

VITÓRIA HUBNER

ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS APÓS
APLICAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2023

VITÓRIA HUBNER

**ALTERAÇÕES EM ATRIBUTOS QUÍMICOS DE SOLOS APÓS
APLICAÇÃO DE CAMA DE AVIÁRIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Oeste do Paraná, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior

Coorientador: Dr. Felipe Martins Damaceno

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2023

Ficha de identificação da obra elaborada através do Formulário de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da Unioeste.

Hubner, Vitória

Alterações em atributos químicos de solos após aplicação de cama de aviário / Vitória Hubner; orientador Luiz Antônio Zanão Júnior; coorientador Felipe Martins Damaceno. -- Cascavel, 2023.

45 p.

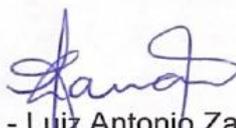
Dissertação (Mestrado Acadêmico Campus de Cascavel) -- Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2023.

1. Cama de aviário. 2. Solos. I. Júnior, Luiz Antônio Zanão, orient. II. Damaceno, Felipe Martins, coorient. III. Título.

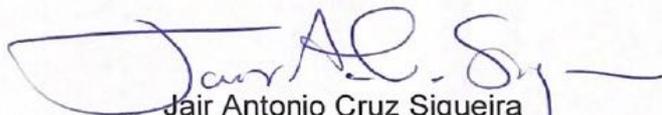
VITÓRIA HUBNER

Alterações em atributos químicos de solos após aplicação de cama de aviário

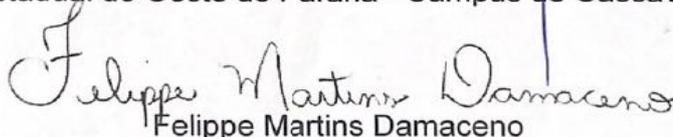
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biomassa e culturas energéticas, APROVADA pela seguinte banca examinadora:



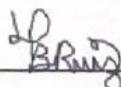
Orientador - Luiz Antonio Zanão Júnior
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Jair Antonio Cruz Siqueira
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Felipe Martins Damaceno
Universidade Estadual de Maringá - Campus Regional de Umuarama (UEM)



Danilo Bernardino Ruiz
Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná)

Cascavel, 28 de fevereiro de 2023

“Dedico aos meus pais que acreditam no meu potencial e incentivam minha busca pelo sucesso pessoal”.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que na sua infinita bondade e misericórdia deu força para superar cada um dos obstáculos e desafios que foram emergindo ao longo desta caminhada.

Aos meus pais, Gabriela Muller e Vilson Hubner, minha irmã Júlia Hubner pelo apoio e incentivo em todos os momentos da minha vida, por sempre acreditarem no meu potencial, e não medirem esforços para a concretização dos meus sonhos, sem eles nada disso seria possível.

Ao meu namorado Mateus Pereira Salesse, que é meu grande incentivador, está sempre ao meu lado acompanhando toda a trajetória de elaboração desta dissertação, me encorajando em todos os momentos. Agradeço pelo carinho!

Ao meu orientador, Luiz Antônio Zanão Júnior pela oportunidade de realizar este trabalho, pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação. Agradeço por todos os ensinamentos compartilhados, desde a graduação, de forma admirável, e por toda a ajuda durante a realização deste trabalho.

Ao meu coorientador Felipe Martins Damaceno por toda a paciência, empenho e sentido prático com que sempre me orientou nesta dissertação, muito obrigada pela motivação neste período!

Ao Dr. Danilo Bernardino Ruiz, pelo auxílio das análises. Muito obrigada!

Às minhas amigas Juliana de Souza e Cintia Daniel, pela amizade incondicional, agradeço por estarem comigo ao longo desta caminhada e por todo apoio e ajuda no desenvolvimento desta dissertação.

Ao Programa de Pós-Graduação de Engenharia de Energia na Agricultura (PPGEA), bem como todos os professores do programa pela aprendizagem oportunizada nas disciplinas e contribuição importante na evolução do trabalho.

Ao Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR-Paraná), Polo de Santa Tereza do Oeste pela disponibilidade dos laboratórios para realização do trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

A todos aqueles que contribuíram, de alguma forma, para a realização deste trabalho.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Desempenho zootécnico de frangos criados sob diferentes materiais utilizados como cama em aviários.....	5
Tabela 2. Composição de camas de aviário de diferentes estudos	8
Tabela 3. Mesorregião Oeste do Paraná - Municípios e suas respectivas microrregiões	12
Tabela 4. Caracterização química dos solos utilizados no teste de incubação. Santa Tereza do Oeste – PR, 2022.....	15
Tabela 5. 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.....	18
Tabela 6. Valores mínimos, máximos e médias de teores de nutrientes em camas de aviário de frangos de corte da região Oeste do Paraná.....	18

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Esquema das etapas do experimento	11
Figura 2. Cama de aviário utilizada no teste de incubação	14
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.....	16
Figura 4. Teores de N, P e K em camas de aviário de frangos de corte coletadas na região Oeste do Paraná	19
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.....	21
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.....	22
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.....	24
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.....	25
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.....	26
Figura 10. Saturação de bases de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.....	27

HUBNER, Vitória. Ma. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2023.
Alterações em atributos químicos de solos após aplicação de cama de aviário.
Orientador: Luiz Antônio Zanão Júnior. Coorientador: Felipe Martins Damaceno.

RESUMO

A região Oeste do Paraná passou a ter destaque na produção de frango de corte nos últimos anos. Neste cenário, o Estado do Paraná se destaca 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 através de 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. Posteriormente ao período de incubação de 90 dias foram determinados os atributos químicos de fertilidade do solo (pH em CaCl_2 , teores de cálcio, magnésio, potássio, fósforo e saturação por bases). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Assistat. Os dados da caracterização das camas de aviário foram avaliados por estatística descritiva, os dados da mineralização da cama 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, sendo assim, um grande potencial agrônômico. 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. Desta forma, a cama de aviário mostrou potencial representativo para adubação e correção de solos agrícolas.

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

PALAVRAS-CHAVE: avicultura; resíduos; fertilizante orgânico.

HUBNER, Vitória. Ma. Western Paraná State University, February 2023. **Changes in chemical attributes of soils after application of poultry litter.** Adviser: Luiz Antônio Zanão Júnior. Co-Advisor: Felipe Martins Damaceno.

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 CaCl₂, 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.

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001"

KEYWORDS: poultry farming; waste; organic fertilizer.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. Panorama geral da produção de frangos no Brasil e no Paraná	3
2.2. Manejo e caracterização da cama de aviário	4
2.3. Uso de cama de aviário na agricultura.....	7
2.4. Mineralização da cama de aviário no solo	9
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Design e abrangência do experimento.....	11
3.1.1. Etapa 1: Levantamento da produção de cama de aviário na região Oeste do Paraná.....	11
3.1.2. Etapa 2: Caracterização de camas de aviário produzidas no Oeste do Paraná	12
3.1.2.1. Determinação dos teores de nitrogênio e fósforo.....	13
3.1.2.2. Determinação dos teores de potássio.....	13
3.1.3. Etapa 3: Teste de incubação de cama de aviários em solos.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1. Geração de cama de aviário na Região Oeste do Paraná.....	16
4.2. Caracterização físico-química das camas de aviário.....	17
4.3. Teste de incubação em solos com texturas diferentes	20
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

1. 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 (ABPA, 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, colocado no piso do aviário (MIELE *et al.*, 2021; VIRTUOSO *et al.*, 2015). É classificada como um resíduo com altos teores de nutrientes, desse modo, sua destinação final ocorre principalmente no solo como fertilizante (ABDALA *et al.*, 2012).

Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2018), o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo 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 a dependência de fertilizantes químicos convencionais através da viabilização do aproveitamento de resíduos é uma considerável alternativa para garantir produtividade sustentável.

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 efeitos no solo (PAUL; CLARK, 1996).

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 através de 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.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Panorama geral da produção de frangos no Brasil e no Paraná

A cadeia produtiva de frangos de corte tem destaque na economia brasileira e mundial, apontando grande desempenho desde o seu surgimento, após grandes mudanças nos padrões de produção, industrialização, comercialização e consumo no mundo inteiro (COSTA *et al.*, 2015). A cadeia avícola no Brasil apresenta vantagens, como o rápido desenvolvimento do ciclo produtivo, pelo fato de ter a capacidade de uma estrutura organizacional verticalizada e por ser uma proteína de custo baixo, o que conquista consumidores de diferentes classes sociais (RECK; SCHULTZ, 2016).

O Brasil é o terceiro maior produtor e maior exportador de frangos de corte do mundo. No ano de 2021, foram produzidas 14,329 milhões de toneladas de carne de frango, sendo 32 % destinado ao mercado externo e 67 % ao mercado interno. O estado do Paraná é o maior produtor e exportador, sendo responsável por 40,38 % da exportação brasileira (ABPA, 2022). A produção expressiva do Paraná está relacionada com a grande quantidade de cooperativas instaladas na região, bem como com a grande produção de milho e soja, que são os principais insumos utilizados na ração dos frangos.

O consumo *per capita* da carne de frango no Brasil no ano de 2021 foi de 45,56 kg, enquanto em 2007, foi de 37,02 kg (ABPA, 2022). Este aumento do consumo deve-se à substituição da carne vermelha por carne branca na alimentação, crescente preocupação com a saúde humana, melhorias na produção agroindustrial de frango e surgimento de novos produtos e marcas (VIOLÀ; TRICHES, 2015). A competitividade dessa cadeia se reflete na melhoria da produtividade nos últimos anos, o que levou a um declínio gradual nos custos produção e, portanto, o preço do frango em comparação com outras carnes (COSTA *et al.*, 2015).

A avicultura é uma das atividades mais importantes da sociedade brasileira pela geração de renda e empregos diretos e indiretos que proporciona. O fornecimento de empregos pela indústria de processamento das aves é um dos pontos fortes do setor. De acordo com o Relatório Anual de Informações Sociais (RAIS), o número de vagas no abate e processamento de carne de frango gira em torno de 150 mil. Da mesma maneira, mais de 90 mil pessoas são empregadas na produção primária de frangos (MIELE *et al.*, 2021).

Há quatro décadas, a cadeia de frangos de corte estava direcionada a

pequenas propriedades rurais e a produção comercializada diretamente a açougues. No período de 1970 ocorreram modificações e avanços tecnológicos na estrutura produtiva, ressaltando-se redução no tempo dos lotes, avanço na seleção de linhagens, uso de equipamentos com maior tecnologia e novos métodos de manejo das aves, promovendo ganhos significativos na produtividade (ESPÍNDOLA, 2012; SANTOS, 2014).

De acordo com a Embrapa Suínos e Aves (2013), a partir da década de 1990, a cadeia produtiva de frangos de corte se estendeu também à instalação de equipamentos modernizados, expressando preocupação com a diminuição da força de trabalho e o bem-estar animal. Essas características tornaram-se mais importantes com o aumento das exigências sanitárias, tanto nacional quanto internacional, e com novas regulamentações voltadas à preservação do meio ambiente.

A conquista do mercado externo foi acompanhada da comprovação da qualidade sanitária dos produtos. Por outro lado, o aumento da renda da população brasileira levou a um aumento no consumo de produtos nacionais (EMBRAPA, 2013). A avicultura posicionou o Brasil em destaque no mundo principalmente pela organização do setor, uso de tecnologia e capacitância de gestão, que têm sido exemplos de sucesso para outras cadeias de carnes (EMBRAPA, 2018).

Este aumento na produtividade se deve em grande parte aos avanços na genética, nutrição, saúde e manejo que compõem a avicultura moderna. Contudo, à medida que a produção avícola vem aumentando, o nível de impacto negativo no meio ambiente também aumenta com o volume de dejetos eliminados nas granjas e a quantidade de resíduos eliminados no abate e industrialização. Atualmente os produtores rurais precisam equilibrar produtividade e conservação ambiental. Um manejo ecologicamente correto dos dejetos de aves exige investimentos dos produtores, desse modo, requer maiores estudos sobre a qualidade dos resíduos e destinação ambientalmente correta desse subproduto (STAUB *et al.*, 2017).

2.2. Manejo e características da cama de aviário

É considerada cama de aviário todo material disperso sob o piso dos aviários para servir como leito às aves. Consiste em uma mistura de excreções, constituída por material absorvente (serragem, cascas de arroz, maravalha, fenos de gramíneas etc.) utilizado para absorver a umidade das excreções juntamente com penas, restos de rações que caem dos comedouros e descamações de pele, além de proteger as

aves das oscilações de temperatura e contribuir na melhoria do bem-estar animal (VIRTUOSO *et al.*, 2015).

Existem vários materiais que podem ser usados como cama de aviário. O produtor rural seleciona o material que mais lhe for conveniente, e o que não apresenta influência ao desenvolvimento do animal. Além disto, devem ser considerados os custos do material, que variam de acordo com a região (ROSSETTO *et al.*, 2021). O material de cama mais recomendado é a maravalha devido ao seu bom desempenho em termos de bem-estar das aves, além da alta capacidade de absorção e secagem, facilidade de manuseio e bom estado microbiológico (GARCIA; PAZ; CALDARA; 2011).

Como pode ser observado na Tabela 1, o desempenho zootécnico não sofreu influência pelos materiais de cama utilizados (BRITO *et al.*, 2016). Os autores não observaram diferenças significativas para rendimento de carcaça, coração, moela e fígado em animais criados sob diferentes camas.

Tabela 1. Desempenho zootécnico de frangos criados sob diferentes materiais utilizados como cama em aviários.

Material	Peso corporal (g)	Consumo de ração (g)	Conversão Alimentar
Maravalha	2370,80	4254,10	2,01
Feno de capim elefante	2264,50	4217,70	2,11
Casca de arroz	2381,20	4291,60	2,03

Fonte: Adaptado de BRITO *et al.* (2016).

A cama de aviário é reaproveitada em vários lotes, sendo economicamente viável. No entanto, o reaproveitamento em lotes sucessivos dificulta a desinfecção do ambiente modificando a qualidade microbiológica do sistema de produção. O reaproveitamento consiste na utilização de um substrato durante vários ciclos reprodutivos, e tem sido uma importante alternativa de superar as dificuldades de obtenção dos materiais necessários para cobrir o piso do aviário (STAUB *et al.*, 2017).

Para que o uso da cama seja sustentável, é necessária a realização da fermentação da cama a fim de reduzir a carga microbiológica de acordo com as exigências internacionais, otimizando seu uso e permitindo o bom desempenho do lote para exportação. A reutilização da cama é possível, reduzindo o impacto ambiental do acúmulo desses dejetos, além de favorecer áreas onde há escassez do material absorvente ou dificuldade em comercializar a cama após o lote (STAUB *et al.*, 2017).

Segundo a EMBRAPA (2018), a fermentação plana é um método de tratamento nacional, no qual a cama é recoberta por uma lona e fica em fermentação por 12 dias. Após esse tempo, a lona pode ser retirada e a cama exposta ao ar por mais dois dias. Esse período é o tempo necessário para a dispersão da amônia e a redução da umidade. Pesquisas demonstraram que esse método é bastante eficaz no controle de patógenos como o vírus da Doença de Gumboro, no tratamento da *Salmonella Enteritidis* e enterobactérias. Com a utilização deste método é possível reutilizar a mesma cama em vários lotes.

Há também outro método para realização da cama chamado de fermentação em leiras, onde a cama é enrolada no centro do aviário e coberta com lona em toda sua extensão, deixando-a coberta por 10 a 12 dias para reduzir significativamente o número de patógenos e, em seguida, fazer a realocação da cama no aviário (PALHARES *et al.*, 2011).

O uso de calcário, ou cal, também pode ajudar na redução de microrganismos residuais ou suprimir patógenos, controlando os riscos microbiológicos no reuso da cama, o que mantém a saúde das aves e a segurança alimentar (VAZ *et al.*, 2019).

Há uma grande dúvida quanto ao período ou número de lotes em que seria possível reaproveitar a mesma cama (STAUB *et al.*, 2017). Segundo Lien *et al.* (1992) e Virtuoso *et al.* (2015), a cama pode ser reutilizada por um período variável de até seis lotes seguidos, sem diferenças significativas na mortalidade, ganho de peso, consumo alimentar, eficiência alimentar e qualidade de abate. Estudos apontam que as camas reutilizadas têm se mostrado não prejudiciais às aves, pois os lotes apresentaram uma frequência menor de problemas de sanidade, mortalidade mais baixa, índices de maiores produtividades e, em muitos casos, desempenhos semelhantes ou superiores ao lote criado com material novo da cama.

O confinamento do sistema avícola dominante, isto é, com altas densidades, gera um volume significativo de resíduos que polui o meio ambiente com excreção excessiva de nitrogênio, fósforo e micronutrientes como o zinco e cobre. Atualmente, a principal preocupação dos pesquisadores e produtores é o tratamento e o destino adequado para estes resíduos. O modo mais utilizado para minimizar este problema é empregar as camas saturadas de esterco como fertilizante orgânico na agricultura (STAUB *et al.*, 2017).

No passado, era comum o uso da cama como ração para ruminantes, mas desde a proibição de seu uso como complemento à ração animal, a principal preocupação da avicultura brasileira é a destinação. A destinação final da cama de

frango ocorre principalmente no solo como fertilizante, auxiliando a cultura por apresentar altos teores de nutrientes para as plantas, além de ser um destino mais prático e econômico devido ao seu baixo custo (ABDALA *et al.*, 2012).

A composição dos dejetos de aves é altamente variável e pode depender de vários fatores, incluindo: a quantidade de material originalmente adicionado, a alimentação fornecida aos animais, o número de lotes, armazenamento, rotação ao longo do tempo e novos lotes de entrada e saída de animais (RONDON, 2008).

2.3. Uso de cama de aviário na agricultura

A adubação orgânica além de ser economicamente atrativa pelo baixo custo, também apresenta benefícios para as plantas e para o solo, proporciona maior quantidade de nutrientes e promove maior agregação de partículas, reduzindo assim a temperatura do solo. Os fertilizantes orgânicos são aplicados para fornecer matéria orgânica, permitindo assim a formação de uma melhor estrutura do solo, o que reduz perdas por escoamento superficial (SALLES *et al.*, 2017).

A adubação com cama de aves deve levar em consideração a necessidade da cultura e a velocidade de decomposição, liberação de nutrientes e suas concentrações. A maioria dos nutrientes que fazem parte dos compostos orgânicos devem ser mineralizados para serem disponibilizados às plantas (MASUNGA *et al.*, 2016).

No Brasil, diversos estudos têm sido realizados com a cama de aviário para diversos fins, além da caracterização físico-química do solo, como também para a aplicação como fertilizante e análise na produtividade de diversas culturas. Passos, Rezende e Carvalho (2014) avaliaram os efeitos da cama de aviário, esterco de curral e pó de carvão associados ou não a fertilizantes minerais NPK na cultura da soja e nas propriedades químicas do solo. Concluíram que houve acréscimo no índice de área foliar com a utilização da cama de aviário e o esterco de curral. Esse acréscimo foi superior à do resíduo de pó de carvão, representando uma estratégia de manejo atraente para aumentar a cobertura vegetal.

Blanco (2015) quantificou o efeito da aplicação da cama de aviário nos teores de macronutrientes nas folhas da cultura da soja. Foram verificados acréscimos nos teores de P e K no solo quando comparados com a testemunha, indicando reflexo positivo da adubação orgânica. Os teores foliares de N, P e K dos tratamentos com a aplicação da cama de aviário apresentaram incremento significativo, resultando em

uma maior absorção de N e P pelas plantas. A produtividade dos grãos e o rendimento do óleo foram equivalentes utilizando a adubação orgânica e a mineral, demonstrando que a cama de aviário é eficaz em fornecer nutrientes para a cultura da soja.

Guimarães *et al.* (2016) avaliaram o desenvolvimento, a qualidade da cana-de-açúcar e os atributos químicos do solo em resposta à aplicação de diferentes níveis de adubação com cama de aviário. Verificou-se aumentos de P, K, Ca e Mg devido ao aumento do nível de adubação com a utilização da cama de frango e um aumento linear na produtividade da massa verde da cultura.

Schmidt e Knoblauch, (2020) quantificaram mudanças nas propriedades químicas do solo, eficiência do uso de nitrogênio e produtividade na cultura do arroz irrigado, após a adição da cama de aviário durante cinco anos. Foram relatados valores de pH antes da aplicação na faixa de 4,90 a 5,03. Após quatro anos houve queda no valor de pH do solo no tratamento onde foi aplicada cama de aviário. Os teores de K e Ca aumentaram significativamente. A adição da cama no solo para a cultura do arroz alterou suas propriedades químicas do solo, melhorando a fertilidade, mas não favoreceu a eficiência de utilização do nitrogênio pelas plantas.

Saldanha *et al.* (2021) avaliaram a utilização da cama de aviário como fertilizante no cultivo da alface. O CCF (composto da cama de frango) utilizado continha alta concentração de P, K e matéria orgânica, apontando uma potencial fonte de nutrientes. Houve resultados significativos no desenvolvimento da cultura, com a incorporação da cama do aviário no solo. Foi verificado também, aumento gradativo de valores de pH e teores de P, K, Ca e matéria orgânica no solo.

Na Tabela 2, são apresentadas as propriedades físico-químicas de camas de aviário utilizadas em alguns estudos.

Tabela 2. Composição de camas de aviário de diferentes estudos.

Parâmetros	Bratti (2013)	Passos <i>et al.</i> (2014)	Blanco (2015)	Guimarães <i>et al.</i> (2016)
pH	-	7,4	-	7,2
Carbono (%)	-	41,1	-	9,8
N total (%)	2,68	4,40	2,04	3,54
P ₂ O ₅ (%)	3,23	1,95	1,82	2,73
K ₂ O (%)	1,72	4,46	2,65	3,57
Cálcio (%)	3,60	3,10	3,16	2,39
Magnésio (%)	1,33	1,15	0,66	0,71
Sódio (%)	-	0,45	0,63	0,50
Ferro (mg kg ⁻¹)	270,18	2324,0	8800,0	2134
Zinco (mg kg ⁻¹)	732,88	624,0	300,0	530

Adaptado de BRATTI, (2013); PASSOS *et al.* (2014); BLANCO (2015) e GUIMARÃES *et al.* (2016).

2.4. Mineralização da cama de aviário no solo

A adubação do solo pode ser feita com fertilizantes inorgânicos ou orgânicos, como a cama de aviário e outros resíduos da atividade agropecuária. Os fertilizantes orgânicos apresentam diversas vantagens quando comparados com os inorgânicos, sobretudo, por aumentar o acúmulo total de carbono orgânico e de nitrogênio. Uma parte dos elementos contidos nos fertilizantes orgânicos não está prontamente disponível para as plantas no momento da adubação, mas ao longo dos estádios da de desenvolvimento da cultura. Os nutrientes tornam-se disponíveis através da decomposição da matéria orgânica, o que resulta em menor perda de nutrientes por lixiviação ou volatilização. A biomassa microbiana do solo proporciona a decomposição da matéria orgânica, o que faz ocorrer a mineralização, que pode ter efeito imediato ou residual (RÓS *et al.*, 2013).

O processo de mineralização é feito pela maioria dos microrganismos aeróbios do solo que decompõem a matéria orgânica encontrada na cama de aviário. Neste processo, o N orgânico é alterado em forma de minerais, que são os nitritos (NO_2^-) e os nitratos (NO_3^-). A formação da amônia (NH_3) é a reação inversa, na qual o nitrogênio inorgânico é mobilizado para a forma orgânica (GATIBONI *et al.*, 2008).

A forma predominante de N inorgânico presente na cama de aviário é o íon amônio (NH_4^+), que é convertido em amônia (NH_3) pelo aumento do pH e umidade. Quando aplicado ao solo como adubação, o N pode ser transformado em nitrato (NO_3^-), que é umas das formas de absorção pelas plantas (GOULART *et al.*, 2015).

Quando o processo de mineralização ocorre, especialmente em resíduos orgânicos frescos, dióxido de carbono e formas minerais de nitrogênio, enxofre e ferro são liberados. Além disso, a liberação N mineral é favorecida se a relação C/N for baixa (GATIBONI *et al.*, 2008).

A relação C/N é o único parâmetro que apresenta associação significativa com a mineralização do N. A proporção ideal em um composto orgânico é de 25/1 a 35/1. Se a relação for superior (50:1), pode exigir mais tempo de maturação e a putrefação será difícil, pois haverá falta de N para os microrganismos decomporem o composto. Se a relação C/N for muito baixa (10:1), resultará perda de nitrogênio amoniacal por volatilização e, caso o composto não receba materiais ricos em carbono para ajustar a relação, o tempo de maturação será reduzido (RODRIGUES *et al.*, 2009; DAVID *et al.*, 2008).

A adubação orgânica é importante no fornecimento de nutrientes, que ocorre

com a mineralização. Além disso, pode aumentar o teor de matéria orgânica no solo, elevando assim a CTC, retenção de água, e a agregação física. Esta melhoria é mais importante em solos arenosos onde a estrutura física natural é muito frágil. A aplicação contínua de cama de aviário pode ser necessária para melhorar as propriedades químicas e físicas do solo (SILVA *et al.*, 2013).

De acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo, CQFS-RS/SC (2004), após a aplicação da cama de aviário a disponibilidade de N, P e K na primeira safra é de cerca de 50, 80 e 100 %, respectivamente. O restante do N e do P estarão disponíveis na segunda safra.

Andrade *et al.* (2015) avaliaram a caracterização do processo de mineralização do carbono em amostras de cama de frango e de respectivo biocarvão, além da determinação da capacidade de troca catiônica (CTC) e as taxas de mineralização do C nos solos tratados com estes materiais. A mineralização do carbono presente em compostos orgânicos na cama de frango, após aplicação, caracterizou no período inicial fluxos mais intensos de C-CO₂ e redução desses fluxos com o tempo. As taxas de mineralização do carbono da cama de frango (49,7 %) evidenciam a recalcitrância de carbono nos compostos orgânicos após a decomposição e a CTC do solo foi aumentada usando o biocarvão, com ganhos em carbono. No entanto, a carga por unidade de carbono no solo com o uso do biocarvão foi inferior à de cargas no solo utilizando a cama de aviário.

Hirzel *et al.* (2010) compararam o efeito de duas taxas de adubação com cama de frango e mineral na mineralização de N e disponibilidade de P, K, Zn e Cu, no sul do Chile. Foi verificado que a cama de aviário aplicada forneceu N, P e K quantitativamente semelhante ao adubo mineral. No entanto, as taxas de mineralização de N foram maiores (61,5 %) com os dois tratamentos com cama de frango do que com adubo mineral (23 %). A cama de aviário foi associada à alta disponibilidade de N antes do início da incubação e ligeira imobilização durante a primeira semana, talvez devido a uma conversão mais rápida da ureia (mineral). O teor de P no início e no final do período de incubação foi geralmente maior com a aplicação da cama de aviário do que com o mineral.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. *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 agrônômicos 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 mineralizações de camas de aviários em dois solos distintos, sendo um argiloso e outro arenoso.



Figura 1. Esquema das etapas do experimento.

3.1.1. 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 3). As três microrregiões constituem uma das três áreas de maior importância econômica do estado do Paraná, como destaca o mapeamento do IPARDES (NASCIMENTO *et al.*, 2009).

Tabela 3. Mesorregião Oeste do Paraná – Municípios e suas respectivas microrregiões.

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. Iguatu
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 Departamento de Economia Rural (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.

3.1.2. Etapa 2: Caracterização de camas de aviário produzidas no Oeste do Paraná

Foram coletadas 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 passadas por elas variaram 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 *et al.* (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.

3.1.2.1. Determinação dos teores de nitrogênio e fósforo

Para extração foram pesadas 0,1 g de amostra, adicionado 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.

Determinação do teor de nitrogênio: 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 em espectrofotômetro UV-Vis em 697 nm.

Determinação do teor 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 formação do complexo e realizada a leitura em espectrofotômetro de UV-Vis em 660 nm.

3.1.2.2. Determinação dos teores de potássio

Para extração 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 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 cem camas de aviário de frangos de corte da região Oeste do Paraná, com laboratório de análises agronômicas particular de Cascavel, no entanto, sem informações em quantos lotes de frangos elas foram utilizadas.

3.1.3. Etapa 3: Teste de incubação de cama de aviário em solos

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 por questões sanitárias. Ela apresentou a seguinte composição química: N = 11,3 g kg⁻¹; P = 15,5 g kg⁻¹; K = 35,2 g kg⁻¹; Ca = 35,6 g kg⁻¹; Mg = 12,8 g kg⁻¹; C = 70 g kg⁻¹.



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

O teste de incubação foi conduzido no laboratório de solos do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR- PARANÁ) em Santa Tereza do Oeste. Foram utilizadas amostras de um Latossolo Vermelho Distroférico, área de mata do IDR- PARANÁ (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 4.

Tabela 4. 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	4,5	31,2	0,41	3,0	2,50	0,40	8,28	2,5	37,2
Arenoso	4,3	9,9	0,21	1,2	1,80	0,30	4,28	28,6	32,7

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 2x5, 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).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Geração de cama de aviário na Região Oeste do Paraná

A geração de resíduo aviário de frango de corte, especificamente a cama de aviário, da Região Oeste do Paraná foi disponibilizada pelo Departamento de Economia Rural (DERAL). 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.

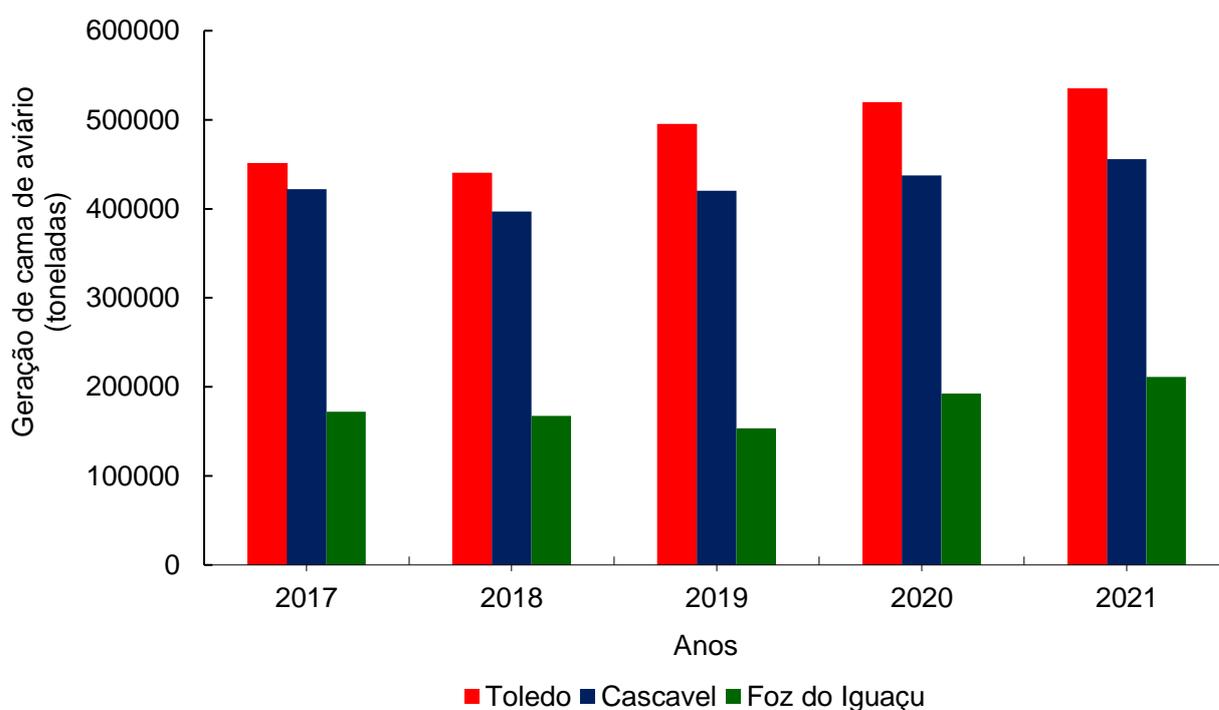


Figura 3. Quantidade de cama de aviário gerada nos anos 2017, 2018, 2019, 2020 e 2021, em toneladas, na produção de frangos de corte nas macrorregiões do Oeste do Paraná.

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 Oeste, em média, 1.080.450,0 t de cama de aviário ao ano. A região de Toledo é a que mais produziu cama de aviário no Oeste do Paraná, seguida por Cascavel.

Anualmente são geradas aproximadamente um milhão de toneladas de cama de aviário, somente na região Oeste do Paraná, apresentando seríssimo desafio

ambiental. Devido a este resíduo ser produzido em larga escala, pesquisadores convergem cada vez mais para uma solução, utilizar a cama de aviário para adubação.

O Brasil importa grande parte dos fertilizantes minerais. 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 comerciais e o aumento da poluição ambiental tornam o uso de resíduos orgânicos na agricultura uma opção atraente, do ponto de vista econômico, 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, comparando com a adubação mineral conforme Metzner *et al.* (2015).

4.2. Caracterização físico-química das camas de aviários

Na Tabela 5 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 e na Tabela 6 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 cem 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.

Tabela 5. 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	Coeficiente 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 25 amostras; de 13 a 18 lotes foram analisadas 20 amostras.

Tabela 6. 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
Coeficiente de Variação (%)	18,63	24,29	23,05

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

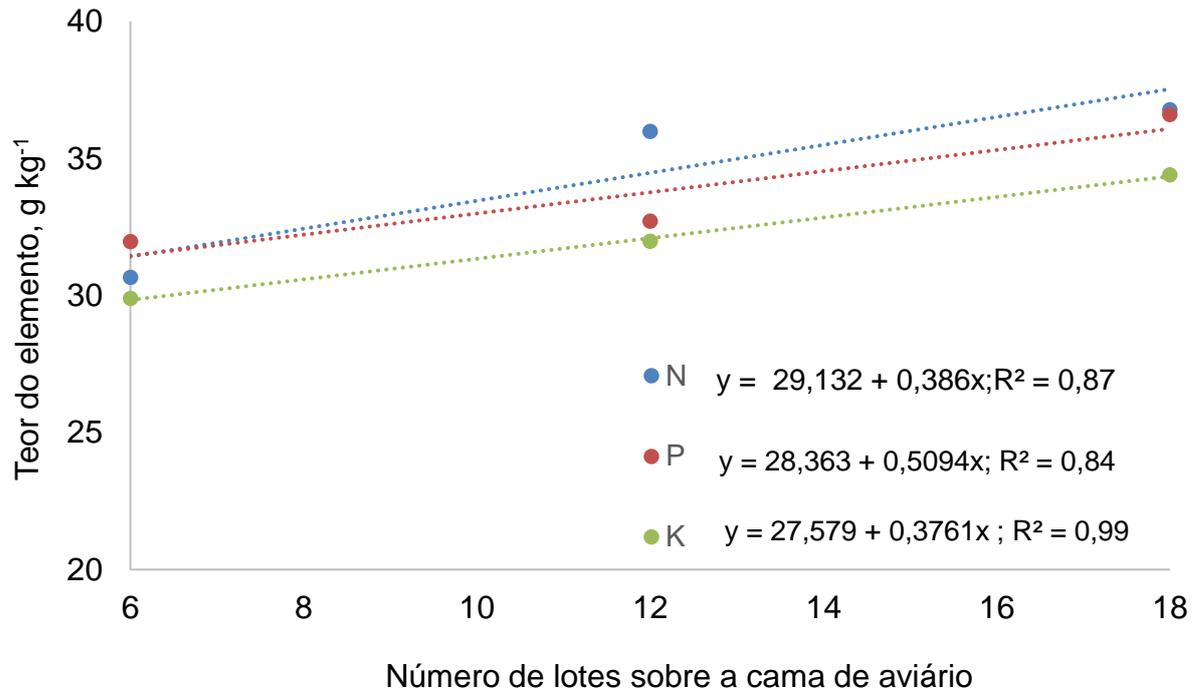


Figura 4. Teores de N, P e K em camas de aviário de frangos de corte coletadas na região Oeste do Paraná.

Estes resultados corroboram aos encontrados por Avila (2007) e Thomazini *et al.* (2022), os quais apresentaram um aumento no decorrer da reutilização das camas, 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 $29,89 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 , de 7 a 12 lotes uma média de $31,98 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 e de 13 a 18 lotes uma média de $34,40 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 . A média geral foi de $31,59 \text{ g kg}^{-1}$ de P_2O_5 (Tabela 5), ficando um pouco abaixo dos valores encontrados nas análises laboratoriais (Tabela 6) e acima dos valores encontrados por NEPAR-SBCS (2019).

Com relação as 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 1 a 6 foi de $31,97 \text{ g kg}^{-1}$ de K_2O , de 7 a 12 lotes foi de $32,72 \text{ g kg}^{-1}$ de K_2O e de 13 a 18 lotes de $36,60 \text{ g kg}^{-1}$ de K_2O . A média geral foi de $33,1 \text{ g kg}^{-1}$ de K_2O , ficando muito próximo aos valores encontrados nas análises laboratoriais (Tabela 6) e aos valores

encontrados por NEPAR-SBCS (2019).

Estes resultados concordam com os obtidos por Girotto (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 melhor acúmulo dos teores de nitrogênio, potássio e fósforo (Figura 4). Os valores obtidos para fósforo concordam com os observados por Ávila (2007), que também observou aumento no teor de fósforo com o reaproveitamento da cama de frango para lotes de 1 a 6.

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 Fukayma (2008), que concluiu que, quanto maior o número de reaproveitamentos, maior 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, P_2O_5 e K_2O 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 P_2O_5 e 34131 t de K_2O .

4.3. Teste de incubação em solos com texturas diferentes

A cama de aviário aplicada tanto no solo arenoso quanto no solo argiloso promoveram 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.

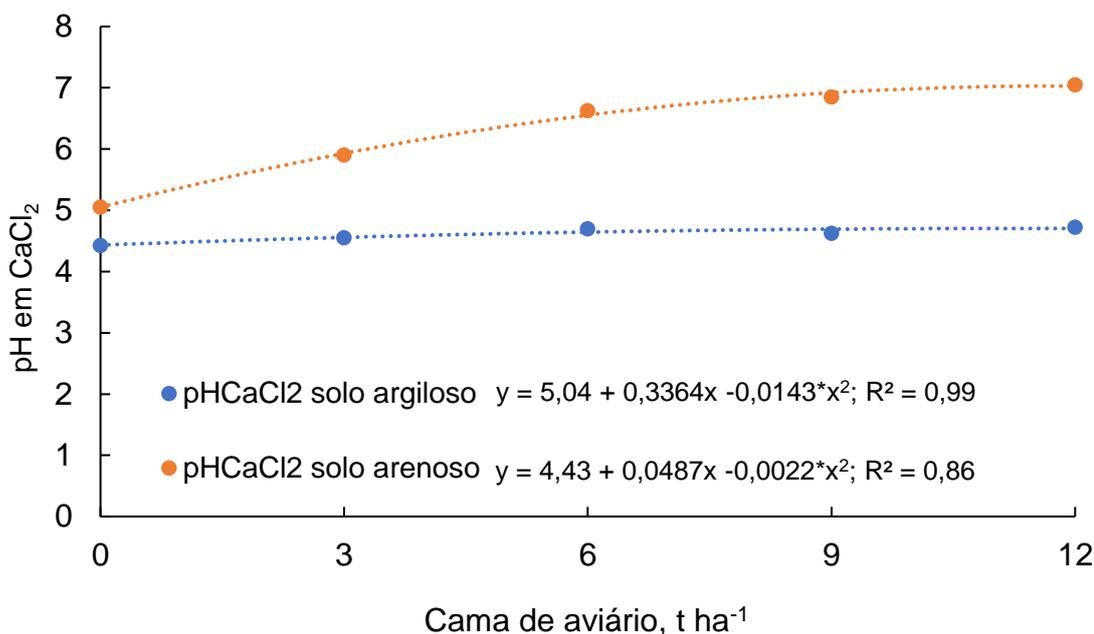


Figura 5. pH em CaCl₂ de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

No tratamento testemunha (sem cama de aviário), o valor mínimo de pH CaCl₂ foi 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 CaCl₂, 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 (Ca(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 *et al.*, 2008) na neutralização da toxicidade do alumínio (ZAMBROSI *et al.*, 2008) e aumento da saturação por bases (SORATTO, 2008).

Schalleberger *et al.* (2019) e Carvalho (2011), 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 alternaram de 5,5 a 5,6. No entanto, Ribeiro (2021) em um experimento com adubação de um Latossolo Vermelho Distroférico, verificou que os valores 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 correu 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.

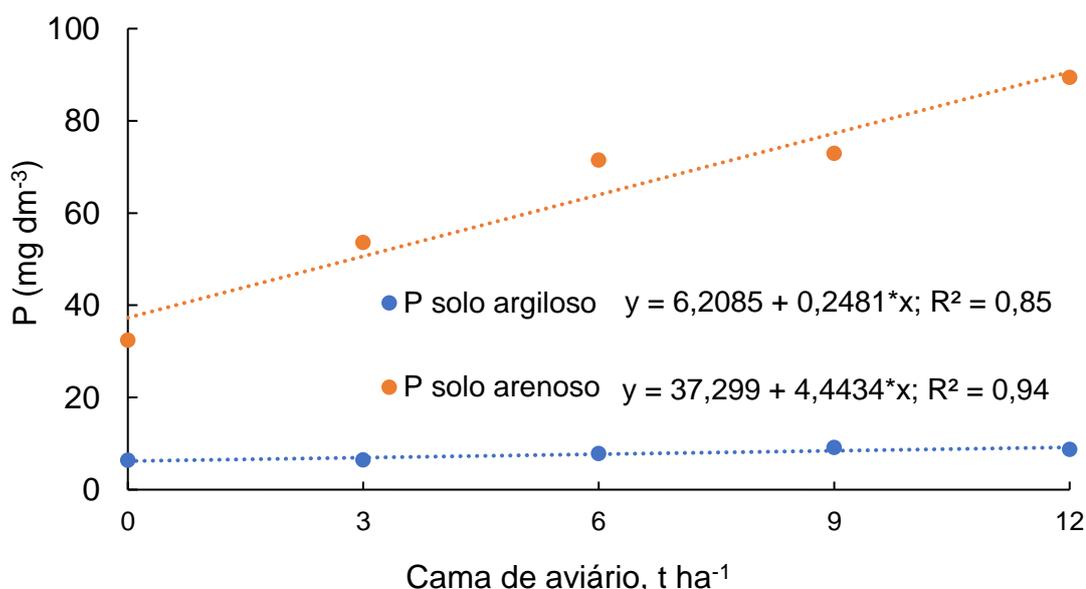


Figura 6. Teores de fósforo de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Os teores de P elevaram de 6 mg dm⁻³ para 8,74 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 mg dm⁻³ para 89,40 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 apresenta 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 colóides do solo. Segundo Klein (2014), quanto menor teor de argila presente no solo, menor a sua adsorção e maior sua quantidade na solução do solo.

Machado *et al.* (2011) avaliando doses de fosfato monoamônico também constataram que solo arenoso apresentou maior disponibilidade de P em função da dose ao longo do tempo. Nos solos argilosos e de textura média, a disponibilidade de P diminuiu em todas as doses aplicadas ao longo do tempo devido à sua adsorção aos colóides do solo.

Costa *et al.* (2006), destacam em razão do fator de capacidade dos solos argilosos ser alto, apresentou pequenas variações de P na solução do solo, alcançadas pela aplicação de doses muito altas de P. O maior aumento do fluxo difusivo ocorreu em solos mais arenosos, à medida que as doses de P foram aumentadas, comparado com os menores acréscimos nos solos argilosos, apesar de receber doses muito maiores, apresentou pequenas alterações nos teores de P com altas doses desse elemento aplicadas em solos argilosos.

No estudo realizado por Falcão e Silva (2004), foi observado que a sorção de fósforo em solos arenosos é menor do que em solos com maior teor de argila, sendo que a capacidade de sorção de fósforo apresentou correlação positiva com o teor de argila.

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.

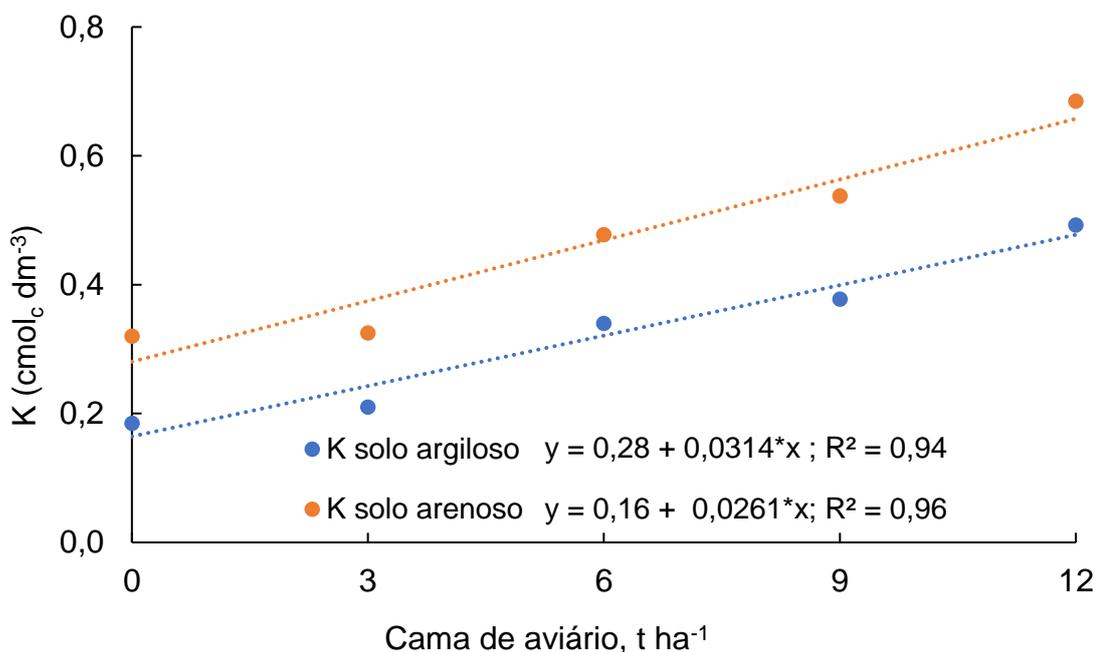


Figura 7. Teores de potássio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Os teores iniciais de K no solo argiloso (0,19 cmol_c dm⁻³) e no arenoso (0,32 cmol_c 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 alto 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 *et al.* (2008).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos nos teores de K, corroborando com Magro (2010) que, trabalhando com doses de composto orgânico em solo de textura arenosa, relatou aumento linear no teor deste nutriente no solo; e Moura (2022), que relatou que a aplicação de cama de aviário proporcionou aumento nos teores de K de forma linear, variando de 0,23 a 0,83 cmol_c dm⁻³, entre o tratamento testemunha e a dose de 12 t ha⁻¹ de cama de aviário.

Andreola *et al.* (2000) também comprovaram que a adubação com esterco de frango acumulou maior quantidade desse nutriente no solo em relação à adubação mineral. Carvalho *et al.* (2011) também observaram efeito linear das doses de cama de frango sobre os teores de potássio no solo.

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).

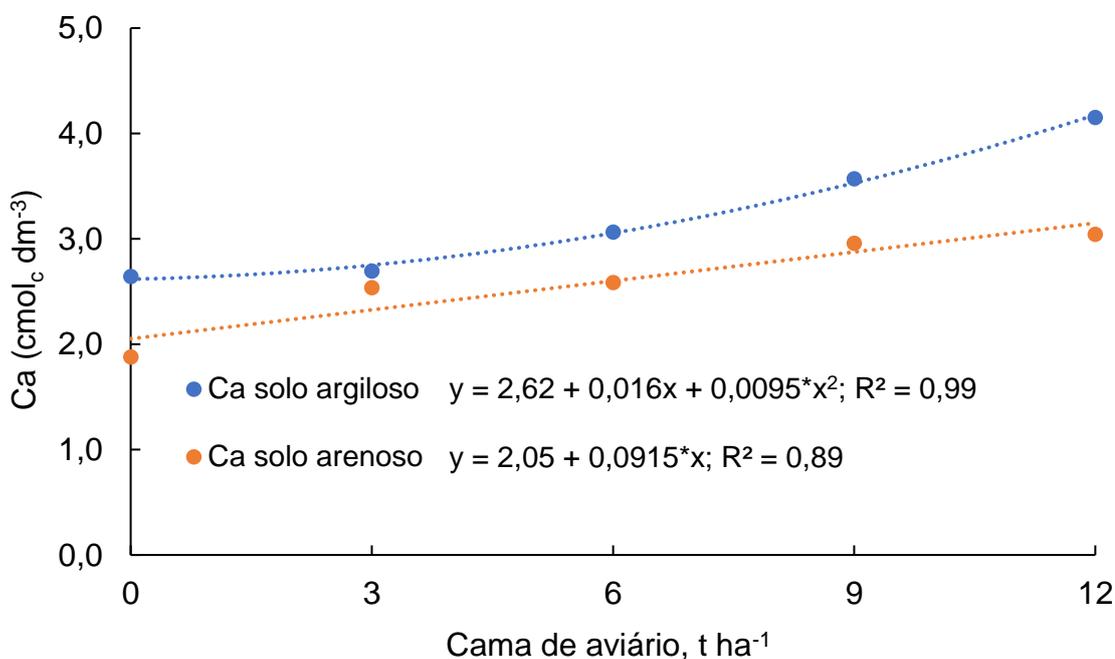


Figura 8. Teores de cálcio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

Os teores de Ca se elevaram de 2,64 para 4,15 cmol_c dm⁻³ no solo argiloso, e no solo arenoso de 1,88 para 3,04 cmol_c dm⁻³, com um aumento de 57 % e 62 % respectivamente. Os teores de Mg aumentaram de 0,85 para 1,9 cmol_c dm⁻³ (124 %) no solo argiloso e de 0,51 para 0,89 cmol_c 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 ocorreu aumento da dose de cama de aviário utilizada.

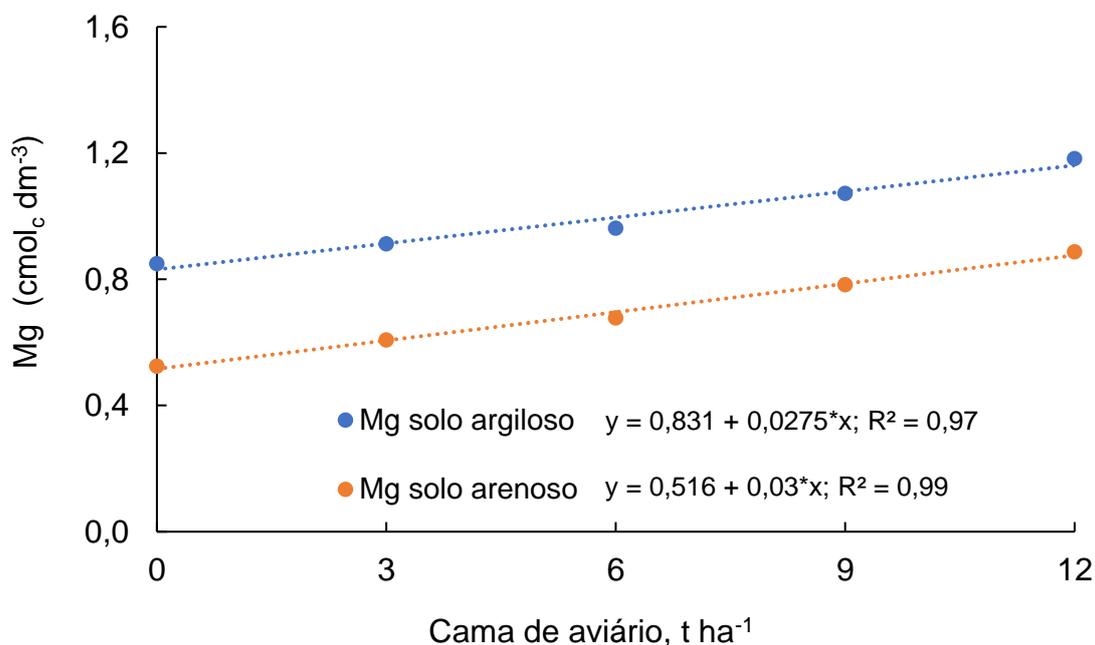


Figura 9. Teores de magnésio de solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

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

Schalleberger *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 *et al.* (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 Mg no solo. O Mg aumentou linearmente com as doses de calcário, com os teores variando entre 2,81 a 4,17 cmol_c dm⁻³ e 2,44 a 4,36 cmol_c 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). Vargas e Marques (2017) verificaram a mesma tendência em dois tipos de solos em função da aplicação de doses de calcário.

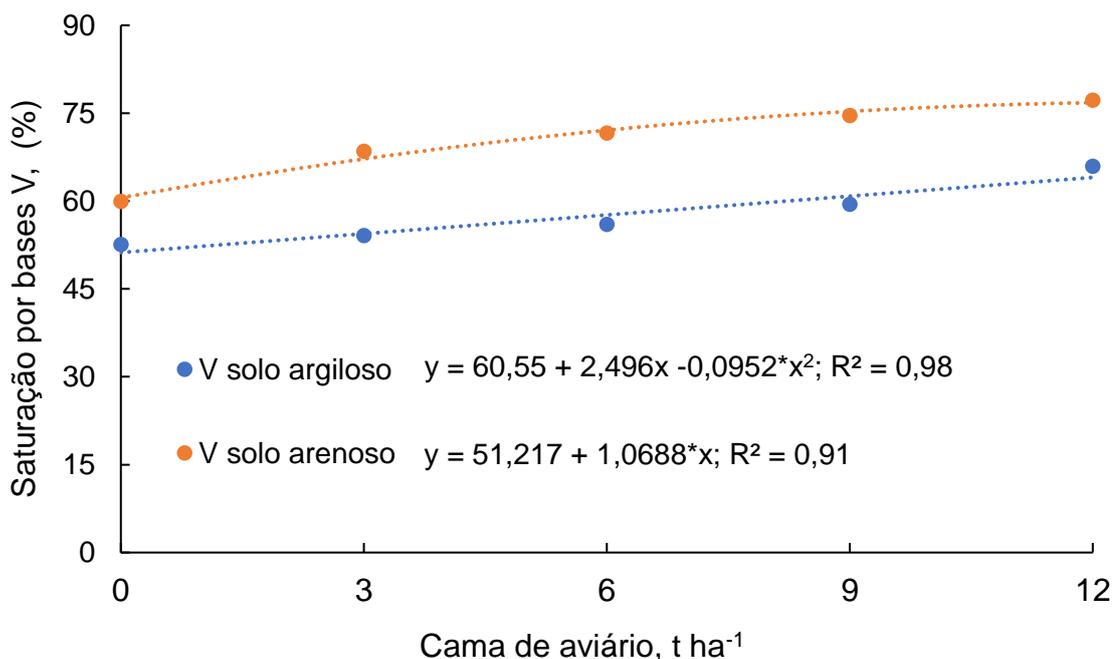


Figura 10. Saturação por bases em solos de diferentes texturas em função da incubação com doses de cama de aviário. Santa Tereza do Oeste, PR, 2023.

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. 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 (Figura 10). A dose de 6 t ha⁻¹ de cama de aviário aplicada no solo atingiria a saturação por bases ideal de 70 %.

Pinto *et al.* (2012) destacaram que a saturação por bases foi influenciada pela aplicação de cama de peru, aumentando seus valores ao aumentar a dose aplicada, mostrando um aumento de bases trocáveis, o que é favorecido pela cama, pois a disponibilidade dessas bases aumenta.

5. CONCLUSÕES

A geração de cama de aviário é elevada na Região Oeste do Paraná, sendo assim, um grande potencial agronômico, podendo beneficiar em aspectos agronômicos, econômicos e redução à 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.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALA, D. B., GHOSH, A. K., DA SILVA, I. R., DE NOVAIS, R. F., e VENEGAS, V. H. A. Phosphorus saturation of a tropical soil and related P leaching caused by poultry litter addition. **Agriculture, ecosystems e environment**, v. 162, p. 15-23, 2012.

ABPA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL). **Relatório Anual 2022**. São Paulo: 2022. 44-56p.

ANDRADE, C. A.; BIBAR, M. P. S.; COSCIONE, A. R.; PIRES, A. M. M.; SOARES, A. G. Mineralização e efeitos de biocarvão de cama de frango sobre a capacidade de troca catiônica do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.50, n.5, p.407-416, 2015.

ANDREOLA, F., COSTA, L. M., MENDONÇA, E. S., OLSZEWSKI, N. Propriedades químicas de uma Terra Roxa Estruturada influenciada pela cobertura vegetal de inverno e pela adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 609-620, 2000.

AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, A. P.; BRUM, P. A. R.; OLIVEIRA, U. **Valor Agronômico da Cama de Frangos após Reutilização por Vários Lotes Consecutivos Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, 2007. 4p. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 466).

BARATTO, N. L. B.; BONE, Y. C.; NYSTROM, J. M.; BARATTO, P. F. B.; FUCHS, J. P. S. Calagem e Gessagem dos solos: uma revisão da literatura. **Jornada de Pesquisa**, v. 7, n. 7, p. 1-11, 2021.

BAMBOLIM, A.; CAIONE, G.; SOUZA, N. F.; SEBEN-JUNIOR, G. F.; FERBONINK, G. F. Calcário líquido e calcário convencional na correção do solo. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 3, p. 34-38, 2015.

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

BLANCO, I. B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia na Agricultura) – UNIOESTE, Campus Cascavel, 2015.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3 ed. **Porto Alegre: Bookman**, 2013. 790p.

BRATTI, F. C. **Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, 2013.

BRITO, D. A. P.1; BRITO, D. R. B.; GOMES, A. M. N.; CUNHA, A. S.; SILVA FILHO, U. A.; PINHEIRO, A. A. Desempenho produtivo e rendimento de carcaça de frangos criados em diferentes materiais de cama aviária. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, n.2, p. 192-197 abr./ jun. 2016.

CARVALHO, R. E.; REZENDE, P. M.; ANDRADE, M. J. B.; PASSOS, A. M. A.; OLIVEIRA, J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes do solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, 2011.

COSTA, J. P. V.; BARROS, N. F.; AKBUQUERQUE, A. W.; FILHO, G. M.; SANTOS, J. R. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade de solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n. 4, 2006.

COSTA, L. S.; GARCIA, L. A. F.; BRENE, P. R. A. Panorama do setor de frango de corte no Brasil e a participação da indústria avícola paranaense no complexo dado seu alto grau de competitividade. **IV International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability**. São Paulo – SP, 2015. 3p.

CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre, RS: SBSC/ Núcleo Regional Sul; Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, p. 394, 2004.

DAVID, M. A.; MENDONÇA, V.; REIS, L.; SILVA, E. A.; TOSTA, M. S.; FREIRE, P.A. Efeito de doses de superfosfato simples e de matéria orgânica sobre o crescimento de mudas de maracujazeiro ‘amarelo’. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, p. 147-152, 2008.

DERAL, **Departamento de Economia Rural**. Disponível em: <<https://www.agricultura.pr.gov.br/Pagina/Departamento-de-Economia-Rural-Deral>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2023.

EMBRAPA. **Embrapa valida técnica que inativa vírus na cama de frango reutilizada**, 2018. Disponível em:<<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/34417763/embrapa-valida--tecnica-que-inativa-virus-na-cama-de-frango-reutilizada#:~:text=O%20procedimento-,A%20ferenta%C3%A7%C3%A3o%20plana%20consiste%20na%20umidifica%C3%A7%C3%A3o%20>>. Acesso em: 25. jun 2022.

EMBRAPA SUÍNOS E AVES, **2013**. Disponível em: <www.cnpsa.embrapa.br>. Acesso em: 25 jun. 2022.

ESPÍNDOLA, C. J. Trajetórias do progresso técnico na cadeia produtiva de carne de frango do Brasil. **Revista Geosul**, v. 27, n. 53, p. 89-113, jan./jul. 2012.

FALCÃO, N. P. S.; SILVA, J. R. A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta amazônica**, v. 34, p. 337-342, 2004.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista - UNESP, 2008.

GARCIA, R. G; PAZ, I. C. L. A.; CALDARA, F. R. Papel da cama na produção e bem-estar de frangos de corte. **Revista Avisitte**, v. 47, p. 46- 50, 2011.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1085-1091, 2008.

GIROTTI, A. F.; ÁVILA, V. S. Cama de aviário: análise econômica de materiais alternativos. **Concórdia: Embrapa Suínos e Aves**, p. 4, 2003.

GOULART, E. C.; RIBEIRO, M. C.; LIMA, L. M. de.; RODRIGUES, B. M. A.; Uso de cama de aves na adubação da cultura do milho. **Enciclopédia conhecer, Centro Científico Conhecer – Goiânia**, v. 11, n. 22, p. 2724-2748, 2015.

GUIMARÃES, G.; LANA, R. P.; REI, R. S.; VELOSO, C. M.; SOUSA, M. R.; RODRIGUES, R. C.; CAMPOS, S. A. Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.17, n.4, p.617-625, 2016.

HIRZEL, J.; UNDURRAGA, P.; WALTER, I. Nitrogen mineralization and released nutrients in a volcanic soil amended with poultry litter. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 70, n.1, p. 113-121, 2010.

INSTITUTO PARANAENSE DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL. **Anuário Estatístico do Estado do Paraná**. Curitiba, PR: IPARDES, p.12-13, 2006.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Universidade de Passo Fundo, ed. 3, 2014. 263 p.

LIEN, R. J.; CONNER, D. E.; BILGILI, S. F. The use of recycled paper chips as litter material for rearing broiler chickens. **Poultry Science**, v. 71, n. 1, p. 81-87, 1992.

MACHADO, J. V.; SOUZA, E. H. C.; ANDRADE, B. B.; LANA, R. M. Q.; KORNDORFER, H. G. Curva de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato de monoamônio. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MAGRO F. O.; ARRUDA, N.; CASA, J.; SALATA, A. C.; CARDOSO, A. I. I.; FERNANDES, D. M. Doses de composto orgânico na produção e qualidade de sementes de brócolis. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 596-602 2010.

MAPA, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Relatório de Exportação vegetal**, 2018. Disponível em: <http://agricultura.gov.br/vegetal/exportação>.

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.

MASUNGA, R. H.; UZOKWE, V. N.; MLAY, P. D.; ODEH, I.; SINGH, A.; BUCHAN, D.; NEVE, S. de. Dinâmica de mineralização de nitrogênio de diferentes aditivos orgânicos valiosos comumente usados na agricultura. **Applied Soil Ecology**, v.101, p.185-193, 2016.

METZNER, C. M.; BERTOLINI, G. R. F.; LEISMANN, E. L.; SCHMIDT, A. 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. EMBRAPA. Embrapa Suínos e Aves. **Estatísticas de Produção**, 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**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) UTFPR, 2022.

NASCIMENTO, W. C.; SCHROEDER, C. A. **Os desafios regionais da mesorregião geográfica Oeste do Paraná**. IV SIMPGEO - Simpósio Paranaense de Pós-Graduação em Geografia, Marechal Cândido Rondon, 2009.

NEPAR/SBCS. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2ª 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.

PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. **Manejo Ambiental na Avicultura**. Embrapa. Documentos 149. Versão eletrônico. Dezembro de 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/920466/1/manejoambientalnaavicultura.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2022.

PASSOS, A. M. A.; REZENDE, P. M. C.; CARVALHO, E.R. Cama de frango, esterco de curral e pó de carvão no estado nutricional da soja - **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer- GO**, v.10, n.19; p. 2014. Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/cama%20de%20frango.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2022.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. Soil microbiology and biochemistry. San Diego, **Academic Press**, 1996. 340p.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. F.; ZEMPULSKI, H. C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. **Revista Circular**, Londrina, Instituto Agrônômico do Paraná, 1992. 38p.

PINTO, F. A.; SANTOS, F.L.; TERRA, F.D.; RIBEIRO D.O.; SOUZA, R. R. J.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M. A. C.; PAULINO, H.B. Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.3, p.254-252, 2012.

RECK, A. B.; SCHULTZ, G. Aplicação da metodologia multicritério de apoio à decisão no relacionamento interorganizacional na cadeia da avicultura de corte. **Revista de Econômica e Sociologia Rural**, v. 54, n. 4, p. 709-728, 2016.

RIBEIRO, D. O. **Uso de cama de peru na adubação e efeito nas propriedades químicas e físicas de um Latossolo Vermelho Distroférrico**. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2021.

RODRIGUES, P. N. F.; ROLIM, M. M.; BEZERRA, N. E.; NETO, E.; PEDROSA, E. M. R.; OLIVEIRA, V. S. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 94-99, 2009.

ROGERI, D. A.; ERNANI, P. R.; LOURENÇO, K. S.; CASSOL, P.C.; GATIBONI, L. C. 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.

RÓS, A. B.; HIRATA, A. C. S.; NARITA, N. Produção de raízes de mandioca e propriedades química e física do solo em função de adubação com esterco de galinha. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, n.3, p.247-254, 2013.

ROSSETTO, J.; OELKE, C. A.; FRAGA, B. N.; OELKE, A. L.; RODRIGUES, D. F. Manejo da cama Aviária.In.: OELKE, C. A. **Suinocultura e Avicultura: do básico a zootecnia de precisão**, 1. ed. Guarujá: Editora Científica Digital, 2021. v. 1. 349p.

SALDANHA, C. F.; RIBEIRO, K. D. Eficácia do composto de cama de frango como adubo orgânico no cultivo do alface (*Lactuca sativa L.*) em ambiente protegido. **Sustentare**, v. 5, n. 1, p. 49-62, 2021.

SALLES, J. S.; STEINER, F.; ABAKER, J. E. P.; FERREIRA, T. S.; MARTINS, G. L. M. Resposta da rúcula à adubação orgânica com diferentes compostos orgânicos. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, n. 2, p. 35-40, 2017.

SANTOS, G. R. Cadeias Agroindustriais e Avicultura no Brasil: organização produtiva e upgrading por cooperativas. Documento Anual 2014. **Recursos Naturales y Desarrollo**. Red Subamericana de Economía Aplicada, 2014.

SCHALLEMBERGER, J. B; MATSUOKA, M.; PAVEGLIO, S. S.; LAZZARETTI, G.; IVANA BETTIO, I.; ROS, C. O. 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.

SCHMIDT, F.; KNOBLAUCH, R. Extended use of poultry manure as a nutrient source for floodirrigated rice crop. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.55, 2020.

STAUB, L., SOUZA, T. V.; TON, A. P. S. Management for reuse of avian bed. **Scientific Electronic Archives**, v. 10, n. 5., p.163-176, 2017.

SILVA, A. F.; OLIVEIRA, D. S.; SANTOS, A. P. G.; SANTANA, L. M. de; OLIVEIRA, A. P. D. de. Comportamento de variedade de mandioca submetidas a fertilização em comunidades dependentes de chuva no semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.8, n.3, p.221-235, 2013.

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.; 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, 174 p, 1995.

THOMAZINI, S. C. N.; SOUZA, J. A. R.; MOREIRA, D. A.; GONÇALVES, J. M. Reuse of composed poultry bed in the production and initial growth of eucalyptus seedlings. **Society and Development**, v. 11, n. 10, p. 1-12, 2022.

VARGAS, G. MARQUES, R. Crescimento e nutrição de angico e canafístula sob calagem e gessagem. **Florestae Ambiente**, v. 24, p. 1-10, 2017.

VAZ, C.; VOSS-RECH, D.; KRAMER, B.; ABREU, P.G. Cama de frango: influência do manejo de reuso entre lotes na persistência de Salmonella Heidelberg. **Avicultura Industrial**, v. 110, n. 08, p. 12-15, 2019.

VIOLÀ, M.; TRICHES, D. A. Cadeia de carne de frango: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2010. **Revista Teoria e Evidência Econômica**, v.21, n.44, 2015.

VIRTUOSO, M. C. S.; DIAS, L. N. S; FAGUNDES, P. S. F.; LEITE, P. R. de S. C. Reutilização da cama de frango. **Revista eletrônica Nutritime**, v.12, n. 2, p. 3964–3979, 2015.

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.