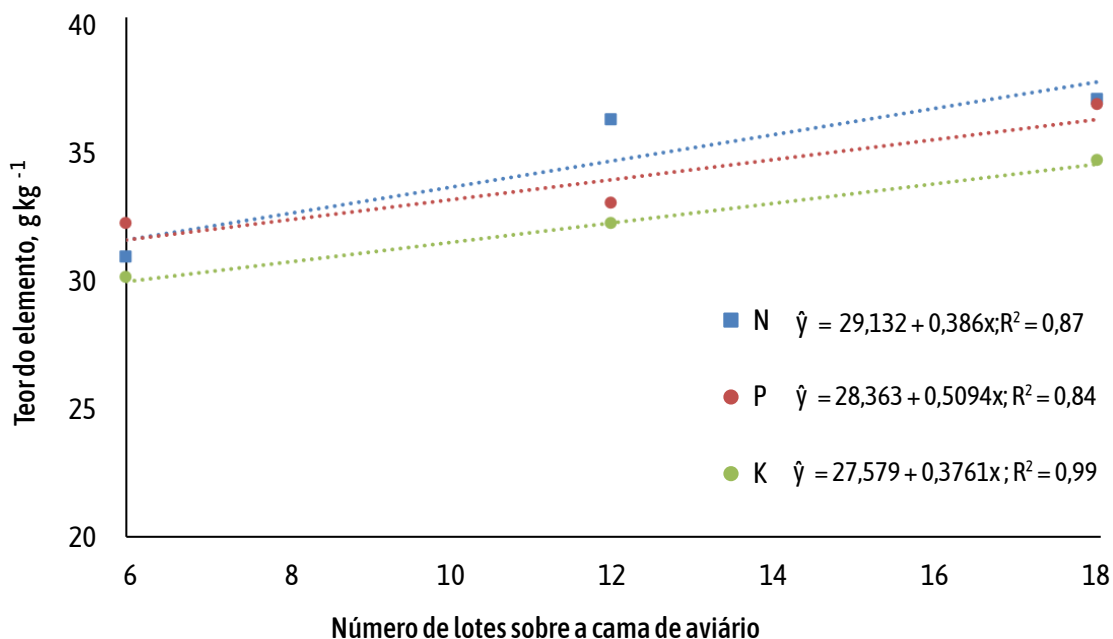


Figura 4. Teores de N, P e K em camas de aviário de frangos de corte coletadas na região Oeste do Paraná.

Com relação às concentrações de potássio, observou-se também um aumento linear, relacionado ao aumento do número de lotes de ocupação da cama de aviário. A concentração de potássio na categoria de número de lotes de um a seis foi de 31,97 g kg⁻¹ de K₂O, de 7 a 12 lotes foi de 32,72 g kg⁻¹ de K₂O e de 13 a 18 lotes de 36,60 g kg⁻¹ de K₂O. A média geral foi de 33,1 g kg⁻¹ de K₂O, ficando muito próximo aos valores encontrados nas análises laboratoriais (Tabela 5) e aos valores encontrados por NEPAR-SBCS (2019).

Estes resultados concordam com os obtidos por Girotto e Ávila (2003), o qual analisou a disponibilidade de nutrientes em camas de aviários com diferentes lotes de ocupação (um, três e seis), e verificou que quanto maior o grau de reaproveitamento, maior a concentração de nutrientes (nitrogênio, fósforo e potássio).

Desta maneira, a reutilização de camas de aviário com maior número de lotes de aves demonstra ser um processo de acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio. O uso repetido de cama de aves até o décimo oitavo lote proporcionou um melhor acúmulo dos teores desses nutrientes (Figura 4). Os valores obtidos para fósforo concordam com os observados por Ávila et al. (2007), que também notaram um aumento no teor de fósforo com o reaproveitamento da cama de frango para lotes de um a seis.

Observa-se, então, um aumento linear das concentrações de N, P e K presentes nas camas de aviário coletadas da região Oeste do Paraná, conforme apresentado na Figura 4. Assim, quanto mais números de lotes presentes na cama, maior a quantidade desses nutrientes. Esses resultados estão de acordo com os apresentados por Fukayama (2008), que concluiu que, quanto maior o número de reaproveitamentos, maior a quantidade de nutrientes, e, melhor a qualidade da cama de aviário para adubação das culturas. Na literatura não constam estudos relacionados a cama de aviário acima de 12 lotes de ocupação.

Considerando-se os teores médios de N, P₂O₅ e K₂O da cama de aviários da região Oeste (Tabela 5) e a média de cama de aviário produzida no período de 2017 a 2021 (Figura 3), foram produzidos por ano, 36551 t de N, 35762 t de P₂O₅ e 34131 t de K₂O. Essas quantidades equivalem a 830.705 t de ureia (44 % N), 1.986.778 t de superfosfato simples (18 % de P₂O₅) e 568.850 t de cloreto de potássio (60 % de K₂O).

Teste de incubação em solos com texturas diferentes

A cama de aviário aplicada tanto no solo arenoso quanto no solo argiloso promoveu uma elevação no valor do pH (Figura 5). Os valores aumentaram de forma quadrática com o aumento das doses da cama de aviário aplicadas no solo.

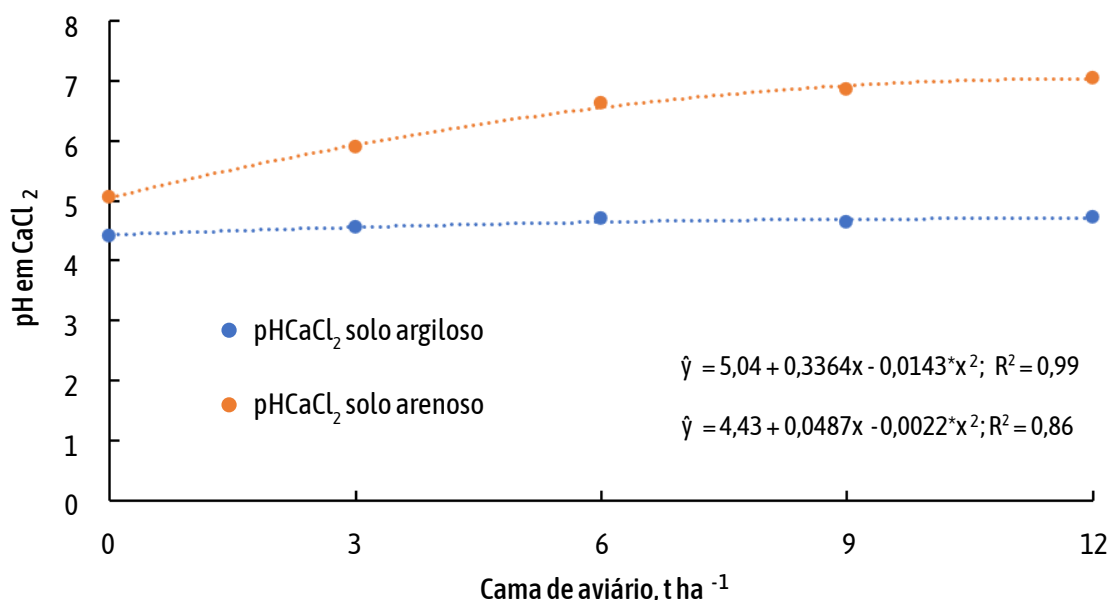


Figura 5. pH em CaCl_2 de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

No tratamento testemunha (sem cama de aviário), o valor mínimo de pH CaCl_2 foi de 4,4 no solo argiloso e 5,0 no solo arenoso. Segundo a classificação apresentada por NEPAR-SBCS (2019), os valores estavam baixos para o solo argiloso e altos para o solo arenoso. Com a aplicação de 12 t ha^{-1} atingiu-se um pH em CaCl_2 médio para o solo argiloso e elevado para o solo arenoso (acima de 6,0, condição na qual deve-se evitar).

O efeito do pH no solo pode estar relacionado à adição de cal virgem, presente na composição da cama incubada, para desinfecção e redução de patógenos, fazendo com que o pH das camas de aviário aumentem (Rondón, 2008). Na reação do cal virgem (CaO), que é um excelente corretivo de acidez, com a água presente no solo, forma-se o hidróxido de cálcio ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), que reage com os íons H^+ , aumentando o pH do solo. Os efeitos dos corretivos de acidez do solo já são amplamente conhecidos (Pádua; Silva; Dias, 2008) na neutralização da toxicidade do alumínio (Zambrosi; Alleoni; Caires, 2008) e aumento da saturação por bases (Soratto; Crusciol, 2008).

Schalleberger et al. (2019), constataram que a aplicação de cama de aviário não afetou o pH do solo, ao analisar solo adubado com as seguintes doses 0, 3, 6 e 9 t ha^{-1} , onde os valores de pH alteraram de 5,5 a 5,6. No entanto, Ribeiro (2021) em um experimento com adubação de um Latossolo Vermelho Distroférrico, verificou que os valores de pH se elevaram à medida em que foram adicionadas maiores doses de cama de peru.

Os teores de fósforo apresentaram uma elevação linear em função da aplicação das doses de cama de aviário no solo argiloso e arenoso (Figura 6). A cama de aviário mostrou ser uma boa fonte de P para as plantas, pois os teores desse elemento aumentaram significativamente após sua aplicação.

O solo argiloso apresentou menores valores de P e menores incrementos desse elemento à medida que se aumentou a dose da cama de aviário em relação ao solo arenoso. Isso ocorreu devido ao maior efeito tampão desse tipo de solo que retém mais este elemento nos coloides. Segundo Brady e Weil (2013), o solo argiloso possui maior fator capacidade em relação ao fósforo comparado com o solo arenoso. Esse fator capacidade é a resistência que o solo tem em liberar o P para a solução do solo.

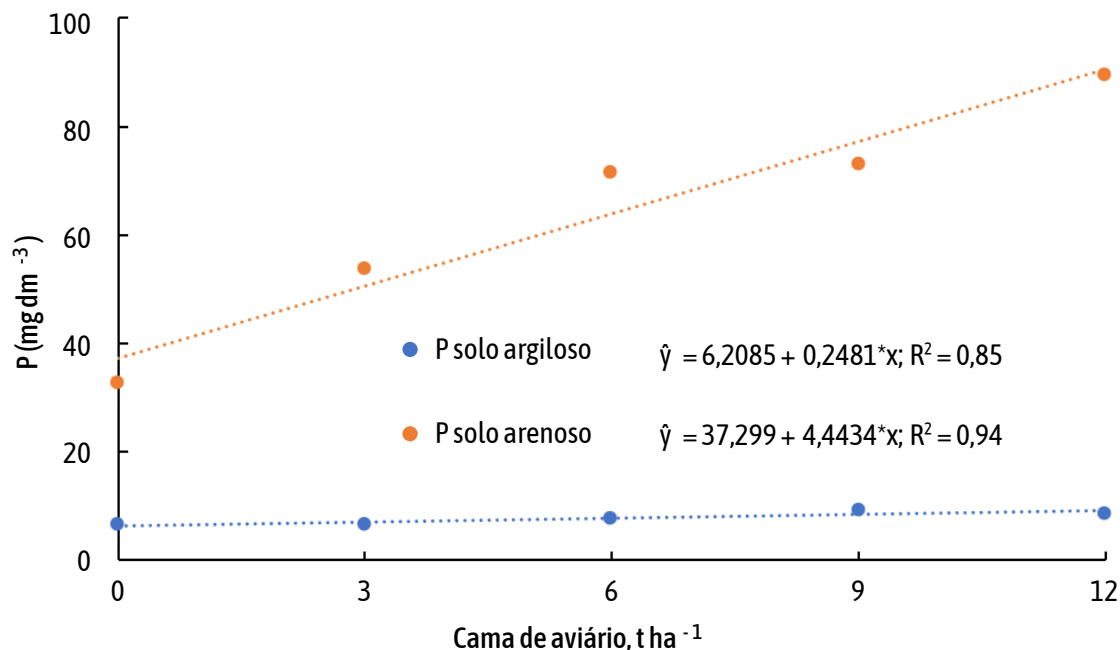


Figura 6. Teores de fósforo de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Os teores de P elevaram de 6 mg dm^{-3} para $8,74 \text{ mg dm}^{-3}$ no solo argiloso, aumentando 46%. Houve um aumento mais significativo com a aplicação de 9 t ha^{-1} de cama de aviário em comparação com a testemunha. E os teores de P iniciais no solo arenoso elevaram de $32,41 \text{ mg dm}^{-3}$ para $89,40 \text{ mg dm}^{-3}$, aumentando 176%.

Segundo a classificação apresentada por NEPAR-SBCS (2019), os teores iniciais de P estavam baixos no solo argiloso e muito altos no solo arenoso. Com aplicação da dose 12 t ha^{-1} de cama de aviário, esses teores se elevaram e foram classificados como médio para o solo argiloso, mesmo atingindo os maiores teores na dose de 9 t ha^{-1} , e com uma condição a ser evitada no solo arenoso.

Em solos arenosos, há uma tendência de maior disponibilidade deste nutriente, pois a adsorção é menor em função da baixa concentração de argila em relação aos solos argilosos que apresentaram uma disponibilidade de fósforo menor.

Quanto maior a dose de cama de aviário aplicada, a disponibilidade de P (Figura 6) no solo argiloso apresentou-se maior em todas as doses. No solo arenoso, os valores foram menos expressivos devido a uma maior adsorção do fósforo pelos coloides do solo. Segundo Klein (2014), quanto menor o teor de argila presente no solo, menor a sua adsorção e maior sua quantidade na solução do solo.

Para a concentração de potássio no solo, os teores aumentaram linearmente com as doses de cama de aviário, apresentando um elevado coeficiente de determinação nos solos com textura argilosa e arenosa (Figura 7). Como a quantidade de K presente na cama de aviário é relativamente alta, houve aumento significativo desse elemento em ambos os solos.

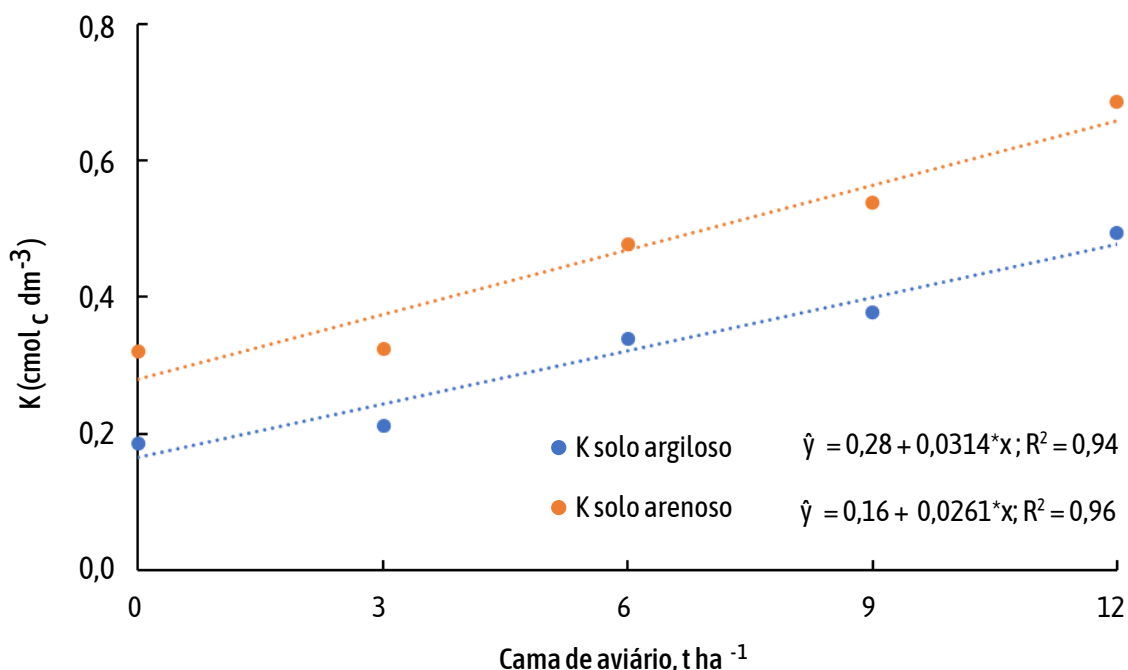


Figura 7. Teores de potássio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Os teores iniciais de K no solo argiloso ($0,19 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) e no arenoso ($0,3 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) aumentaram 68% e 244% após a aplicação de 12 t ha^{-1} de cama de aviário, respectivamente. Segundo a classificação apresentada por NEPAR-SBCS (2019), os teores iniciais de K estavam baixos no solo argiloso e altos no solo arenoso. Com a aplicação de 12 t ha^{-1} , esses valores se elevaram e foram classificados como muito altos.

Além de alguns outros fatores, a quantidade de argila, em menor proporção, é determinante para uma maior ou menor relação de K-trocável e K na solução do solo, conforme Werle, Garcia e Rosolem (2008).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nos teores de K, corroborando com Magro et al. (2010) que, trabalhando com doses de composto orgânico em solo de textura arenosa, relataram um aumento linear no teor deste nutriente no solo; e Moura (2022), que relatou que a aplicação de cama de aviário proporcionou um aumento nos teores de K de forma linear, variando de $0,23$ a $0,83 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, entre o tratamento testemunha e a dose de 12 t ha^{-1} de cama de aviário.

Com a adição de cal virgem nos aviários, os teores de Ca em solos adubados com cama de aviário apresentam a tendência de serem mais elevados. Desse modo, foi observado um aumento linear dos teores de Ca e Mg tanto no solo argiloso quanto no solo arenoso com a aplicação das diferentes doses de cama de aviário (Figuras 8 e 9).

Os teores de Ca se elevaram de $2,64$ para $4,15 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ no solo argiloso, e no solo arenoso de $1,88$ para $3,04 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, com um aumento de 57 % e 62 % respectivamente. Os teores de Mg aumentaram de $0,85$ para $1,9 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (124 %) no solo argiloso e de $0,51$ para $0,89 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (75 %) no solo arenoso.

Este aumento linear e significativo nos teores de Ca do solo com a aplicação de cama de aviário está relacionada à composição da mesma. A cama utilizada apresentava cal virgem (CaO) aplicado para desinfecção dos aviários, o qual aumentou a concentração de Ca no solo, conforme o aumento da dose de cama de aviário utilizada.

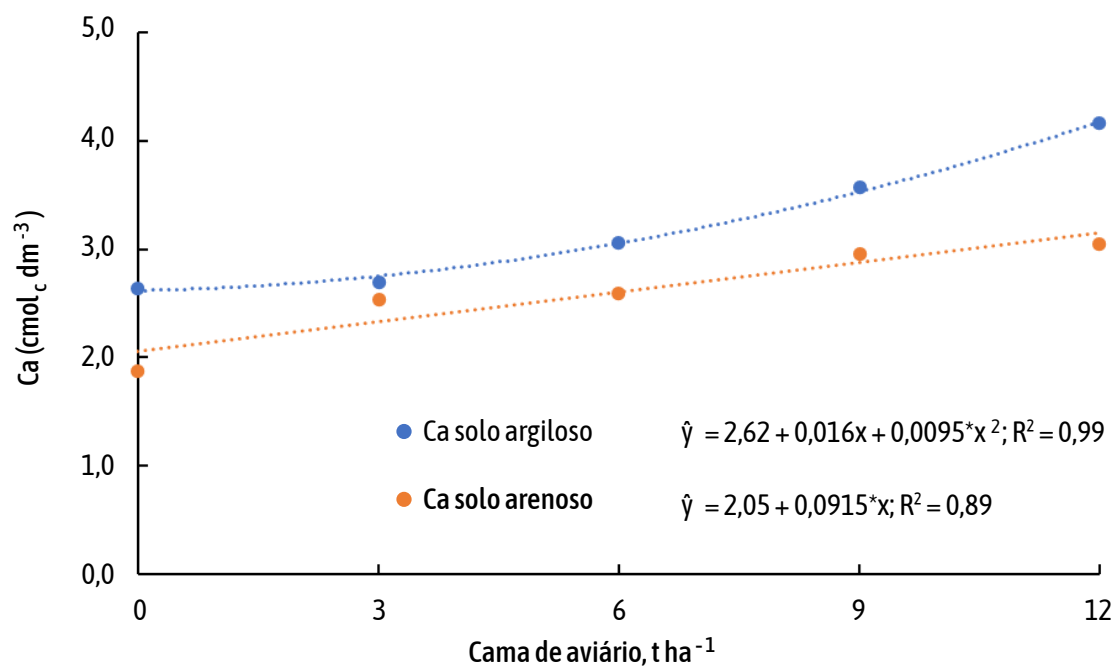


Figura 8. Teores de cálcio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

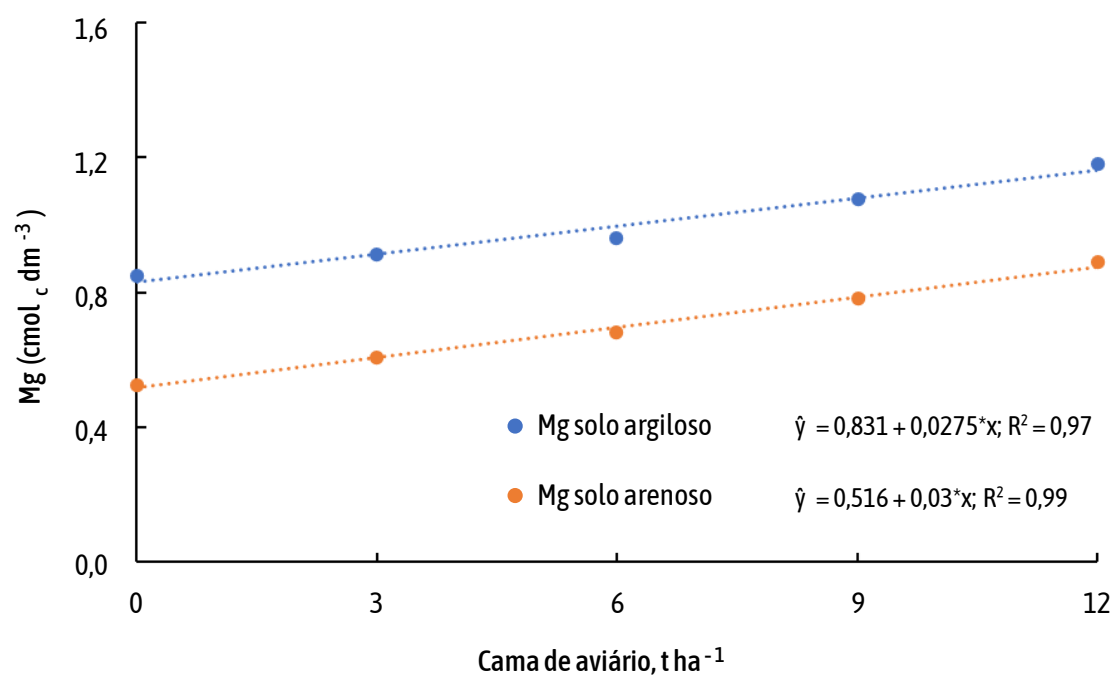


Figura 9. Teores de magnésio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Baratto et al. (2021) destacaram que aplicações de doses de calcário resultaram em um aumento linear no teor de Ca do solo. Isso aponta que a cama de aviário tem um efeito semelhante no teor de Ca do solo em função da aplicação de calcário. Bambolim et al. (2015) também observaram que com o aumento das doses de aplicação do calcário no solo resultou em um aumento linear no teor de cálcio.

Schallemberger et al. (2019), em estudo avaliando o efeito da utilização de cama de aviário como adubo orgânico na qualidade química e microbiológica do solo, verificaram que os teores de cálcio e magnésio também aumentaram em todos os tratamentos com aplicação de cama de aviário. Maraschin, Scaramuzza e Vieira (2020) verificaram um aumento no teor de cálcio e magnésio no solo quando calcário foi aplicado. Isso se deve ao fato desse corretivo conter esses dois elementos, assim como a cama de aviário utilizada neste experimento.

Moura (2022) verificou que as doses de calcário e cama de aviário de frangos de corte aplicadas aumentaram os teores de Mg no solo. O Mg aumentou linearmente com as doses de calcário, com os teores variando entre 2,81 a 4,17 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ e 2,44 a 4,36 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para as doses zero e 12 t ha^{-1} de cama de aviário, respectivamente, esses valores são muito semelhantes aos observados como resposta a calagem.

Para a saturação por bases também houve um aumento em ambas as texturas de solo em função da aplicação da cama de aviário (Figura 10). Esse aumento significativo se deve ao acréscimo nas concentrações de Ca, Mg e K que se sucedeu pela aplicação das doses de cama de aviário (Schallemberger et al., 2019) e também pelo efeito corretivo.

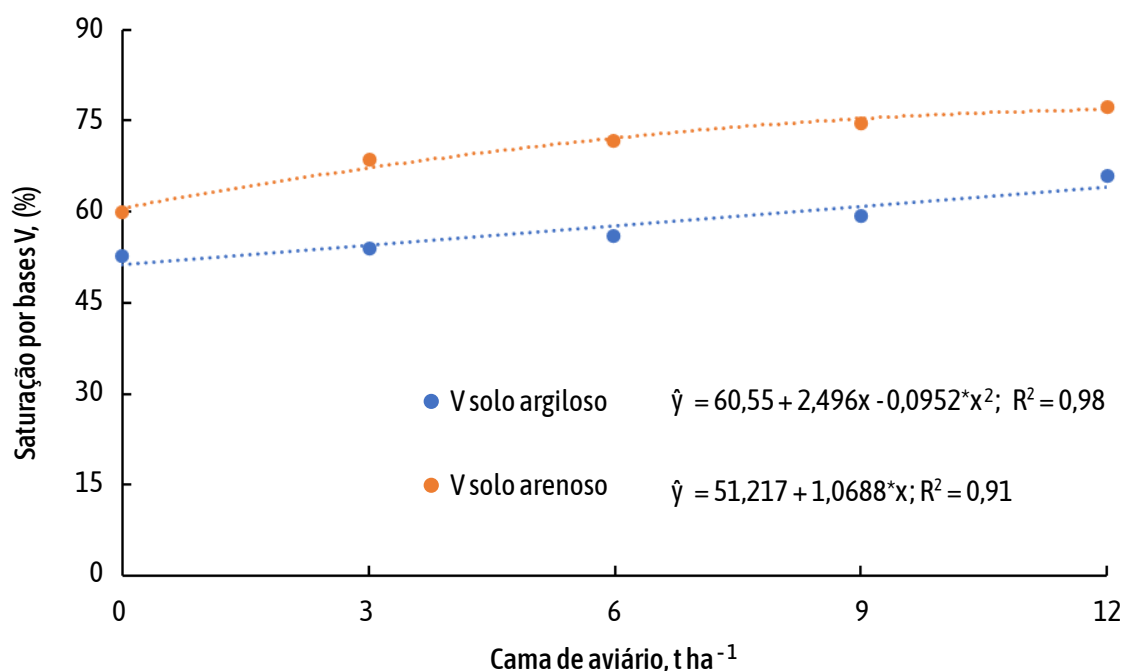


Figura 10. Saturação por bases em solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

O solo arenoso sem a aplicação da dose de cama de aviário apresentava uma saturação por bases da CTC de aproximadamente 52% e 59% no solo argiloso e arenoso, respectivamente (Figura 10). De acordo com SBCS-NEPAR (2019), o ideal para as culturas anuais é uma saturação por bases (V%) de 70%. Na textura argilosa a saturação de bases na maior dose aplicada 12 t ha^{-1} se elevou para 69 %. No solo arenoso, a dose de 6 t ha^{-1} de cama de aviário aplicada no solo atingiu saturação por bases ideal de 70%.

CONCLUSÃO

A geração de cama de aviário é elevada na Região Oeste do Paraná, o que confere a ela um grande potencial agrônomo, podendo beneficiar em aspectos agrônomo, econômico e na redução

da dependência de adubos minerais e convencionais importados. As concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio das camas de aviários aumentaram em relação ao aumento do número de lotes de ocupação. A aplicação da cama de aviário proporcionou correção da acidez do solo e aumento nos teores de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e saturação de bases tanto no solo de textura arenosa, quanto no de textura argilosa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. *Relatório Anual 2022*. São Paulo: ABPA, 2022.

ÁVILA, V. S. et al. *Valor agrônomo da cama de frangos após reutilização por vários lotes consecutivos*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2007. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 466).

BAMBOLIM, A. et al. Calcário líquido e calcário convencional na correção do solo. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 2, n. 3, p. 34-38, 2015.

BARATTO, N. L. B. et al. Calagem e gessagem dos solos: uma revisão da literatura. *Jornada de Pesquisa*, v. 7, n. 7, p. 1-11, 2021.

BATISTA, M. A. et al. Princípios de fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. *Hortaliças-fruto*. Maringá: EDUEM, 2018. p. 113-162.

BEDIN, F. C. B. *Espectroscopia no infravermelho próximo para avaliação dos teores de N, P, K e C em cama de aviário*. 2017. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2017.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. *Elementos da natureza e propriedades dos solos*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

CARRANÇA, T. Guerra na Ucrânia: por que o Brasil depende tanto dos fertilizantes da Rússia? *BBC News Brasil*, 3 mar. 2022. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-60596334#:~:text=Em%202021%2C%20dos%20mais%20de,Nacional%20para%20Difus%C3%A3o%20de%20Adubos>. Acesso em: 16 out. 2025.

CIELO, I. D.; ROCHA JÚNIOR, W. F.; SANCHES-CANEVESI, F. C. Importância Socioeconômica da Integração Avícola para os Produtores da Mesorregião do Oeste do Paraná. *Desenvolvimento em questão*, p. 329-347, 2019.

CURTIS, J. C. D.; LUCHESE, A. V.; MISSIO, R. F. Application of soil remineralizer to poultry litter as an efficient and sustainable alternative for fertilizing maize crop. *Journal of Plant Nutrition*, v. 46, n. 3, p. 423-438, 2022.

EMBRAPA. Embrapa valida técnica que inativa vírus na cama de frango reutilizada. *Embrapa*, 22 maio 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34417763/embrapa-valida-tecnica-que-inativa-virus-na-cama-de-frango-reutilizada>. Acesso em: 16 out. 2025.

FENG, H. X.; PRASADA, R.; CHAKRABORTY, D. Effects of broiler litter age and application rate on nutrient mineralization under laboratory condition. *Agrosystems, Geosciences e Environment*, v. 6, n. 4, p. 1-13, 2023.

- FUKAYAMA, E. H. *Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante*. 2008. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2008.
- GIROTTI, A. F.; ÁVILA, V. S. *Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2003.
- INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. *Anuário Estatístico do Estado do Paraná*. Curitiba: IPARDES, 2006.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. *Agropecuária Brasileira: evolução, resiliência e oportunidades*. Rio de Janeiro: IPEA, 2023.
- KLEIN, V. A. *Física do solo*. 3. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2014.
- MAGRO F. O. et al. Doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, v. 34, n. 3, p. 596-602 2010.
- MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, F. J.; VIEIRA, R. C. Incubação do calcário e as características químicas de solos com texturas diferentes. *Revista Nativa*, v. 8, n. 1, p. 43-51, 2020.
- METZNER, C. M. et al. O. Análise de estudos sobre a viabilidade técnica e econômica do uso da cama de aviários como adubo orgânico. *Revista Custos e Agronegócio*, v. 11, n. 3, p. 2-25, 2015.
- MIELE, M.; MARTINS, F. M.; TALAMINI, D. J.D. *Estatísticas de Produção*. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2021.
- MOURA, C. M. *Atributos químicos do solo e rendimento de cultivos em experimento de longa duração cultivado com níveis de calcário e de cama de aviário aplicados em superfície*. 2022. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2022.
- NASCIMENTO, W. C.; SCHROEDER, C. A. Os desafios regionais da mesorregião geográfica Oeste do Paraná. In: SIMPÓSIO PARANAENSE DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA, 4., 2009, Marechal Cândido Rondon. *Anais [...]*. Marechal Cândido Rondon: [s. n.], 2009.
- NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. *Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná*. 2. ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019.
- PÁDUA, T. R. P., SILVA, C. A., DIAS, B. O. Nutrição e crescimento do algodoeiro em latossolo sob diferentes coberturas vegetais e manejo de calagem. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 32, p. 1481-1490, 2008.
- PAVAN, M. A. et al. *Manual de análise química do solo e controle de qualidade*. Londrina: Instituto Agrônomo do Paraná, 1992.
- RIBEIRO, D. O. *Uso de cama de peru na adubação e efeito nas propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho Distroférico*. 2021. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2021.
- ROGERI, D. A. et al. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 19, n. 6, p. 534-540, 2015.

- RONDÓN, E. O. Tecnologias para mitigar o impacto ambiental da produção de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, p. 239-252, 2008.
- SCHALLEMBERGER, J. B. et al. Efeito da utilização de cama de aviário como adubo orgânico na qualidade química e microbiológica do solo. *Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ*, v. 42, p. 580-592, 2019.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos*. Métodos químicos e biológicos. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- 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.
- SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação superfície de calcário e gesso em sistema de plantio direto recém-implantado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 2, 2008.
- TEDESCO, M. J. et al. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995.
- WERLE, R.; GARCIA, A. R.; ROSOLEM, A. C. Lixiviação de potássio em função da textura e da disponibilidade do nutriente no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 2279-2305, 2008.
- ZAMBROSI, F. C. B., ALLEONI, L. R. F., CAIRES, E. F. Liming and ionic speciation of an Oxisol under no-till system. *Scientia Agricola*, v. 65, p. 190-203, 2008.

