

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
AGRONOMIA

Daniel Parheita

**RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO  
SOLO EM DECORRÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA DE AVES EM  
PASTAGEM DE TIFTON 85**

São Miguel do Oeste – SC (2025)

Daniel Parheita

**RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO  
SOLO EM DECORRÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA DE AVES EM  
PASTAGEM DE TIFTON 85**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do  
Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto  
Federal de Santa Catarina como requisito  
parcial à obtenção do título de **Engenheiro  
Agrônomo**

Orientador

Douglas Antonio Rogeri

Coorientador

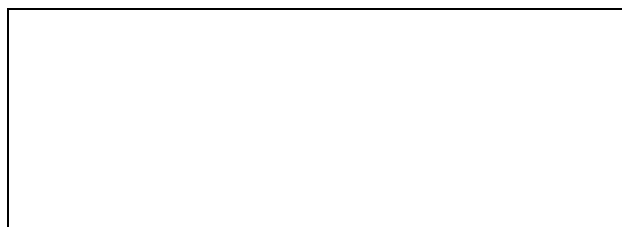
Alcione Miotto

São Miguel do Oeste

Daniel Parheita

**RECUPERAÇÃO DE NUTRIENTES E ATRIBUTOS QUÍMICOS DO SOLO EM  
DECORRÊNCIA DA APLICAÇÃO DE CAMA DE AVES EM PASTAGEM DE  
TIFTON 85**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por (Douglas Antonio Rogeri, Adinor José Capellesso e Odimar Zanuzo Zanardi) na data (15/02/2025), cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



Douglas Antonio Rogeri

Instituto Federal Santa Catarina - Campus São Miguel do Oeste

## RESUMO

O uso da cama de aves na adubação de pastagens é uma estratégia interessante para reduzir os custos na produção no Oeste Catarinense, o que exige embasamento técnico para garantir o uso eficiente de insumos e maximizar a produtividade. Objetivou-se com este estudo avaliar a produtividade, a recuperação aparente de nutrientes pela forragem e os atributos químicos do solo em diferentes profundidades ao longo do tempo, em decorrência da aplicação de cama de aves em pastagem de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) destinada a produção de feno. O experimento foi conduzido a campo por quatro anos, em um Nitossolo Vermelho, com tratamentos que consistiram na aplicação de cama de aves para suprir 0, 50, 100, 150 e 200% da demanda de N da cultura, visando uma produtividade forragem seca de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Adicionalmente, foram incluídos dois tratamentos com fertilizantes minerais: um totalmente mineral para suprir as mesmas quantidades de N, P e K do tratamento com cama de aves que atendia 100% da necessidade de N, e outro organomineral que supria 100%, sem excesso ou falta, da demanda de N, P e K, também com expectativa de produtividade em forragem seca de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Ao longo dos quatro anos, foram realizados 20 cortes da forragem, determinando-se a massa verde, a massa seca e os teores de N, P e K absorvidos em cada corte da cultura. Amostras de solo foram coletadas na instalação do experimento, após um ano de cultivo e ao término do estudo. Em cada amostra, foram avaliados os teores de P e K, além do pH e da acidez potencial (H+Al) do solo. Ao final, foi determinada a recuperação aparente de N, P e K, pela relação entre as quantidades aplicadas e as efetivamente absorvidas pela cultura. Os resultados mostraram que a produção de massa seca acumulada da Tifton 85 aumentou linearmente com as doses de cama de aves, porém as fontes minerais com equivalentes quantidades de N, P e K resultaram em maior produtividade da cultura. A recuperação aparente de N foi maior no tratamento exclusivamente mineral (ureia), enquanto a de P foi a menor entre os nutrientes, sem diferenças significativas entre as fontes. O K foi mais eficientemente recuperado pelas fontes mineral e organomineral, com taxas superiores a 100%, indicando extração dos estoques do solo. A cama de aves acumulou P e K no solo, principalmente nas camadas superficiais, enquanto as fontes minerais promoveram a depleção de K em profundidades abaixo de 5 cm. O aumento do pH do solo foi observado com a aplicação de cama de aves, ao contrário das fontes minerais, que tenderam a reduzi-lo. Os efeitos benéficos da cama de aves sobre os atributos do solo não são suficientes para igualar a produtividade obtida com fontes minerais, devido à menor eficiência de uso do nitrogênio orgânico. A combinação de cama de aves com fertilizantes minerais surge

como uma estratégia viável para otimizar o uso de nutrientes, evitar desequilíbrios e promover a sustentabilidade do sistema produtivo.

**Palavras-chave:** adubação orgânica, adubação organomineral, resíduos agropecuários.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Objetivo geral.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>7</b>
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Características da cama de aves.....</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Eficiência da adubação orgânica.....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 Mercado de fertilizantes no Brasil .....</b>	<b>11</b>
<b>3.4 Tifton 85 .....</b>	<b>12</b>
<b>4. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>17</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>29</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>30</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Vista aérea da área experimental ao término do estudo.....	13
FIGURA 2 - Tesoura de tosquia e quadro dimensionador ( 0,2 × 0,4 m) usados no corte da forragem .....	15
FIGURA 3 – Agitação de amostras para determinações de nutrientes e curva de P para calibração de espectrômetro para análise de P. discussão .....	17
FIGURA 4 - Rendimento acumulado de massa seca ( $Mg\ ha^{-1}$ ) de Tifton 85, ao longo de quatro anos de cultivo, em função de doses de N supridas por meio de cama de aves, uréia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420).....	18
FIGURA 5 - Quantidade acumulada ( $kg\ ha^{-1}$ ) de N absorvido pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função de doses de N, supridas por meio de doses anuais de cama de aves, uréia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420).....	19
FIGURA 6 - Recuperação aparente do nitrogênio (%) do total aplicado em cultivo de Tifton 85, após quatro anos de condução do estudo, em decorrência da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de ureia (MI 420) e organomineral (ureia + cama de aves – OM 420).....	20
FIGURA 7 - Quantidade acumulada de potássio ( $kg\ ha^{-1}$ de $K_2O$ ) absorvida pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo, em função das doses de $K_2O$ supridas anualmente por meio de doses cama de aves, cloreto de potássio (MI 420) e cama de aves + cloreto de potássio (OM 420).....	21
FIGURA 8 - Recuperação aparente (%) do potássio (K) aplicado na cultura do Tifton 85, após quatro anos de estudo, em função da aplicação de diferentes doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), cloreto de potássio (MI 420) e fertilizante organomineral (cloreto de potássio + cama de aves - OM 420).....	22
FIGURA 9 - Quantidade acumulada de fósforo ( $kg\ ha^{-1}$ de $P_2O_5$ ) absorvida pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função das quantidades de P supridas por	

meio de doses de cama de aves, super fosfato triplo (MI 420) e cama de aves combinada com fontes minerais (OM 420).....23

FIGURA 10 - Recuperação aparente (%) do fósforo do total aplicado em cultivo de Tifton 85, após quatro anos de estudo, em decorrência da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de superfosfato triplo (MI 420) e organomineral (cama de aves + fertilizantes minerais- OM 420).....24

FIGURA 11: Fósforo e potássio extraível após 12 e 48 meses de cultivo de tifton 85 em solo fertilizado com doses de nitrogênio aplicados na forma de cama de aves, fertilizante mineral e organomineral (cama de aves + fertilizante mineral). Linha tracejadas verticais indicam a condição inicial do solo.....27

FIGURA 12: pH em água, acidez potencial (H+Al) após 12 e 48 meses de cultivo de tifton 85 em solo fertilizado com doses de nitrogênio aplicados na forma de cama de aves, fertilizante mineral e organomineral (cama de aves + fertilizante mineral). Linha tracejadas verticais indicam a condição inicial do solo.....29

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 - Teores médios de matéria seca, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), cálcio ( $CaO$ ), magnésio ( $MgO$ ) e enxofre (S) em amostras de cama de aves coletadas no estado do Paraná.....	9
TABELA 2 - Quantidades de fertilizantes orgânicos (base seca) e minerais aplicados anualmente em função de cada tratamento.....	14

## 1. INTRODUÇÃO

A região Oeste de Santa Catarina destaca-se pela produção agrícola, principal atividade econômica da região, sendo o estado o segundo maior produtor de frangos do Brasil (EPAGRI, 2023). Conforme Giehl et al. (2020), embora a avicultura esteja presente em todas as regiões do Estado, a mesorregião Oeste Catarinense concentra aproximadamente 79,4% da produção total de frangos. A criação de aves de corte e postura é conduzida prioritariamente em aviários, em que os animais são mantidos em galpões durante todo o ciclo de desenvolvimento. Neste sistema há grande acúmulo de resíduos orgânicos, os quais devem retornar à natureza sem causar impactos ambientais.

Além da avicultura, a bovinocultura leiteira é uma das atividades mais relevantes para o setor agropecuário no Oeste de Santa Catarina, presente em grande parte das propriedades rurais da região. A produção de leite demanda um fornecimento contínuo de pastagens ao longo do ano, mas enfrenta desafios devido à sazonalidade da produção forrageira (Silva et al., 2021), especialmente durante os meses de inverno. Nesse período, a redução no crescimento das pastagens torna indispensável o armazenamento de alimentos, como feno e silagem, para garantir a nutrição dos rebanhos. Ademais, nos últimos anos, observa-se uma crescente adoção de sistemas de produção leiteira confinada, impulsionada pela busca por maior produtividade. Esses sistemas, no entanto, demandam grandes quantidades de alimentos conservados para atender às necessidades nutricionais do gado durante todo o ano.

O uso contínuo de áreas destinadas à produção de feno e silagem resulta em uma elevada extração de nutrientes contidos no material vegetal, diferentemente das áreas de pastejo, onde parte dos nutrientes é reciclada ao solo por meio das excretas dos animais. Essa dinâmica exige maior atenção na adubação dessas áreas para manter sua produtividade ao longo do tempo. Estudos destacam que práticas como a reposição adequada de nutrientes e o manejo integrado são essenciais para a sustentabilidade dos sistemas intensivos de produção forrageira (Fontaneli et al., 2020; Oliveira et al., 2019). Nesse contexto, a integração entre a criação de aves e a bovinocultura leiteira pode ser uma solução viável e economicamente vantajosa, pois os resíduos gerados na produção avícola podem servir como fonte alternativa e de baixo custo para a substituição de fertilizantes minerais na adubação de pastagens, contribuindo para a sustentabilidade e a redução de impactos ambientais.

Nos últimos anos, o agronegócio brasileiro experimentou um crescimento contínuo, resultando em uma demanda significativa por fertilizantes, a maioria dos quais é importada de outros países. Atualmente, o Brasil ocupa a quarta posição entre os maiores consumidores de

fertilizantes do mundo, correspondendo a aproximadamente 8% do consumo global, ficando atrás apenas da China, Índia e Estados Unidos. Os nutrientes mais utilizados no Brasil são o potássio, representando 38% do consumo, seguido pelo fósforo, 33%, e nitrogênio, 29% (MAPA, 2022). Em 2023, as importações brasileiras de fertilizantes alcançaram 39,4 milhões de toneladas, representando 85% da demanda total do país. Esse volume registrou um aumento de 12,25% em relação ao ano anterior (ANDRA, 2024), destacando não apenas a crescente demanda nacional por esses insumos, mas também a significativa dependência do Brasil em relação a fontes externas de fertilizantes.

A alta dependência de importações de fertilizantes torna o país vulnerável às flutuações cambiais e a eventos geopolíticos que podem afetar a disponibilidade e os preços desses produtos. Um exemplo recente foi o conflito entre Rússia e Ucrânia, dois grandes produtores de fertilizantes, que resultou em um aumento significativo nos preços dos adubos. Em razão da flutuação dos preços e das preocupações ambientais, cresce a necessidade de investimentos para aumentar a capacidade produtiva interna de fertilizantes minerais e estudos de viabilidade de fontes alternativas de fertilizantes para a agricultura brasileira.

A cama de aves é um dos resíduos orgânicos mais abundantes na região Oeste de Santa Catarina (Chagas et al., 2007). Esse resíduo pode ser economicamente vantajoso, uma vez que contribui para a ciclagem de nutrientes e pode resultar em redução de custos, trazendo benefícios tanto para as plantas quanto para os produtores. Além disso, os resíduos orgânicos não apenas fornecem nutrientes, mas também podem proporcionar benefícios adicionais para o crescimento das plantas, particularmente em relação às propriedades físicas e químicas do solo (Reetz, 2016). Ademais, a liberação de nutrientes pela cama de aves ocorre de forma mais lenta em comparação a fertilizantes minerais, devido ao processo de mineralização mediado por microrganismos, cuja eficiência é influenciada por fatores como temperatura, umidade do solo, relação C/N, tipo de solo e pH. Essa liberação gradual é vantajosa, pois pode sincronizar a disponibilidade de nutrientes com o pico de demanda das culturas, especialmente em espécies anuais (Corrêa & Miele, 2011). No entanto, o uso de fertilizante requer conhecimento adequado sobre o produto, bem como a compreensão da resposta das plantas à sua utilização. Além das perspectivas de produtividade das culturas, os agricultores precisam considerar aspectos econômicos ao tomar decisões, especialmente no planejamento da escolha dos insumos a serem utilizados (Pandolfo & Ceretta, 2008).

A aplicação de cama de aves como fertilizante em solos agrícolas tem sido amplamente utilizada devido ao seu potencial de melhorar a fertilidade do solo, fornecendo nutrientes

essenciais como nitrogênio, fósforo e potássio, além de promover melhorias na estrutura e na matéria orgânica do solo. No entanto, o uso contínuo e em altas doses pode acarretar impactos ambientais, como a contaminação por nitratos em águas subterrâneas, a salinização do solo e o acúmulo excessivo de nutrientes em camadas superficiais, afetando o equilíbrio químico e microbiológico do solo (Kyakuwaire et al., 2025). Em solos cultivados com pastagens perenes, como o Tifton 85, os efeitos da adubação com cama de aves ao longo do tempo e em diferentes profundidades do perfil do solo ainda são pouco explorados, especialmente quando combinados com fertilizantes minerais. Essa lacuna de conhecimento justifica a necessidade de estudos que avaliem os atributos químicos do solo sob esse manejo, buscando identificar os benefícios e possíveis limitações dessa prática para garantir a sustentabilidade do sistema produtivo e a preservação ambiental.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo geral**

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de cama de aves, isoladamente ou combinada com fertilizantes minerais, sobre a produção de massa seca da cultura de Tifton 85 e as quantidades de nutrientes absorvidos, bem como sobre os atributos químicos do solo em diferentes profundidades e ao longo do tempo, visando identificar a eficiência agrônômica e a sustentabilidade dessa prática.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Determinar o pH do solo, a acidez potencial e os teores de P e K nas camadas de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm, com base em amostras de solo coletadas ao longo dos anos de condução do experimento.
- Avaliar a recuperação aparente dos nutrientes N, P e K pela forrageira Tifton 85 manejada para fenação ao longo dos anos de experimento.
- Comparar a equivalência agrônômica da cama de aves em relação aos fertilizantes minerais, considerando a produtividade de feno da forrageira e a dinâmica de liberação de nutrientes ao longo do tempo.

### **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

No estado de Santa Catarina a produção de aves de corte é uma importante atividade econômica, com abate de 828,68 milhões de cabeças de frango em 2021, número correspondente a 13,42% do abate anual brasileiro (EPAGRI, 2023). Como a atividade produz anualmente uma grande quantidade de resíduos, se usados de forma racional podem contribuir para produção de alimentos com mais sustentabilidade. Além da ciclagem otimizar o uso dos nutrientes, a cama de aves é potencialmente mais barato que as fontes minerais nas regiões adjacentes aos centros produtores. Esse fertilizante, quando aplicada com critérios técnicos ao solo é um fertilizante que proporciona melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Konzen, 2004; Pinto et al., 2012). Todavia, em função da produção em grande quantidade e da limitação de áreas para aplicação, as quais normalmente são de relevo acidentado, os resíduos, não raramente, são adicionados em doses acima da necessidade das culturas, o que pode resultar em problemas ambientais (Hentz & Carvalho, 2014).

#### **3.1 Características da cama de aves**

A cama de aves é um resíduo proveniente da produção de aves de corte e de postura acumulada em aviários. Esse resíduo é composto por uma mistura de excrementos, sobras de ração, penas e material usado para acomodar os animais. As aves normalmente são criadas sob camas produzidas com palha de arroz ou maravalha, cuja função é reter, armazenar fezes e proporcionar ambiente adequado que proporciona conforto e diminui a incidência de problemas sanitários (Avila et al., 2008; Avisite, 2024). O manejo adotado nos aviários influencia diretamente a composição e a longevidade da cama. Quando bem conduzida, na região do estudo, é comum sua reutilização por 12 ou mais lotes de aves. A concentração de macronutrientes, como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), está diretamente associada ao número de lotes que a cama suportou (CQFS RS/SC, 2016). Pois camas com um maior número de lotes apresentam concentrações maiores desses macronutrientes. Os teores médios de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O na cama de aves ficam em torno de 2,7, 3,0 e 3,0%, respectivamente, como apresentado na Tabela 1 (CQFS RS/SC, 2016; Pauletti et al., 2019).

No período de 2020/2021, a microrregião de São Miguel do Oeste produziu cerca de 70,34 milhões de frangos, o que representa 8,26% da produção estadual de aves voltadas ao abate (EPAGRI, 2022). Cada ave tem a capacidade de gerar ao longo de sua vida em cerca de 1,8 kg de resíduos (Konzen, 2003). Sendo assim, é possível presumir que na microrregião de São Miguel do Oeste tenha-se produzido cerca de 126.612 Mg de resíduo neste período. Vale

lembrar que este número leva em consideração somente o peso produzido em excrementos, sem considerar materiais convencionalmente utilizados na produção avícola, como é o caso da maravalha.

TABELA 1 - Teores médios de matéria seca, fósforo ( $P_2O_5$ ), potássio ( $K_2O$ ), cálcio ( $CaO$ ), magnésio ( $MgO$ ) e enxofre ( $S$ ) em amostras de cama de aves coletadas no estado do Paraná.

Componente	Geral	2 a 5 lotes	6 a 9 lotes
Matéria seca (kg/Mg)	728	714	801
N (kg/Mg)	27,4	25,7	32,1
$P_2O_5$ (kg/Mg)	30,1	25,8	36,4
$K_2O$ (kg/Mg)	30,0	27,2	31,5
$CaO$ (kg/Mg)	13,1	33,8	50,9
$MgO$ (kg/Mg)	5,0	9,4	12,9
S (kg/Mg)	0,7	4,4	5,3

(Adaptado de PAULETTI et al. 2019).

Além de ser uma fonte rica em N, P e K, a cama de aves também apresenta quantidades relevantes de cálcio, boro, zinco, ferro, cobre, níquel, manganês e cloro (Botega, 2019). Os teores de cálcio no resíduo chegam a 3,0%, devido, principalmente, à aplicação de cal virgem ( $CaO$ ) durante o manejo da cama no interior do aviário (Theseo, 2022).

### 3.2 Eficiência da adubação orgânica

A disponibilidade adequada de nutrientes no solo é um fator essencial para o desenvolvimento saudável e a produção satisfatória das plantas. Muitos nutrientes presentes em compostos orgânicos necessitam ser mineralizados por microrganismos para se tornarem disponíveis às plantas (Bratti, 2013; Rogeri et al., 2015). A composição e a taxa de decomposição da cama de aves são fatores importantes a serem considerados ao determinar a dose adequada para a adubação. A disponibilidade da cama de aves em N, P e K para as plantas difere entre os nutrientes. O K, por não estar ligado à estrutura orgânica dos compostos, encontra-se completamente disponível já no primeiro cultivo (CQFS RS/SC, 2016). No caso do N e do P a disponibilidade depende da velocidade de decomposição dos resíduos, sendo que a eficiência do N é de 0,5 e 0,2, e do P é de 0,8 e 0,2, respectivamente, para o primeiro e segundo cultivos após a aplicação ao solo (CQFS RS/SC, 2016; Pauletti et al. 2019).

Apesar das diferentes velocidades de liberação dos nutrientes, a aplicação da cama de aves pode resultar em incrementos significativos na produção de diversas culturas, sejam elas destinadas a produção de grãos ou forragem, além de proporcionar benefícios ao solo. Em um experimento com aplicação de 3 Mg ha<sup>-1</sup> de cama de aves em uma área de produção de Tifton 85 na sobressemeadura de azevém foi observado aumento de 85% na produção de massa seca das culturas forrageiras. Apenas no azevém, a cama de aves proporcionou um acréscimo de 24% na produtividade, o que representa um incremento de 80 kg ha<sup>-1</sup> de massa seca proveniente de azevém para cada tonelada de resíduo aplicado (Pinto et al., 2013).

A adubação com cama de aves na cultura de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu resultou no incremento de 247% na matéria seca quando aplicada na dose de 8 Mg ha<sup>-1</sup> (16 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>) em comparação com a testemunha (Portugal et al., 2009). Em virtude da liberação ser gradativa, ao longo de dois anos de experimento, essa dose de cama aumentou 340% nos níveis de fósforo disponíveis no solo. Adicionalmente, o uso da cama de aves também proporcionou um aumento de 5,4 vezes na saturação por bases e um incremento na capacidade de troca de cátions, o que é particularmente relevante para solos classificados como Neossolo Quartzarênico.

Cruz (2019) demonstrou que a adubação com cama de aves resultou em maiores teores de potássio no solo, com acumulos significativos para camadas superficiais (0 à 10 cm). Quando comparada com a adubação mineral, a adubação orgânica promoveu um aumento de 194% nos teores iniciais de K, chegando a 0,60 cmol/dm<sup>3</sup>. Em relação ao fósforo, a disponibilidade total não ocorre totalmente no primeiro cultivo, exigindo mais tempo para ser absorvido pelas plantas (Pauletti et al., 2019). Estudos de longa duração (35 anos) realizados no estado de Oklahoma (EUA) em pastagens de grama Bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.], demonstraram acúmulo de P no solo com o uso contínuo da cama de aves. Na camada de 0 a 5 cm, as concentrações médias de P inorgânico variaram de 100 a 500 mg kg<sup>-1</sup>, enquanto as de P orgânico aumentaram de 248 para 537 mg kg<sup>-1</sup>, sob uma dose média de 6,6 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Slaton (2013) encontrou que a adição de P e K provenientes da cama de aves, quando comparada às adubações minerais, não apresentou diferenças significativas na produtividade da soja. Esses resultados posicionam a cama de aves como uma alternativa viável aos fertilizantes minerais.

Mummbach (2017), em experimento de curta duração com fertilizantes orgânicos, minerais e organominerais, concluiu que esses apresentam respostas agronômicas similares, desde que as doses de nutrientes sejam adequadas. A escolha do fertilizante deve considerar critérios como disponibilidade, custo, transporte, armazenamento e aplicação, variáveis entre

as regiões produtoras. Além disso, o uso de fontes alternativas, como a cama de aves, é destacado pela contribuição ambiental, mas requer atenção técnica ao recomendar esses produtos, visto que não apresentam ganhos adicionais de rendimento em comparação aos fertilizantes minerais tradicionais.

A comparação da eficiência agrônômica entre a cama de aves e os fertilizantes minerais no rendimento das culturas é frequentemente limitada, principalmente devido às diferenças nas doses de nutrientes aplicadas nos experimentos. Como os resíduos animais, incluindo a cama de aves, são fontes multielementares, é difícil encontrar estudos que utilizem doses equivalentes de N, P e K entre essas fontes e os fertilizantes minerais, o que torna as comparações diretas mais complexas. Contudo, compreender a dinâmica de liberação de nutrientes provenientes de fertilizantes orgânicos é essencial para desenvolver práticas de manejo que otimizem o uso da cama de aves como fonte de nutriente (Lourenço et al., 2013). Além disso, Metzner (2014) observou que, embora a eficiência das fontes orgânicas seja geralmente inferior ou equivalente às fontes minerais, a cama de aves apresenta vantagens econômicas devido ao menor custo por unidade de nutriente. Essas características, somadas às melhorias nas propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo proporcionadas pela aplicação contínua da cama de aves, sugerem que sua eficiência pode estar sendo subestimada quando avaliada apenas em períodos curtos. Desta forma, é pertinente a condução de estudos de longo prazo para validar os índices existentes nos manuais de adubação dos Estados do RS e SC.

### **3.3 Mercado de fertilizantes no Brasil**

Ao longo dos anos, tem-se observado aumento expressivo no consumo de fertilizantes no Brasil. Entre 2020 e 2021, houve incremento de 11,5% no volume total de fertilizantes comercializados, passando de 40,5 milhões para 45,8 milhões de toneladas (ANDA, 2023). Em 2022, o país importou 34,6 milhões de toneladas de fertilizantes, o que representou 84,24% do total consumido, evidenciando a alta dependência externa do Brasil nesse setor. A grande demanda por fertilizantes na agropecuária brasileira tem incentivado a busca por alternativas que combinem viabilidade econômica e eficiência agrônômica. Nesse contexto, a cama de aves destaca-se como uma opção promissora. De acordo com Pauletti et al. (2019), uma Mg de cama de aves, considerando a matéria seca, obtida de 6 a 9 lotes, apresenta em média 32,1 kg de nitrogênio (N), 36,4 kg de  $P_2O_5$  e 31,5 kg de  $K_2O$ .

Para comparação, os fertilizantes minerais amplamente utilizados, como ureia (46% de N), superfosfato triplo (41% de  $P_2O_5$ ) e cloreto de potássio (KCl, 60% de  $K_2O$ ), possuem preços

médios de R\$ 5,04/kg, R\$ 7,07/kg e R\$ 5,50/kg, respectivamente, com base nos valores praticados no mercado em maio de 2023. Considerando os índices de eficiência e os teores de nutrientes, o valor equivalente em fertilizantes minerais disponibilizado por uma Mg de cama de aves seria de R\$ 113,30 para N, R\$ 257,30 para P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e R\$ 173,20 para K<sub>2</sub>O, totalizando R\$ 543,00 por Mg. Em contrapartida, o preço médio de mercado para um metro cúbico (m<sup>3</sup>) de cama de aves situa-se em torno de R\$ 135,00. Como a densidade média da cama de aves fica em torno de 550 kg Mg<sup>-1</sup>, o preço da Mg de cama custa em torno de R\$ 245,00, evidenciando sua viabilidade como fonte alternativa de nutrientes às plantas.

### 3.4 Tifton 85

A Tifton 85, (*Cynodon* spp.), foi obtida por meio de cruzamento entre uma forrageira sul-africana, de código PI 290884, e a variedade Tifton 65, realizado no município de Tifton, Georgia, EUA, cujo lançamento ocorreu no ano de 1983. Essa espécie de gramínea apresenta hábito de crescimento caracterizado pela formação de estolões e rizomas, o que lhe confere uma alta capacidade de produção de massa seca e uma boa digestibilidade, além de ser tolerante ao frio (Zapparoli, 2014).

A gramínea é amplamente utilizada na pecuária leiteira, pois representa uma excelente fonte de alimento volumoso para pastejo e fenação. Essa forrageira possui elevada demanda por nitrogênio e é responsiva a adição desse macronutriente (Pereira et al., 2012). Quando utilizado como fonte de material volumoso extraído durante o processo de fenação, o Tifton 85 pode remover quantidades significativas de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio do solo. Essa remoção torna indispensável a reposição desses nutrientes no solo, a fim de evitar reduções na produtividade das safras subsequentes (Colussi et al., 2014)

O Tifton 85, assim como a maioria das gramíneas perenes, apresenta sazonalidade na produção, influenciada por variações de temperatura ao longo do ano. Estudos realizados por Silva et al. (2021) no município de Campo Erê-SC demonstraram que a produção de pastagens pode variar significativamente entre as estações, com as estações de maior produtividade (primavera-verão) alcançando rendimentos de até 10 vezes superiores aos dos períodos menos produtivos (outono-inverno). Aproximadamente 70% da produção total de Tifton concentra-se nos cinco meses mais produtivos. Esses dados ressaltam a importância de estratégias eficazes de armazenamento e manejo forrageiro para garantir a sustentabilidade da pecuária leiteira na região.

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) – Campus São Miguel do Oeste – SC, (26° 44' 36'' S, 54° 31' 34'' W). O solo do local é um Nitossolo Vermelho, textura argilosa (55%) e topografia levemente ondulada (Figura 1).



FIGURA 1 - Vista aérea da área experimental ao término do estudo.

Os tratamentos foram definidos em função da expectativa de rendimento da cultura, Tifton 85, cuja referência foi a dose de N necessária para produzir 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de matéria seca (MS) de forragem. As doses de cama de aves foram definidas de modo a suprir 0, 50, 100, 150 e 200% da necessidade de N da cultura, cujas doses aplicadas de N foram 0 (controle), 210 (CA210), 420 (CA420), 630 (CA630) e 840 (CA840) kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N. Para suprir essas doses de N foram aplicadas 0, 6,2, 12,4, 18,5 e 24,8 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de cama de aves na base seca, respectivamente (Tabela 2). Para o cálculo da dose levou-se em consideração o teor total de N da cama de aves, 3,4%. Adicionalmente, dois tratamentos com fertilizantes minerais, (os quais aplicaram ao solo 100% da demanda de N da cultura para produção de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS) foram incorporados ao experimento. Um deles, denominado mineral 420 (MIN420), aplicou-se na forma mineral, além do N, as mesmas quantidades de P e K fornecidas ao solo pela dose de 12,4 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de cama de aves (CA420) (Tabela 2). O outro, organomineral (OM420), consistiu-se da aplicação combinada de cama de aves com fertilizantes minerais de modo a suprir exatamente a recomendação técnica de N, P e K da cultura para produção de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS (CQFS - RS/SC, 2016). Esse tratamento foi calculado levando em consideração a dose de cama de aves para atingir o nível de suficiência de um nutriente, no caso deste estudo o P, sendo os demais supridos com adubação mineral (Tabela 2). Para isso, foram utilizados

como fonte mineral de N, P e K os fertilizantes ureia, superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. A fonte de adubação orgânica foi cama de aves de corte, sobre a qual foram criados 12 lotes de animais.

TABELA 2 - Quantidades de fertilizantes orgânicos (base seca) e minerais aplicados anualmente em função de cada tratamento.

Tratamentos	Cama de aves			Adubos minerais			
	Dose	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	Mg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	.....kg ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> .....					
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0
CA210	6,2	210	198	164	0	0	0
CA420	12,4	420	395	328	0	0	0
CA630	18,5	630	590	488	0	0	0
CA840	24,8	840	787	652	0	0	0
MIN420	0	0	0	0	420	395	328
OM420	4,8	170	160	130	250	0	40

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com parcelas aleatorizadas, com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais, com área de 22,15 m<sup>2</sup> (4,20 × 5,25 m), espaçadas entre si por corredores de 2,4 m. Os tratamentos foram adicionados ao solo manualmente, a lanço, sem incorporação. As aplicações foram feitas de forma fracionada durante o ano, sendo dividida em três aplicações. As aplicações foram feitas a cada dois cortes, sendo feitas normalmente nos meses de agosto, outubro e dezembro.

A determinação de matéria seca da parte aérea (MSPA) cultura foi feita por meio do corte de todas as parcelas quando um tratamento atingia a altura de corte. O ponto de corte foi definido quando uma das parcelas atingisse a altura de corte de 30 cm, sendo aferida através do uso de uma régua, com formato cilíndrico contendo um prato perfurado no centro possibilitando deslizar por sua extensão. O prato era solto sobre a cultura com o objetivo de definir uma estatura média para o dossel da planta. Inicialmente, nos primeiros dois anos do projeto as amostras foram coletadas através de uma segadeira motorizada, com corte em uma altura aproximada de 7 cm. A área útil de cada parcela foi medida individualmente para evitar possíveis variações do operador. Inicialmente, eram cortadas as laterais das parcelas e a massa verde desta bordadura era removida. Posteriormente, foi escolhida visualmente uma área uniforme que representa a média da parcela, media-se o comprimento, e em seguida efetuava-se o corte com a segadeira no sentido perpendicular à bordadura. A área amostrada foi obtida pela multiplicação do comprimento do corte (variável) pela largura da lâmina (0,90 m), contemplando uma área de aproximadamente 2 m<sup>2</sup>. Nestes dois anos avaliados foram efetuados

11 cortes da forrageira. Posteriormente, devido a problemas mecânicos da máquina, o procedimento de coleta das amostras passou a ser realizado manualmente, utilizando uma tesoura de tosquia e um quadro dimensionador (Figura 2).



FIGURA 2 - Tesoura de tosquia e quadro dimensionador ( 0,2 × 0,4 m) usados no corte da forragem .

Neste segundo método, a área utilizada para a estimativa foi de 0,16 m<sup>2</sup>, subdividido em duas sub amostras de cada parcela, coletadas por meio de um quadro dimensionador contendo 0,20 m de largura, × 0,40 m de comprimento.

O material fresco foi pesado após o corte para determinação da massa verde (MV) e uma amostra homogênea foi retirada para determinação da massa seca (MS). As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar com temperatura constante de 65 °C. As amostras permaneceram na estufa até a obtenção de peso constante para determinação da MS. Para determinação dos teores de N, P e K as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey, digeridas em bloco digestor, conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

Durante a condução do experimento foram efetuadas amostragens de solo para acompanhamento da evolução da fertilidade química. Na instalação do experimento foi efetuada amostragem na camada de 0 a 20 cm em todas as unidades experimentais. Ao final do primeiro ano de condução foram feitas amostragens estratificadas, com estratos de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 cm. Nos anos em que houve pandemia não foram efetuadas amostragens. Em março de 2022, após quatro anos de condução, foram amostradas as camadas de 0 a 5, 5 a 10, 10 a 20 e 20 a 30 cm de profundidade. As coletas foram feitas por meio de abertura de pequenas trincheiras utilizando-se pá de corte, espátulas e trena. Em cada parcela foram coletadas duas subamostras, as quais foram misturadas e uma fração foi levada à estufa de circulação de ar

para secagem.

O pH-H<sub>2</sub>O, o índice SMP e os teores dos macronutrientes P e K foram determinados em todas as amostras de solo, seguindo o método descrito por Tedesco et al. (1995). Os teores dos nutrientes em cada camada de solo foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando a análise indicou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas utilizando o teste de agrupamento de Tukey ( $p < 0,005$ ).

Os dados de MSPA e as quantidades de N, P e K absorvidos pela cultura foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Quando os efeitos foram significativos, equações de regressão foram ajustadas para os fatores quantitativos por meio do programa Excel. Para obtenção dos índices de equivalência agrônômica, as variáveis respostas da cama de aves foram plotadas em gráfico e ajustada equação de regressão entre as doses do resíduo. Em seguida, os dados (variável resposta) dos fertilizantes minerais (MIN 420 e OM 420) foram plotados no gráfico e os valores projetados até interceptar a curva de regressão da cama de aves e, posteriormente, projetados até encontrar o eixo X para obter a dose equivalente em cama de aves (VAN RAIJ, 2011).

A recuperação aparente de N, P e K pela Tifton 85 foi determinada em cada ano de cultivo, bem como ao término do estudo considerando todos os cultivos juntos. A determinação foi feita levando em consideração as quantidades totais de N, P e K absorvidas e exportadas pela MSPA em relação as quantidades aplicadas no período. As quantidade de N, P e K exportadas foram quantificadas multiplicando-se os teores de N pela produção de massa seca. A recuperação aparente foi calculada por meio da seguinte equação: Recuperação aparente (%) = [(Nutriente exportado tratamento X - nutriente exportado tratamento controle) / dose aplicada do nutriente] × 100, conforme proposto por Primavesi et al., 2004.



FIGURA 3 – Agitação de amostras para determinações de nutrientes e curva de P para calibração de espectrômetro para análise de P.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de massa seca do Tifton 85 aumentou de forma linear em todos os cortes realizados ao longo dos quatro anos de condução do experimento. Os valores acumulados variaram de aproximadamente 24 Mg ha<sup>-1</sup>, no tratamento controle, para 120 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca na dose de 840 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N via cama de aves. Esses rendimentos correspondem a uma produção média anual de 6,0 e 30,0 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca, respectivamente. Tais resultados evidenciam a elevada responsividade do Tifton 85 à adubação, uma vez que não foi observado um limite de resposta em que doses adicionais de nitrogênio deixassem de promover incrementos significativos na produção de massa seca. Na média dos anos, a aplicação de 420 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N via cama de aves (CA 420) resultou em uma produção média de aproximadamente 19 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de massa seca. Apesar dos períodos de estiagem que prejudicaram o desenvolvimento da cultura, a produção média observada foi muito próxima à expectativa definida no planejamento experimental, (20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), conforme as recomendações da CQFS-RS/SC (2016).

Ao avaliar a produção acumulada ao longo de quatro anos, verificou-se que o rendimento obtido no tratamento com fertilizante organomineral (OM 420) foi muito semelhante ao da dose equivalente de cama de aves (CA 420). Por outro lado, no tratamento com fertilizantes minerais (MI 420) a produção de massa seca foi significativamente superior à obtida com a dose equivalente de cama de aves (Figura 4). A equivalência agrônômica das doses de tratamentos organomineral (OM 420) e nitrogênio aplicadas via ureia (MI 420) em relação à cama de aves foi de 460 e 647 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Isso indica que a aplicação de nitrogênio mineral, na forma de ureia, foi equivalente a um incremento de 54% na eficiência em comparação à mesma dose de N aplicada via cama de aves (420 para 647 kg ha<sup>-1</sup> de N). Esses resultados demonstram que, mesmo considerando o período de quatro anos, durante o qual se esperavam efeitos residuais da cama de aves, a aplicação de N, P e K na forma mineral, foram eficientes na promoção do desenvolvimento da cultura.

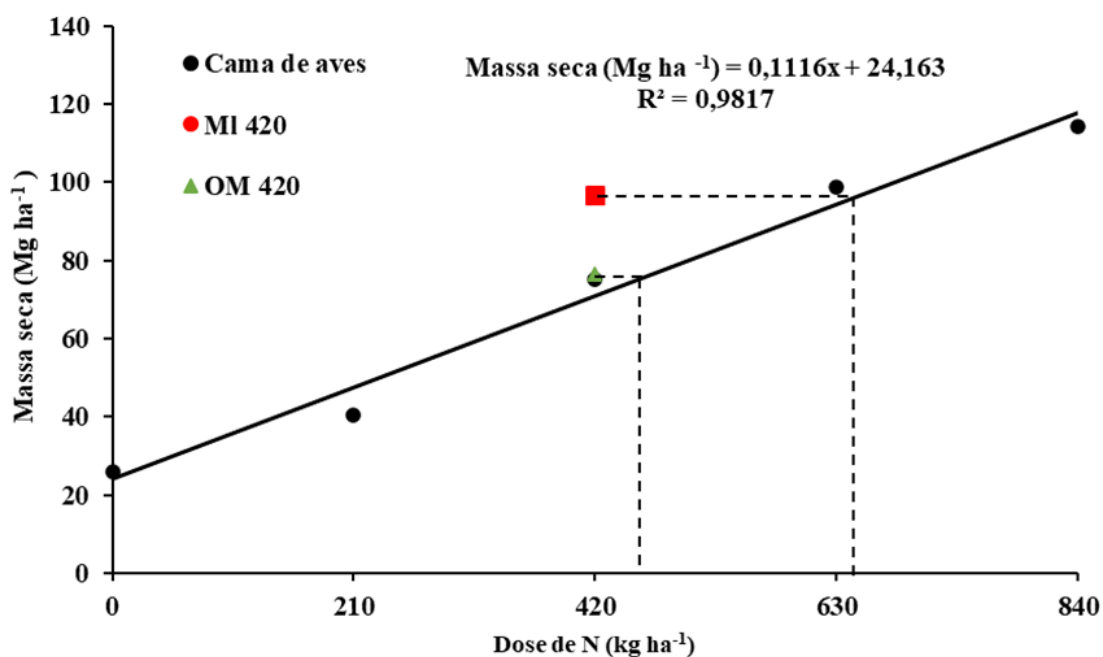


FIGURA 4 - Rendimento acumulado de massa seca (Mg ha<sup>-1</sup>) de Tifton 85, ao longo de quatro anos de cultivo, em função de doses de N supridas por meio de cama de aves, ureia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

A quantidade de nitrogênio acumulada pelo Tifton 85 aumentou de forma linear em função das doses de cama de aves (Figura 5). O feno extraído pelas plantas do tratamento controle acumularam em torno 278 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto na maior dose de N aplicada por meio da cama de aves (CA 840) a quantidade absorvida foi de, aproximadamente, 2.400 kg ha<sup>-1</sup> de N. Esses valores correspondem a uma média anual, de 70 e 600 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N absorvido pelas plantas controle e CA 820, respectivamente. As quantidades de N absorvidas pelos tratamentos CA 420 e OM 420 foram praticamente idênticas, refletindo o mesmo comportamento observado na produção de massa seca. Já a quantidade de N absorvida pelo tratamento mineral foi equivalente a aplicação 670 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N por meio da cama de aves, valor de equivalência ainda maior que o observado para produção de massa seca.

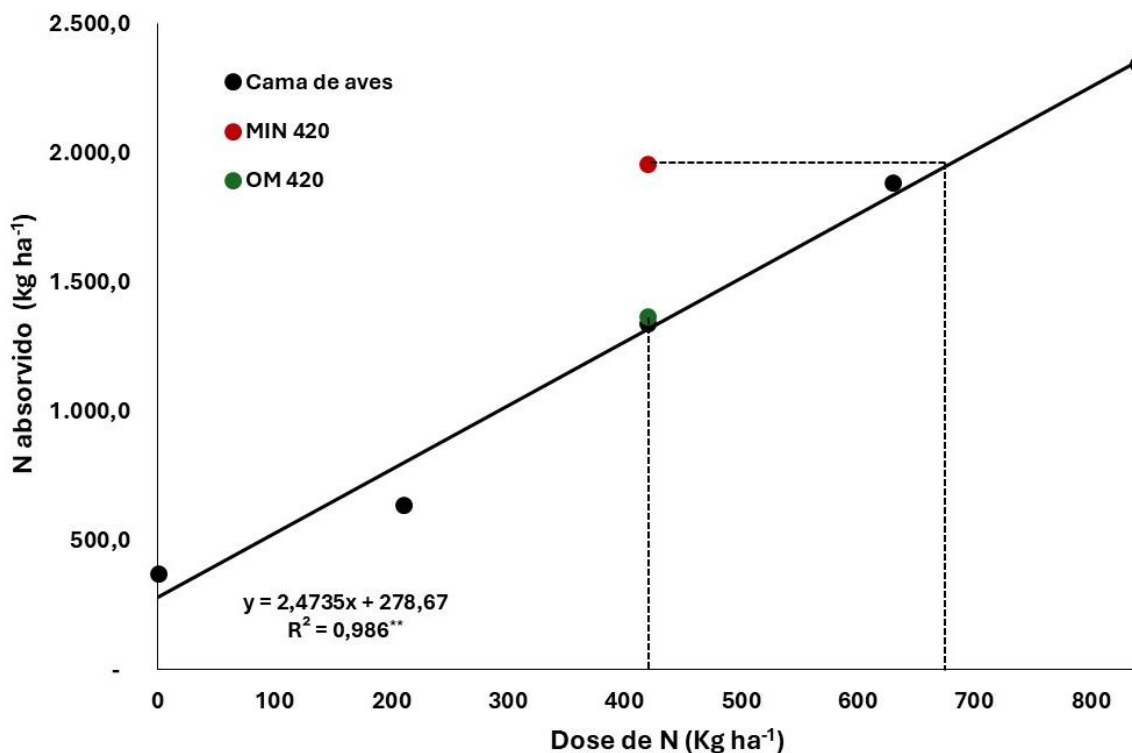


FIGURA 5 - Quantidade acumulada (kg ha<sup>-1</sup>) de N absorvido pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função de doses de N, supridas por meio de doses anuais de cama de aves, ureia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agronômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

A medida da recuperação aparente de N pelo Tifton 85, que leva em consideração a quantidade total aplicada no período e desconsidera a absorção de N pelo tratamento controle, mostrou que a recuperação do N pelo tratamento mineral foi superior aos de cama de aves (FIGURA 6). A recuperação aparente dos tratamentos com cama de aves, a exceção do tratamento CA 210, foram estatisticamente iguais, com valores em torno de 65%. Isso indica que na média dos quatro anos avaliados, cerca de 35% do N proveniente da cama de aves não foi absorvido pelas plantas de Tifton 85. Esse N pode ter sido perdido pelas diversas formas em que o N está sujeito, bem como pode estar incorporado ao solo em diferentes frações da matéria orgânica do solo. A percentagem de recuperação aparente de N do tratamento organomineral foi muito semelhante aos valores observados com aplicação de cama de aves, também ficando em torno de 65%. Por outro lado, a recuperação aparente do tratamento com N mineral (MI 420) foi superior a 100% na média dos quatro anos avaliados.

Uma das limitações do método da recuperação aparente é que este considera que as transformações do nitrogênio no solo e as características do sistema radicular e a absorção de

N seja a mesma em plantas adubadas e não adubadas. Na prática, essas premissas não são válidas, visto que plantas adubadas podem ter sistema radicular mais desenvolvido, explorar maior volume de solo e, conseqüentemente, acumular maiores quantidades de N (Cabezas et al., 2000). Além disso, o fato de a recuperação aparente não distinguir a origem do N, se este vem do solo ou do fertilizante, pode justificar recuperações maiores que 100% (Martha Jr., 2003). As recuperações de N por forrageiras encontradas na literatura variam muito, podendo ser superiores a 100% (Corsi & Nussio, 1992), mas normalmente oscilam entre 40 e 60% do N aplicado (Primavesi et al., 2001; Menezes, 2004).

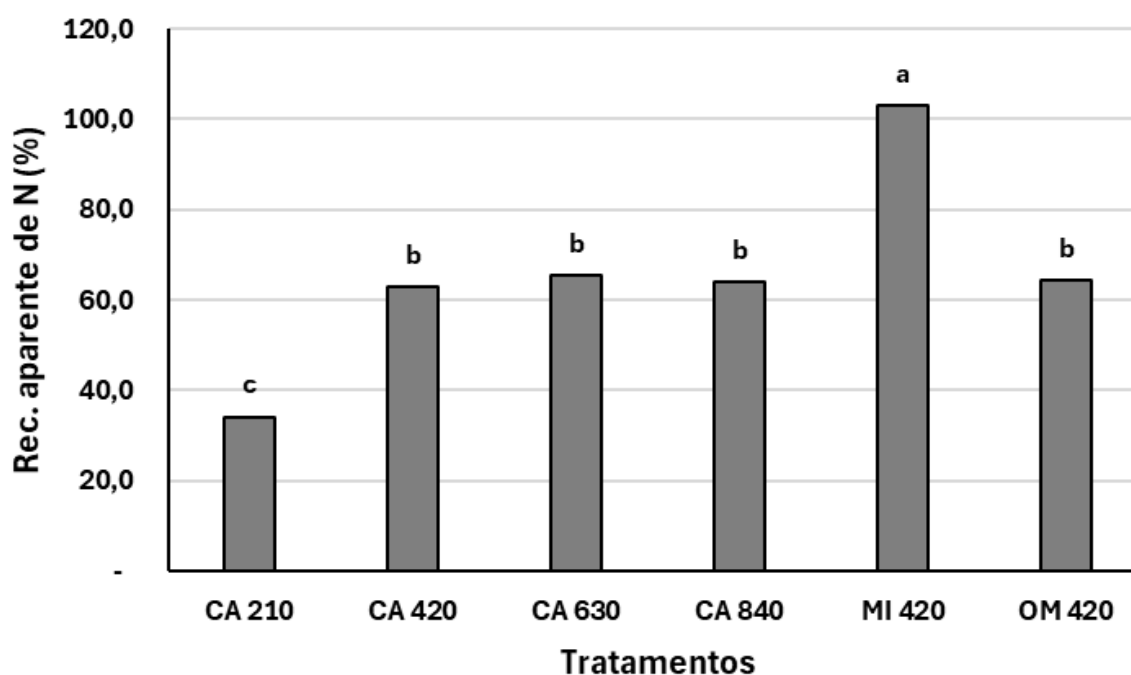


FIGURA 6 - Recuperação aparente do nitrogênio (%) do total aplicado em cultivo de Tifton 85, após quatro anos de condução do estudo, em decorrência da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de ureia (MI 420) e organomineral (ureia + cama de aves – OM 420). Fonte: Frizzo & Isoton, 2023.

A quantidade acumulada de K pelas plantas de Tifton 85 após quatro anos de cultivo aumentou linearmente em função das doses de cama de aves aplicadas ao solo (Figura 7). As quantidades acumuladas aumentaram de, aproximadamente, 308 para 2.200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para os tratamentos controle e CA 840, respectivamente. Os tratamentos que utilizaram fontes minerais de K (MI 420 e OM 420), apresentaram resultados distintos no acúmulo de K no tecido da cultura. O tratamento mineral MI 420 (aplicou 328 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), que utilizou exclusivamente KCl como fonte de potássio, demonstrou um acúmulo significativamente maior de K no tecido da cultura em comparação ao tratamento CA 420, que aplicou a mesma dose de

328 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, porém utilizando apenas cama de aves como fonte. Por outro lado, o tratamento organomineral OM 420 (170 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O), que combinou cama de aves e KCl, apresentou um acúmulo de K semelhante ao tratamento CA 420. O tratamento OM 420 acumulou um equivalente a 330 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, enquanto o MI 420 acumulou um equivalente a 484 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, quando supridos por meio de cama de aves.

Os resultados evidenciam a elevada demanda de K da cultura do Tifton 85, especialmente quando utilizada para fenação, uma vez que a maior parte do potássio extraído é exportado da área de cultivo. Nos tratamentos com cama de aves, as quantidades exportadas variaram de aproximadamente 80 a 550 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, para os tratamentos controle e CA 840, respectivamente. Esses valores destacam a necessidade de manejo adequado por parte dos produtores, visando à reposição das quantidades exportadas, a fim de evitar a depleção dos teores de potássio no solo a níveis que possam comprometer o rendimento das culturas (Sousa et al., 2019).

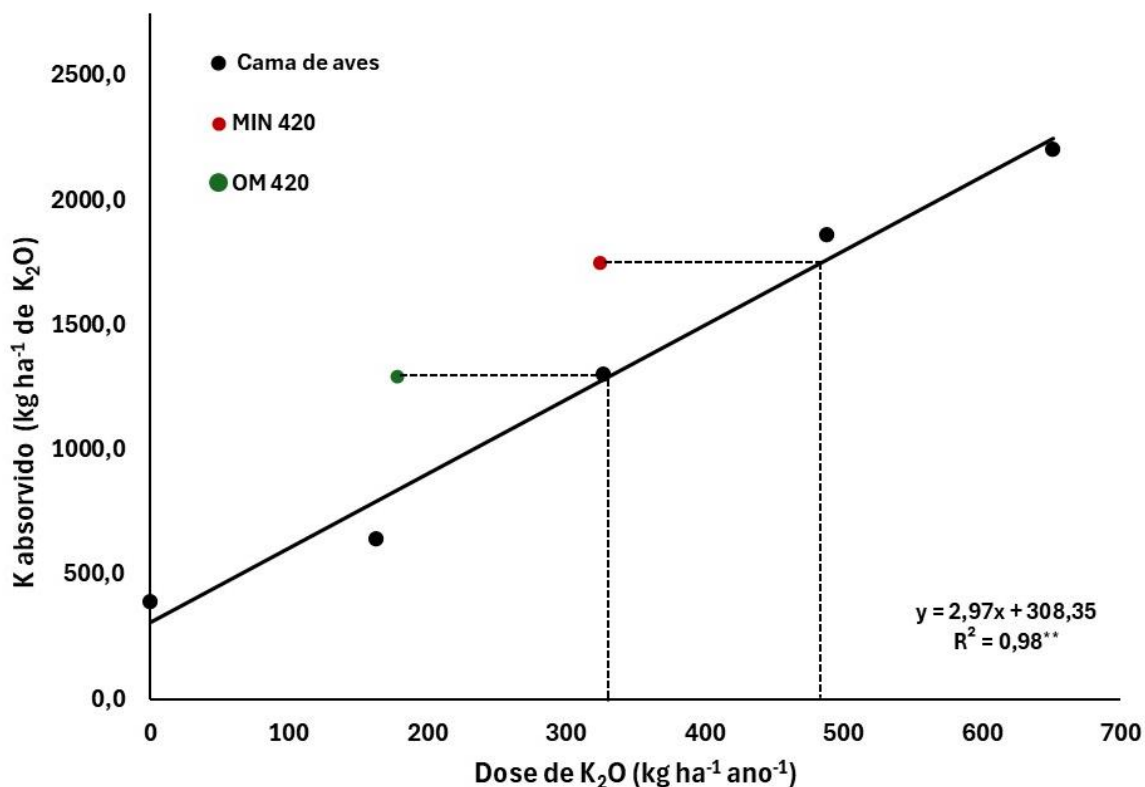


FIGURA 7 - Quantidade acumulada de potássio (kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) absorvida pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo, em função das doses de K<sub>2</sub>O supridas anualmente por meio de doses cama de aves, cloreto de potássio (MI 420) e cama de aves + cloreto de potássio (OM 420). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves

e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

A recuperação aparente de K pela cultura do Tifton 85 foi significativamente maior nos tratamentos que receberam fontes minerais do nutriente (Figura 8). Nos tratamentos com cama de aves, a recuperação aparente foi menor na dose mais baixa (CA 210), atingindo aproximadamente 40%, valor inferior às demais doses (CA 420, 630 e 840), que apresentaram recuperação em torno de 80% do K aplicado. Por outro lado, não foram observadas diferenças significativas entre o tratamento com fonte exclusivamente mineral (MI 420) e aquele com combinação de fontes (OM 420), cuja recuperação aparente superou a quantidade de K aplicada, variando entre 120% e 140%. Esses resultados indicam que, nos tratamentos com cama de aves, ocorreu um acúmulo de K no solo, enquanto nos tratamentos com fontes minerais houve uma redução, uma vez que a exportação de K pela cultura excedeu a quantidade aplicada via fertilizantes.

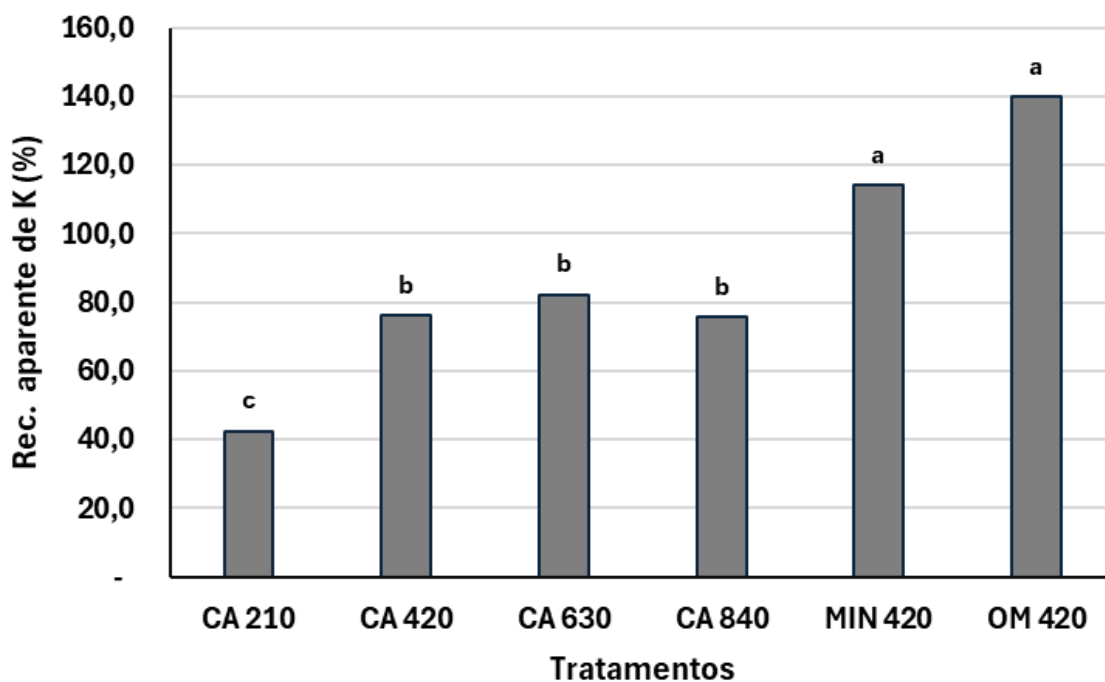


FIGURA 8 - Recuperação aparente (%) do potássio (K) aplicado na cultura do Tifton 85, após quatro anos de estudo, em função da aplicação de diferentes doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), cloreto de potássio (MI 420) e fertilizante organomineral (cloreto de potássio + cama de aves - OM 420). Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

A acumulação de P pela cultura de Tifton ao longo de quatro anos apresentou relação quadrática com as doses de cama de aves aplicadas (Figura 9). As quantidades acumuladas variaram de aproximadamente 225 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no tratamento controle para 947 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> no tratamento CA 840. Esses valores correspondem a uma exportação anual de 56 e 198 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> para os tratamentos controle e CA 840, respectivamente. No tratamento MI 420, que recebeu exclusivamente fonte mineral de P (395 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> via superfosfato triplo), observou-se um acúmulo equivalente a 560 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> na forma de cama de aves. Por sua vez, o tratamento organomineral (OM 420), que recebeu a dose de 160 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (exclusivamente via cama de aves), acumulou o equivalente a 352 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> supridos por meio da cama de aves isoladamente.

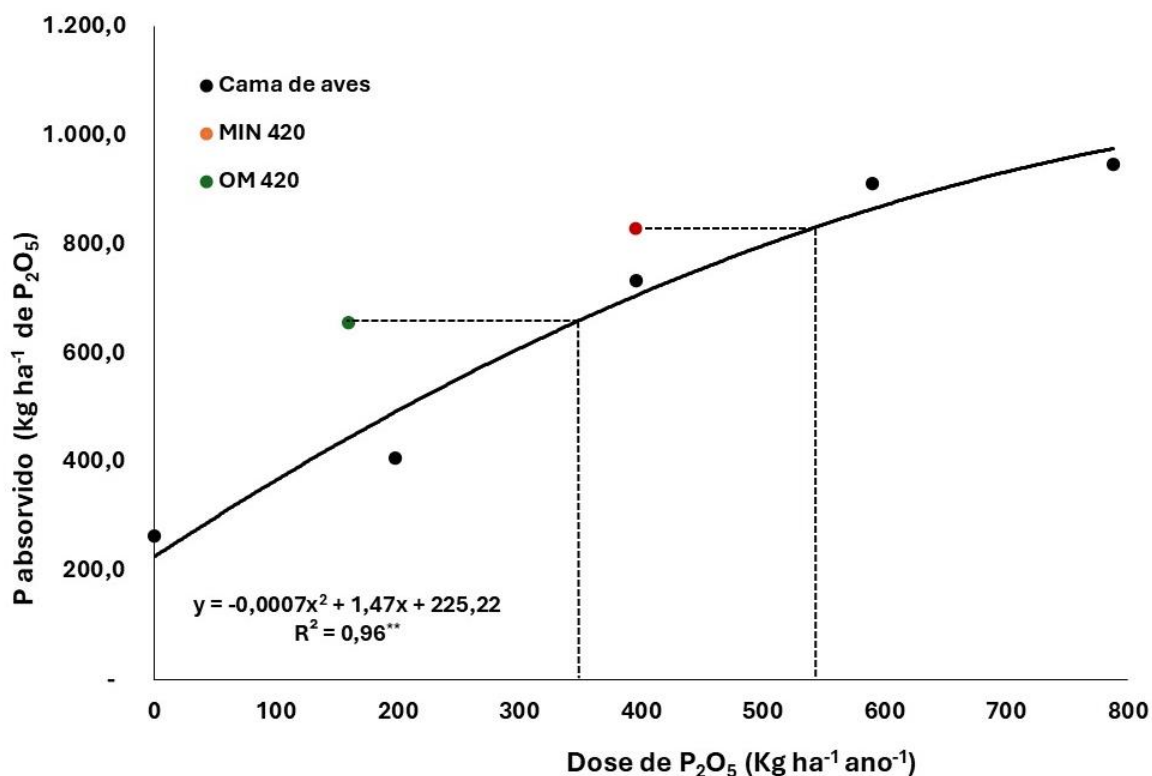


FIGURA 9 - Quantidade acumulada de fósforo (kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) absorvida pela cultura da Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função das quantidades de P supridas por meio de doses de cama de aves, super fosfato triplo (MI 420) e cama de aves combinada com fontes minerais (OM 420). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

A recuperação aparente do fósforo pela cultura de Tifton variou significativamente entre os tratamentos, com destaque para o tratamento organomineral (OM 420), que apresentou a

maior eficiência, atingindo aproximadamente 65% de recuperação (Figura 10). Em contraste, o tratamento exclusivamente mineral (MI 420) apresentou uma recuperação média de 40%, valor superior aos tratamentos com cama de aves CA 210 e CA 840, que apresentaram recuperação em torno de 20%. No entanto, o tratamento MI 420 não diferiu estatisticamente dos tratamentos CA 420 e CA 630, os quais também não diferiram entre si, tampouco entre a demais doses de cama de aves. A baixa recuperação aparente de P nos tratamentos pode ser atribuída à complexa dinâmica de interação do fósforo com os colóides do solo, resultando em menor disponibilidade para a absorção pelas plantas. A recuperação aparente de P em culturas forrageiras geralmente é inferior à de outros nutrientes, frequentemente variando entre 20 e 30% em solos tropicais, devido à adsorção do P aos óxidos de ferro e alumínio (Novais et al., 2007).

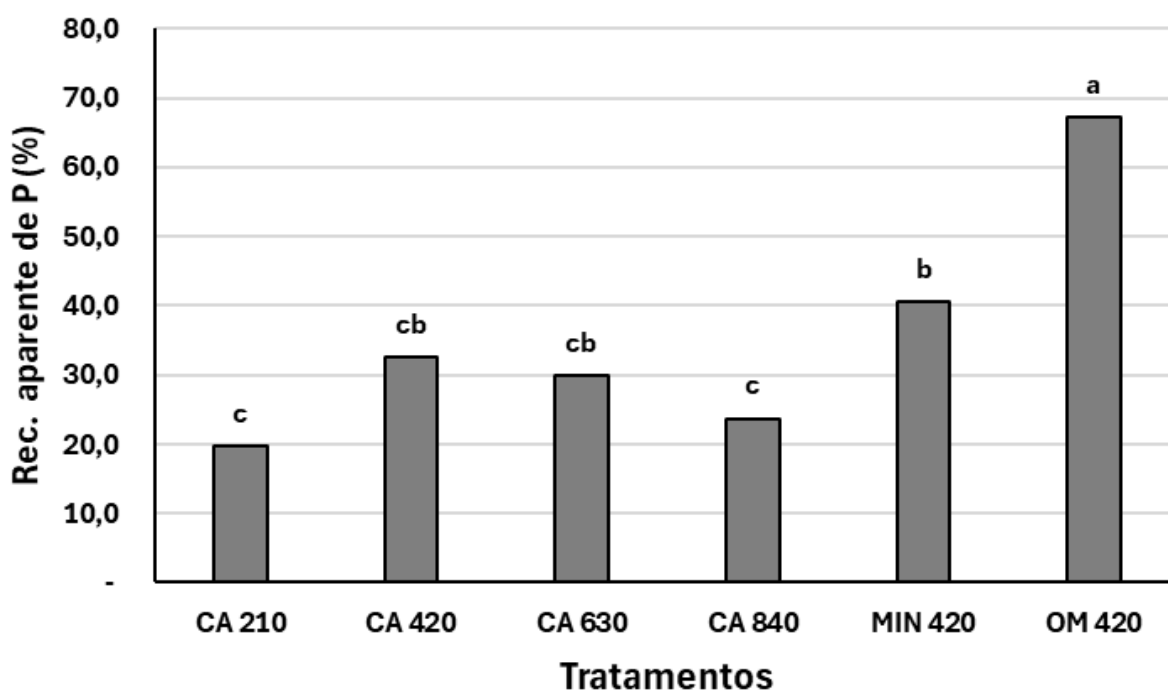


FIGURA 10 - Recuperação aparente (%) do fósforo do total aplicado em cultivo de Tifton 85, após quatro anos de estudo, em decorrência da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de super fosfato triplo (MI 420) e organomineral (cama de aves + fertilizantes minerais- OM 420). Letras diferentes nas colunas indicam diferença estatística pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

Os teores de P no solo variaram espacial e temporalmente em função dos tratamentos aplicados (Figura 11). Inicialmente, os teores de P no solo eram de aproximadamente  $10 \text{ mg dm}^{-3}$ . Após um ano de cultivo, observou-se um aumento significativo na concentração de P na camada superficial (0-5 cm), principalmente nos tratamentos com maiores doses de P aplicadas (MI 420, CA 630 e CA 840). No tratamento com a maior dose de cama de aves (CA 840), os teores médios de P atingiram aproximadamente  $50 \text{ mg dm}^{-3}$ . Nas camadas mais profundas, não foram encontradas diferenças estatísticas entre os tratamentos. O acúmulo de P na camada superficial era esperado, uma vez que a aplicação dos fertilizantes foi realizada superficialmente, sem incorporação ao solo, o que favorece a retenção do nutriente nas camadas mais superficiais. Esse padrão de distribuição é consistente com a dinâmica do P em sistemas de manejo com aplicação superficial de fertilizantes, onde a mobilidade vertical do nutriente é limitada devido à sua alta reatividade com os colóides do solo (Gatiboni, 2003; Novais et al., 2007).

Após 48 meses de condução do experimento, todos os tratamentos mantiveram teores de P superiores à concentração inicial na camada de 0-5 cm, porém com variações significativas entre eles (Figura 11). Quanto maior a dose aplicada de cama de aves, maior foi a concentração de P na superfície do solo. Nos tratamentos com as maiores doses de cama de aves (CA 630 e CA 840), os teores de P atingiram aproximadamente  $140 \text{ mg dm}^{-3}$ , valor cerca de 10 vezes superior ao teor crítico de P para a cultura. Além disso, os teores de P também aumentaram nas camadas mais profundas (5-10 cm e 10-20 cm), indicando a ocorrência de migração do nutriente. Esse fenômeno é pouco comum em solos argilosos, onde a alta capacidade de adsorção de P geralmente limita sua mobilidade vertical.

A aplicação sistemática de doses elevadas de P, como as utilizadas nos tratamentos CA 630 e CA 840, que corresponderam a 3,7 e 4,9 vezes, respectivamente, a dose de P recomendada para a manutenção da cultura visando uma produção de  $20 \text{ t ha}^{-1}$  de massa seca de tifton (Tabela 2), resultou em um acúmulo excessivo do nutriente no solo (Figura 11). Esse acúmulo elevado de P aumenta o risco de perdas por escoamento superficial, com potenciais impactos ambientais. Esses resultados evidenciam a importância de equilibrar a aplicação de fertilizantes e resíduos animais com a capacidade de uso do P pelas plantas e a capacidade de retenção do solo. Em Santa Catarina, por exemplo, Gatiboni et al. (2015) propuseram índices para regulamentar a aplicação de dejetos suínos com base na dinâmica do P no solo, visando minimizar riscos de contaminação de corpos hídricos. Esses resultados reforçam a necessidade

de ajustes nas doses de P aplicadas, alinhando-as às exigências da cultura e à capacidade de armazenamento do solo, a fim de evitar problemas ambientais a médio e longo prazo.

Os teores de K no solo, que já se encontravam na faixa alta no início do experimento (CQFS-RS/SC, 2016), mantiveram-se ou aumentaram na camada de 0 a 5 cm após 12 meses de aplicação dos tratamentos (Figura 11). Os tratamentos com cama de aves, principalmente nas maiores doses (CA 630 e CA 840), resultaram em teores de K próximos a  $580 \text{ mg dm}^{-3}$ , teores muito superiores ao teor crítico para a cultura. Esse acúmulo evidencia a aplicação excessiva do nutriente, uma vez que todas as doses de cama de aves, exceto a CA 210, excederam a quantidade de K necessária para a manutenção da cultura visando uma produção de  $20 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de massa seca (Tabela 2). Além disso, as maiores doses de cama de aves promoveram o aumento dos teores de K em camadas mais profundas, indicando a migração do nutriente no perfil do solo.

Ao término do experimento, após 48 meses, a análise do solo revelou que os teores de K mantiveram-se iguais ou superiores aos valores iniciais em praticamente todas as camadas avaliadas (Figura 11). Para todas as doses de cama de aves, os teores de K ultrapassaram  $300 \text{ mg dm}^{-3}$  até a profundidade de 20 cm. Nas maiores doses de cama de aves, os teores excederam  $400 \text{ mg dm}^{-3}$ , inclusive na camada de 20 a 30 cm, indicando a migração do nutriente em profundidade. Esses elevados teores de K em solos fertilizados com cama de aves são comuns em lavouras do Oeste Catarinense, onde a disponibilidade do produto nas propriedades leva os produtores a aplicarem doses superiores às demandas das culturas. Como resultado, observam-se teores de K frequentemente superiores a  $500 \text{ mg dm}^{-3}$ , evidenciando o acúmulo excessivo do nutriente no solo.

Diferentemente da cama de aves, que promoveu acúmulo de K em todas as camadas do solo, independentemente das doses aplicadas, os tratamentos com fontes minerais (MI 420 e OM 420) resultaram em redução dos teores de K, principalmente na camada de 10 a 20 cm (Figura 11). Esses resultados indicam que a recuperação aparente do potássio acima de 100% nos tratamentos com fontes minerais ocorreu devido à absorção do estoque de potássio preexistente no solo. Os teores de K nos tratamentos com fontes minerais não diferiram significativamente do tratamento controle em nenhuma das camadas avaliadas. Os dados sugerem que, para o capim Tifton 85 destinado à produção de feno, a adubação de manutenção de K deve ser superior à recomendação genérica para gramíneas proposta no manual de adubação dos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

No tratamento MI 420, que aplicou aproximadamente  $400 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , observou-se a manutenção dos teores iniciais de K na camada de 0 a 10 cm, mas houve redução nas camadas mais profundas. Esse fenômeno está associado à elevada produtividade desse tratamento, que, na média dos quatro anos, ultrapassou  $25 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de massa seca. Considerando que cada tonelada de massa seca exporta, em média, 20 kg de  $\text{K}_2\text{O}$  (Coutinho et al., 2014), a exportação anual de  $\text{K}_2\text{O}$  foi de aproximadamente  $500 \text{ kg ha}^{-1}$ , valor superior à quantidade aplicada. Vale destacar que os teores médios de potássio na massa seca não diferiram entre o tratamento mineral (MI 420) e com cama de aves (CA 420), mantendo-se em torno de 1,5% de K (dados não mostrados). A diferença na exportação de K deve-se, portanto, à maior produtividade do tratamento exclusivamente com fontes minerais comparativamente a dose análoga em cama de aves.

O pH do solo, o qual já se encontrava em valores muito elevado desde a implantação do experimento, em torno de 7,0, variou no tempo e em profundidade em razão dos tratamentos (Figura 12). Na avaliação feita aos 12 meses após início do experimento o pH da camada 0 a 5 cm não diferiu entre as doses de cama de aves, porém as duas maiores doses de cama de aves (CA 630 e CA 840) apresentaram pH maior o que o tratamento MI 420. Para as camadas inferiores não houve diferença entre os tratamentos.

Após 48 meses, as maiores doses de cama de aves (CA 420, CA 630 e CA 840) apresentaram pH mais elevado em comparação ao tratamento controle, ao tratamento com fonte mineral (MI 420) e ao tratamento organomineral (OM 420), tanto na camada de 0 a 5 cm quanto na camada de 5 a 10 cm. A diferença de pH foi de aproximadamente 0,4 unidades. Nas camadas mais profundas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. O aumento do pH do solo em decorrência da aplicação de cama de aves era um fenômeno esperado, uma vez que esse resíduo apresenta poder de neutralização (PN) em torno de 10% e pH próximo a 9,0. Esse efeito ocorre devido à presença de sobras de ração, excreta das aves e cal adicionada ao material, que elevam o pH do resíduo e o tornam um corretivo da acidez do solo (Rogeri et al., 2016).

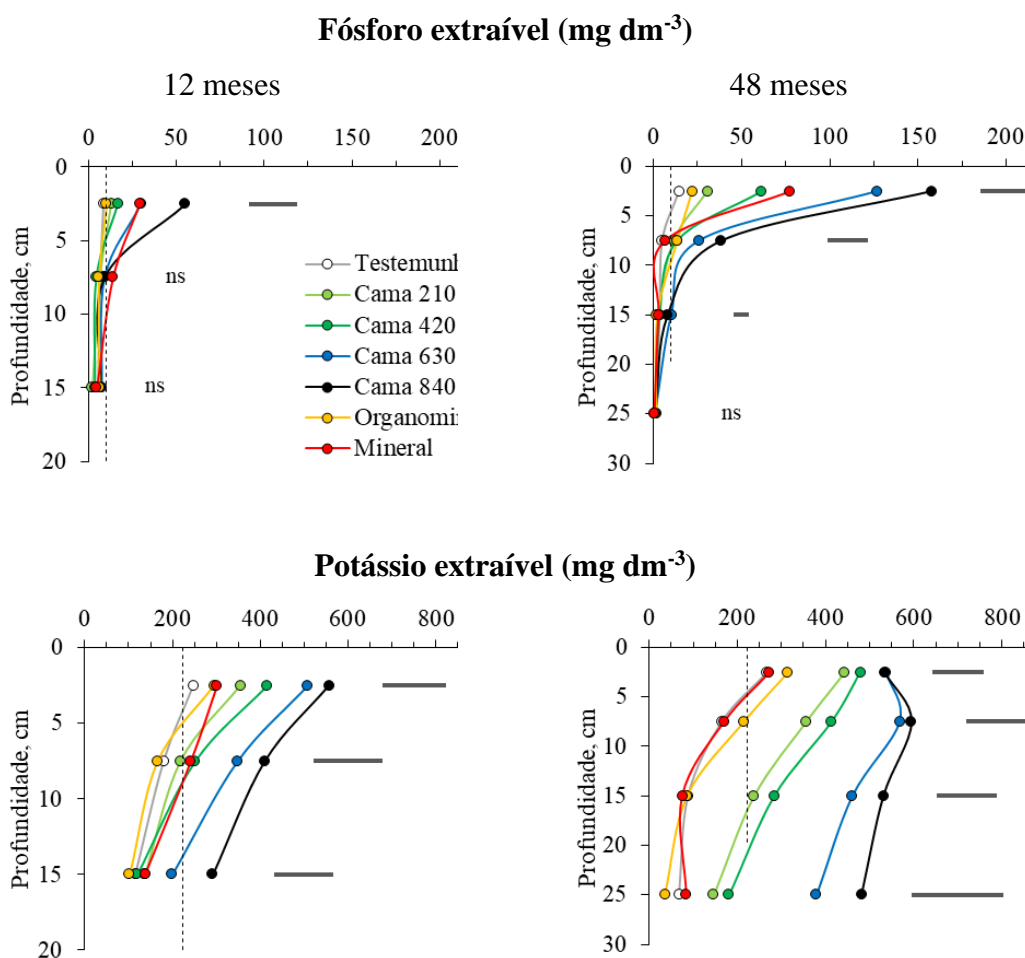


FIGURA 11 - Fósforo e potássio extraível após 12 e 48 meses de cultivo de tifton 85 em solo fertilizado com doses de nitrogênio aplicados na forma de cama de aves, fertilizante mineral e organomineral (cama de aves + fertilizante mineral). Linha tracejada vertical indica a condição inicial do solo. Barras horizontais representam a diferença mínima significativa calculada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup>Diferença não significativa.

A acidez potencial do solo (H+Al) não apresentou diferença significativa entre as doses de cama de aves aplicadas. No entanto, o tratamento com fontes minerais (MI 420) apresentou maior acidez potencial em comparação aos tratamentos com cama de aves na camada superficial do solo (0 a 5 cm) tanto na avaliação feita aos 12 quanto aos 48 meses (Figura 12). Os resultados indicam que o processo de reacidificação foi mais intenso nas camadas superficiais no tratamento com fontes minerais, devido ao potencial acidificante dos fertilizantes utilizados, especialmente o superfosfato triplo e a ureia (Ernani, 2016; Rodella, 2018). Embora a acidez potencial do solo fosse inicialmente baixa, em razão do elevado pH do solo, observou-se que o uso de fontes minerais tende a reacidificar o solo mais rapidamente em comparação aos tratamentos com cama de aves. Essa característica da cama de aves é

interessante, pois seu uso contínuo, dependendo das doses aplicadas, pode reduzir ou eliminar a necessidade de reaplicação de corretivos no tempo para manutenção do pH do solo.

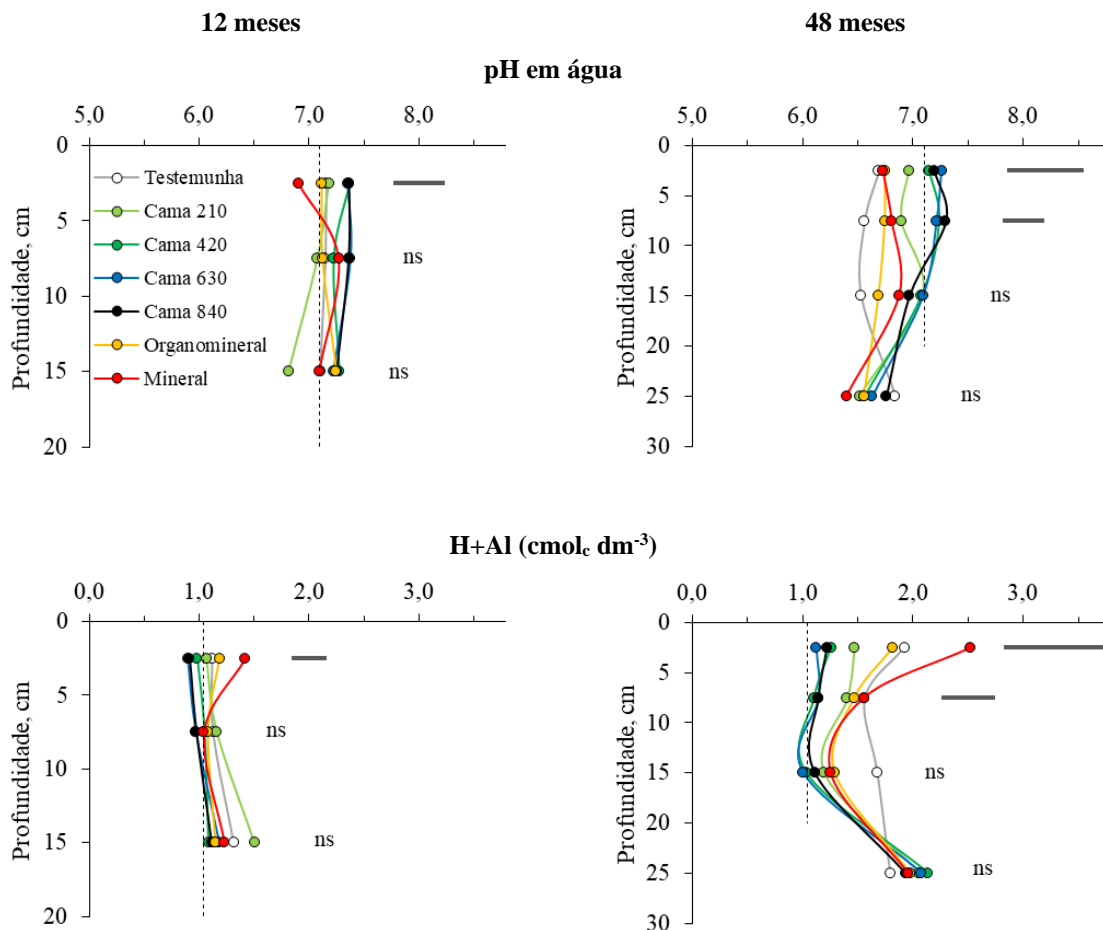


FIGURA 12 - pH em água, acidez potencial (H+Al) após 12 e 48 meses de cultivo de tifton 85 em solo fertilizado com doses de nitrogênio aplicados na forma de cama de aves, fertilizante mineral e organomineral (cama de aves + fertilizante mineral). Linha tracejada vertical indica a condição inicial do solo. Barras horizontais representam a diferença mínima significativa calculada pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). <sup>ns</sup>Diferença não significativa.

## 6. CONCLUSÃO

A produção de massa seca do Tifton 85 aumenta linearmente com as doses de cama de aves; no entanto, as fontes minerais que utilizam quantidades equivalentes de N, P e K resultam em maior produtividade.

Em relação à recuperação aparente de nutrientes do Tifton 85, o nitrogênio é mais eficientemente recuperado quando se utiliza exclusivamente nitrogênio mineral (ureia) em comparação às doses de cama de aves e o tratamento com organomineral. O fósforo apresenta

a menor taxa de recuperação entre os nutrientes avaliados, independentemente das fontes orgânica e mineral utilizada. Já o potássio é mais eficientemente recuperado pelas fontes mineral e organomineral, com taxas superiores a 100%, indicando que parte do K absorvido foi extraído dos estoques do solo.

A aplicação de cama de aves acumula P e K no solo, independentemente da dose, principalmente nas camadas superficiais (0-5 cm), em que doses elevadas resultam em teores acima das necessidades da cultura. Por outro lado, as fontes minerais e organominerais promovem a depleção de potássio no solo, especialmente em profundidades abaixo de 5 cm, indicando que a maior recuperação de K nessas fontes foi proveniente dos estoques do solo. Além disso, as maiores doses de cama de aves, aumenta o pH do solo, enquanto as fontes minerais tendem a reduzi-lo ao longo do tempo.

Os efeitos benéficos esperados da cama de aves ao longo do tempo sobre os atributos químicos, físicos e biológicos do solo não são suficientes para produzir massa seca de forma equivalente à mesma dose de nutrientes aplicada via fontes minerais. Isso ocorre devido ao aumento nos teores de P e K no solo com a aplicação de cama de aves, que resultam na menor eficiência de uso do nitrogênio proveniente dessa fonte orgânica e na produtividade da cultura.

A combinação de cama de aves com fertilizantes minerais pode ser uma estratégia interessante para otimizar o uso de nutrientes (evitando excessos ou deficiências), além de promover o uso eficiente dos recursos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AVILA, V.S et al. Avaliação de materiais alternativos em substituição a maravalha como cama de aviário. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 37, n.2, p. 273-277, 2008.

AVISITE. **Cama para aves: variáveis a serem observadas**. 2024. Disponível em: [https://www.avisite.com.br/cama-para-aves-variaveis-a-serem-bservadas/?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.avisite.com.br/cama-para-aves-variaveis-a-serem-bservadas/?utm_source=chatgpt.com). Acesso em: 16 jan. 2025.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - ANDA. Principais indicadores do setor de fertilizantes: macro indicadores. **Associação nacional para difusão de adubos**, São Paulo, 2023. Disponível em: [https://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](https://anda.org.br/pesquisa_setorial/). Acesso em: 4 maio 2024.

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

BOTEGA, J. L. **Compostagem E Caracterização Físico-Química De Substrato De Cama De Aviário: Estudo De Caso**. 2019. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Ambientais) -

Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.

CHAGAS, E. *et al.* Decomposição e liberação de nitrogênio, fósforo e potássio de resíduos da cultura do feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 31, n. 4, p. 723-729, 2007.

COLUSSI, G.; SILVA, L. S.; MINATO, E. A. Escarificação e adubação orgânica: efeito na recuperação estrutural de solo produzindo Tifton 85. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p.1956-1961, nov. 2014.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO- RS/SC - CQFS-RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria, SBCS - Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.

COUTINHO, E. L. *et al.* (2014). Calagem e adubação potássica para o capim Tifton 85. **Bioscience Journal**, v. 30, n. (1), p. 101-111. 2014

CORRÊA, J.C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos. In.: PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A. (Eds). *Manejo ambiental na avicultura*. **Embrapa Suínos e Aves**, 2011. p.126-152. (Documentos, n.149).

CRUZ, N. S. **Produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes em solo adubado com dejetos animais durante nove safras**. 2019. 56 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2019.

EMBRAPA. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. 2024. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/436062/1/CUsersPiazzonDocumentsProntosCNPSADOCUMENTOS16CAMADEAVIARIOMATERIAISREUTILIZACAOUSOCOMOALIMENTOEFERTILIZANTEFL12.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

EPAGRI (Santa Catarina) (Org.). **Síntese anual da agricultura de santa catarina**. Itacorubi: Departamento Estadual de Marketing e Comunicação (Demc), 2022. 195 p. Disponível em: [https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Sintese\\_2020\\_21.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2020_21.pdf). Acesso em: 24 mar. 2023.

ERNARNI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages: O autor, 2016. 256 p.

FONTANELI, R. S. *et al.* **FORAGEIRAS PARA INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA-FLORESTA NOS TRÓPICOS**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. 199 p.

GATIBONI, L.C *et al.* Limites críticos de fósforo no solo para avaliar seu risco de transferência para águas superficiais no estado de Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira De Ciência Do Solo**, v. 39, n.1, p. 1225-1234, 2015.

GIEHL, A. L. *et al.* **Produção de frango em Santa Catarina: uma análise da regionalização dos abates**. In: CONGRESSO SOBER - SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, 59. 2021, Brasília.

HENTZ, E. A.; CARVALHO, P. C. F. Impactos ambientais da fertilização orgânica em sistemas agropecuários na região Sul brasileira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 340-352, 2014.

KONZEN, E. Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, Sete Lagoas, 2003. 10 p. (Circular Técnica, 31).

KYAKUWAIRE, M. *et al.* How safe is the use of poultry litter for land application as an organic fertilizer?: a review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 19, p. 3521, 2025.

LOURENÇO, K. S. *et al.* Crescimento e absorção de nutrientes pelo feijoeiro adubado com cama de aves e fertilizantes minerais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 2, p. 462-471, 2013.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (Brasil). **Secretaria de assuntos estratégicos. Produção Nacional de Fertilizantes: Estudo estratégico**. Gov.br, Brasil, v. 10, p. 3-3, 2022.

METZNER, C. M. **Índices de referência para apoio na precificação da cama de aviário como fertilizante**. 2017. 78 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural Sustentável) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2017.

MUMBACH, G. L. *et al.* Variação temporal de nitrogênio, fósforo e potássio em solo adubado com diferentes fertilizantes. **Embrapa**, Passo Fundo, 2016. p. 178-180.

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1572-1580, 2008.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: Novais, R. F. *et al.* (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS. 2007.

OLIVEIRA, M. A. *et al.* Análise de crescimento do capim-bermuda ‘Tifton 85’ (*Cynodon spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1930-1938, 2000.

OLIVEIRA, E. R. *et al.* Adubação orgânica em sistemas de produção animal: impactos na fertilidade do solo e na produtividade das pastagens. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, 2019.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. (comps.). **Manual de adubação e calagem do estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NEPAR-SBCS), 2019. 289 p.

PEREIRA, O. G. *et al.* **Crescimento do capim Tifton 85 sob doses de nitrogênio e alturas de corte**. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 41, n. 1, p. 30-35, 2012.

PINTO, M. A. B. *et al.* Resíduos orgânicos na produção do Tifton 85 com sobressemeadura de azevém. **7º JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**. Anais [...]. Concórdia : Core, 2013. p. 1.

PINTO, C. E. *et al.* Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação de cama de peru. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 32-41, 2012.

PORTUGAL, A. F. *et al.* Efeitos da utilização de diferentes doses de cama de frango por dois anos consecutivos na condição química do solo e obtenção de matéria seca em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In: **SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS**, 1., 2009, Florianópolis. *Uso dos resíduos da produção animal como fertilizante*. Florianópolis: Siger, 2009. p. 137-142.

PRA, M. A. D. *et al.* Uso de cal virgem para o controle de *Salmonella spp.* e *Clostridium spp.* em camas de aviário. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1189-1194, 2009.

PRIMAVESI, A. C. *et al.* Adubação nitrogenada em capim-coastcross: efeitos na extração de nutrientes e recuperação aparente do nitrogênio. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 33 n. 1, p. 68-78, 2004.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução de Alfredo Scheid Lopes. 1. ed. São Paulo: ANDA-Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2017. 178 p.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas. 2010. p. 86-88

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. 1, p. 534-540, 2015.

ROGERI, D. A., Ernani, P. R., Mantovani, A., & Lourenço, K. S. (2016). Composition of poultry litter in Southern Brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 40, e0140697.

RODELLA, A. A. Requisitos de qualidade dos fertilizantes minerais. **Piracicaba: IPNI**, 2018.

RURAL PECUÁRIA. Cama de Frango: Saiba a utilização correta e evite prejuízos. **Rural Pecuária**, São José do Rio Preto, jul. 2016.

SHARPLEY, A. N.; SMITH, S. J.; BAIN, W. R. Nitrogen and phosphorus fate from long-term poultry litter applications to Oklahoma soils. **Soil Science Society of America journal. Soil Science Society of America**, v. 57, n. 4, p. 1131-1137, 1993.

SILVA, R. F. *et al.* Changes in edaphic mesofauna by successive application of pig slurry and poultry litter in Tifton 85 pasture. **Revista brasileira de ciencias agrarias/Brazilian journal of agricultural sciences**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

SILVA, A. W. L. da *et al.* Acúmulo mensal de forragem em pastagem de tifton 85 no Oeste catarinense/ monthly forage accumulation in tifton 85 pasture in western region of santa catarina state, brazil. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 7233-7249, 2021.

SLATON, N. A. *et al.* Soybean response to phosphorus and potassium supplied as inorganic fertilizer or poultry litter. **Agronomy journal**, v. 105, n. 3, p. 812-820, 2013.

SOUSA, D. M. G. *et al.* **Manejo da adubação potássica em solos tropicais**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2019. (Boletim Técnico).

TEDESCO, M. J. *et al.* **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174 p.

TEIXEIRA, A. M. *et al.* Desempenho de vacas Girolando mantidas em pastejo de Tifton 85 irrigado ou sequeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, p. 1447-1453, 2013.

THESEO .Método fermentativo: passo a passo para aumentar a eficiência do seu tratamento. **Lanxess**. São Paulo, 2022.

ZAPPAROLI, R. A. *et al.* **Resposta do Tifton 85 a adubação com cama de frango peletizada**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2014.