

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA CÂMPUS SÃO MIGUEL  
DO OESTE AGRONOMIA

Matheus Frizzo

Weslei Isotton

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO USO DE CAMA DE AVES NA  
ADUBAÇÃO DE PASTAGEM DE TIFTON 85**

São Miguel do Oeste – SC (2023)

Matheus Frizzo

Weslei Isotton

**EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO USO DE CAMA DE AVES NA ADUBAÇÃO DE  
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

Prof. Dr. Douglas Antonio Rogeri

Coorientador

Prof. Dr. Alcione Miotto

São Miguel do Oeste- SC (2023)

Matheus Frizzo

Weslei Isotton

**Eficiência Agronômica do Uso de Cama de Aves na Adubação de Pastagem de Tifton 85**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Douglas Antonio Rogeri, Adinor José Capellesso e Priscila Flôres Aguirre, na data 30/10/2023, 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.



Dr. Douglas Antonio Rogeri

## RESUMO

Em regiões com elevada presença de avicultura integrada, a utilização de cama de aves como fertilizante representa uma estratégia promissora para reduzir os custos de produção. No entanto, o uso indiscriminado deste resíduo, sem embasamento técnico, pode resultar em problemas ambientais, bem como na redução de seu potencial fertilizante. No caso das pastagens, dentre outras razões, isso é agravado pela carência de pesquisas que deem suporte aos agricultores em relação às doses, frequência de aplicação, eficiência agrônômica e viabilidade econômica do uso de cama de aves na adubação. Dessa forma, o objetivo do estudo foi obter índices de eficiência agrônômica do uso de cama de aves sobre o rendimento de massa seca (MS) do Tifton 85 (*Cynodon* spp.), para subsidiar a recomendação técnica aos agricultores. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Santa Catarina, câmpus São Miguel do Oeste, sob um Nitossolo Vermelho, com 550 g kg<sup>-1</sup> de argila, sendo conduzido por quatro anos (2018 a 2022). Os tratamentos consistiram na aplicação de cama de aves ao solo de modo a suprir 0, 50, 100, 150 e 200 % da demanda de nitrogênio (N) da cultura para produzir 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS, seguindo a análise de solo inicial, as doses foram 0, 210, 420, 630 e 840 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N, respectivamente. Adicionalmente, dois tratamentos com uso de fertilizantes minerais também foram utilizados, sendo um com aplicação somente de adubos minerais e o outro com aplicação de fertilizantes minerais e cama de aves de modo combinado (organomineral), ambos aplicando a mesma dose de N ao solo (420 kg ha<sup>-1</sup>). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Em cada corte da forrageira foram avaliados a produção de MS e determinados os teores de N no tecido. Com essas determinações, foram calculados os índices de equivalência agrônômica, eficiência agrônômica relativa (EAR) e a recuperação aparente pela cultura do N aplicado. Na média dos quatro anos avaliados, a produção de MS do Tifton 85 aumentou de forma linear com as doses de cama de aves, do tratamento controle e a maior dose de cama de aves (820 kg ha<sup>-1</sup> de N), saindo de 6,0 para 30 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Os índices de equivalência agrônômica, EAR, e a recuperação aparente de N mostraram a superioridade da adubação com fontes minerais em relação à cama de aves. As possíveis melhorias químicas, físicas e biológicas proporcionadas ao longo do tempo pela cama de aves, não permitiram elevar a eficiência da cama para índices próximos ao da adubação mineral. A EAR da cama de aves em relação a sua dose equivalente em nutrientes aplicados por meio de fonte minerais, na média dos quatro anos, ficou em torno de 70%, similar ao apontado na literatura. O uso combinado de cama de aves com fontes minerais (organomineral) produziu MS de forragem, bem como a percentagem de recuperação aparente de N, de modo equivalente a cama de aves em sua dose análoga em N. Em que pese os menores índices de eficiência, a cama de aves pode ser uma ótima fonte de nutriente para uso isolado ou combinado com fontes minerais para adubação do Tifton 85, por ser efetiva na produção de forragem e por possuir um preço de aquisição muito inferior às fontes minerais.

**Palavras-chave:** Adubação orgânica; Recuperação aparente de N; Resíduos animais.

## SUMARIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. OBJETIVO GERAL.....	9
2.1 Objetivos específicos.....	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1 Caracterização do Tifton 85.....	10
3.2 Adubação Orgânica.....	11
3.3 Eficiência da adubação orgânica.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	21
6. CONCLUSÃO.....	30
7. REFERENCIAS.....	32

## ÍNDICE DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - Imagem aérea da área experimental ao término da condução do estudo em março de 2022 .....	15
FIGURA 2 - Aplicação dos tratamentos de forma manual logo após a realização do corte da cultura.	18
FIGURA 3- Amostragem do Tifton 85 por meio do uso de segadeira motorizada.....	19
FIGURA 4 - Amostragem do Tifton 85 por meio do uso de tesoura de tosquia e quadro dimensionador. .....	19
FIGURA 5 - Rendimento acumulado de MS ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) do 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). <b>Nota:</b> 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.....	21
FIGURA 6 - Produção acumulada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de MS do Tifton 85, no decorrer dos 20 cortes, efetuados ao longo de quatro anos de condução do experimento, em razão da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, CA 420, CA 630 e CA 840), uréia (MI420) e uréia+ cama de aves (OM 420).....	23
FIGURA 7 - EAR - Eficiência agronômica relativa (%), na média de quatro anos de condução do experimento, da produção de MS do Tifton 85 dos tratamentos que receberam cama de aves (CA 210, CA 420, CA 630 e CA 840) , adubação combinada de cama de aves + ureia (OM 420) em relação à fonte mineral de adubação com uréia (MI 420), cujo valor no gráfico corresponde a 100%. ....	25
FIGURA 8 - Quantidade acumulada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de N absorvido pela cultura do Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função de doses de N, supridas por meio de doses cama de aves, uréia (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. ....	26
FIGURA 9 - Recuperação aparente (%) do nitrogênio do total aplicado em cultivo do Tifton 85, após quatro anos de do estudo, em função da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de ureia (MI 420) e organomineral (uréia + cama de aves - OM420).....	28
FIGURA 10 - Recuperação aparente de nitrogênio (%) do total aplicado em cada ano de avaliação do experimento com Tifton 85 adubada com doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), uréia (MI 420) e organomineral (uréia + cama de aves - OM420).....	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. ....	12
TABELA 2 - Laudo de análise química e física da cama de aves usada no experimento. Fonte: Laboratório de análises de solo, resíduos e plantas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAS - UFRGS). ....	16
TABELA 3 - Quantidades de fertilizantes orgânicos (base seca) e minerais aplicados anualmente em função de cada tratamento. ....	17
TABELA 4 - Custos aproximados dos fertilizantes aplicados nos tratamentos. ....	30

## 1. INTRODUÇÃO

A mesorregião do Oeste de Santa Catarina tem como principal atividade econômica a produção agropecuária. No ano de 2022 a produção de frangos contribuiu com mais de 15,9 % do Valor da Produção Agropecuária (VPA) do setor (EPAGRI, 2022). O estado de Santa Catarina é o segundo maior produtor de frangos do Brasil, em que cerca de 78% dos animais são produzidos na mesorregião do Oeste Catarinense. A criação de aves de corte e postura é conduzida, prioritariamente, em sistema intensivo, 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 ser reutilizados sem causar impactos ambientais.

A bovinocultura de leite e corte também representam atividades econômicas de considerável importância para a agricultura catarinense. A microregião de São Miguel do Oeste apresenta a maior produção leiteira do Estado, com mais de 764 milhões de litros produzidos no ano de 2021, que representa 24 % da produção estadual (EPAGRI, 2022). Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2023), Santa Catarina ocupou o 4º lugar no ranking dos estados com maior produção leiteira do país, chegando a 3,2 bilhões de litros. A produção leiteira demanda grande quantidade de alimento volumoso durante o ano todo. Porém, na região Sul, há redução de produção de pastagens no outono e início da primavera. Por essa razão, muitos produtores armazenam forragem na forma de feno ou silagem para épocas do ano de baixa oferta.

O uso contínuo de áreas para a produção de feno e silagem, que resultam em elevadas exportações de nutrientes contidos no material vegetal. Se não forem feitas adubações adequadas de reposição, essa produção pode levar a paulatina degradação da fertilidade do solo (SILVA, 2015). Essas áreas, diferentemente de áreas de pastejo em que parte dos nutrientes retornam ao solo por meio das excretas dos animais, necessitam maior atenção com adubações de manutenção para evitar a depleção da fertilidade do solo. Nesse contexto, a criação de aves pode representar uma atividade complementar à bovinocultura leiteira. Os resíduos gerados na criação de aves podem ser utilizados como fonte fertilizante alternativo, de baixo custo, em substituição às fontes minerais na adubação de pastagens e/ou em lavouras para produção de feno e silagem.

Nos últimos anos, o crescimento contínuo do agronegócio brasileiro resultou na elevada demanda por fertilizantes, que na sua grande maioria são importados de outros países. Atualmente, o Brasil é o quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo, sendo responsável

por cerca de 8,3% do consumo global, ficando atrás apenas de China (24%), Índia (14,6%) e Estados Unidos (10,3%) (GLOBALFERT, 2023). Os nutrientes mais utilizados no Brasil são o potássio (38%), seguido por cálcio (33%) e nitrogênio (29%) (MAPA, 2022). No ano de 2022, as importações de fertilizantes atingiram a marca de 34,6 milhões de toneladas. Já a produção brasileira de fertilizantes atende em torno de 25% da demanda nacional, tornando o país dependente de importações e, conseqüentemente, suscetível às variações do mercado internacional (ANDA, 2023). O Brasil é dependente da importação de, aproximadamente, 95% do nitrogênio e potássio (K) consumidos. Esses são, provenientes, sobretudo, da Rússia, China e países do Oriente Médio. Quanto ao fósforo (P), o país importa cerca de 75% da demanda, cujos fertilizantes provêm principalmente da China, Marrocos e Rússia (GLOBALFERT, 2023).

Nos últimos anos, o mercado de fertilizantes sofreu significativas flutuações de preços, em virtude de diversas questões geopolíticas. Junto ao apelo ambiental, fontes alternativas de adubação passam a ganhar ainda mais importância, por serem fontes potencialmente mais econômicas. A cama de aves é um resíduo muito interessante, visto que pode contribuir para ciclagem de nutrientes e para redução de custos de produção, trazendo benefícios tanto para a planta quanto para o produtor rural (CHAGAS et al., 2007). Ademais, os resíduos orgânicos podem servir como condicionadores de solo, melhorando seus atributos físicos e químicos (REETZ, 2016). No entanto, para o uso é importante que se tenha o devido conhecimento agrônomo de qualquer tipo de fertilizante. Por isso, é de grande importância o desenvolvimento de pesquisas locais para dar suporte aos agricultores nas tomadas de decisões sobre a escolha dos insumos a serem utilizados (PANDOLFO & CERETTA, 2008). Seguindo o conhecimento teórico, o presente estudo partiu da hipótese que, a longo prazo, a eficiência agrônoma da adubação com cama de aves se aproxime daquelas obtidas com fertilizantes minerais, tendo em vista as melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo proporcionadas pelo uso prolongado do resíduo.

Os resíduos provenientes da criação de aves, popularmente denominada de cama de aves, são aplicados normalmente em áreas de lavouras ou pastagens, principalmente em locais que permitem a aplicação mecanizada. Em muitos casos as aplicações ocorrem sem critérios técnicos, visto que muitos agricultores desconhecem a composição química do material, bem como a taxa de disponibilização dos seus nutrientes. Em algumas situações, a aplicação de doses elevadas de cama de aves ao solo pode tornar o resíduo potencialmente poluidor, principalmente em razão da rápida conversão do seu N solúvel para formas nítricas, as quais

podem ser lixiviadas e vir a contaminar corpos hídricos (ROGERI et al., 2015). Além disso, a correta destinação do resíduo se faz necessária para aumentar seu potencial fertilizante, de modo a reduzir a demanda de fertilizantes minerais, bem como diminuir a possibilidade de problemas ambientais.

O aproveitamento dos resíduos da avicultura na adubação de pastagens pode ser estratégico, visando a produção sustentável. Para que isso ocorra, é necessário que os produtores usem racionalmente o resíduo, embasados em informações confiáveis de pesquisa que lhes deem suporte em relação às doses de aplicação ao solo. Além disso, é muito importante que os agricultores tenham noção do valor máximo que pode ser pago pela tonelada da cama de aves para que a produção seja eficiente economicamente. Este trabalho se propões a ampliar os conhecimentos, que venham a orientar agricultores em relação às doses, eficiência agrônômica comparada a fertilizantes minerais, viabilidade econômica, frequência de aplicações e consequências na qualidade das pastagens, pelo uso de cama de aves nas adubações de pastagens.

## **2. OBJETIVO GERAL**

Obter índices de eficiência agrônômica do uso de cama de aves sobre o rendimento feno de capim Tifton 85 (*Cynodon spp.*), de modo a subsidiar a recomendação técnica aos agricultores sobre doses do resíduo para aplicação ao solo em substituição parcial ou total aos fertilizantes minerais.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Avaliar a massa seca (MS) e o teor de N da parte aérea da forrageira;
- Determinar as quantidades de nitrogênio absorvidas e exportadas pelo Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo
- Obter índices de equivalência agrônômica dos fertilizantes minerais e organominerais (cama de aves + fontes minerais) sobre o rendimento de MS da cultura em relação à cama de aves.
- Avaliar a recuperação aparente pelo Tifton 85 do nitrogênio aplicado em cada ano de avaliação, bem como ao término do estudo considerando todos os anos juntos.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A criação de aves no Estado de Santa Catarina caracteriza-se, predominantemente, pela produção em pequenas propriedades com emprego de mão de obra familiar. A utilização dos resíduos orgânicos produzidos por esta atividade na adubação do solo é uma interessante forma de reduzir os custos de produção, maximizar o lucro do produtor e tornar as atividades agrícolas viáveis economicamente (KONZEN, 2003). Diferentemente dos fertilizantes minerais, que possuem composição mínima definida, a quantidade de nutrientes da cama de aves é variável, o que dificulta a utilização de referenciais para a recomendação de doses destes materiais. Em complemento, a disponibilidade dos nutrientes é dependente de condições edafoclimáticas e de características intrínsecas do resíduo (ROGERI et al., 2015).

A atividade leiteira, praticada de forma isolada ou associada à criação de aves, na pequena propriedade rural é uma importante fonte de renda para muitos produtores rurais de Santa Catarina. Nessa atividade, o capim Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é muito utilizado na produção de forragem verde para pastejo, bem como para fenação (LEE et al., 2010; CARVALHO, 2011; COLUSSI et al., 2014). A produtividade de gramíneas forrageiras é dependente da contínua emissão de folhas e perfilhos. Um dos principais atributos qualitativos das forragens, que afeta significativamente o rendimento animal, é a proteína bruta, cujo teor nas plantas é diretamente dependente do teor de nitrogênio do solo (CECATO et al., 2001).

#### 3.1 Caracterização do Tifton 85

O Tifton 85 (*Cynodon* spp.) é uma gramínea híbrida e estéril desenvolvida no município de Tifton, Georgia, EUA, resultante do cruzamento da Tifton-65 com a espécie Bermuda Grass, cujo lançamento ocorreu no ano de 1983. A planta é perene, estolonífera, de metabolismo C4 (ATHAYDE et al., 2004) e possui elevada massa foliar e rizomas grossos, aspecto que justifica a tolerância a diversos fatores ambientais, estiagens e pastejo intensivo (ZAPPAROLI, 2014). A gramínea possui estacionalidade de produção nas épocas de estiagem e períodos de inverno, não sendo tolerante a baixas temperaturas, quando cessa praticamente por completo o desenvolvimento da parte aérea (GALZERANO et al., 2008; SILVA et al., 2021).

A produtividade do Tifton 85 está intimamente ligada à constante emissão de folhas e perfilhos, sendo que essas emissões são afetadas por interações entre características genéticas

e os efeitos do ambiente nos processos fisiológicos (CARVALHO, 2011). Um dos atributos de destaque nas forrageiras pertencentes ao gênero *Cynodon* spp. é a concentração de proteína bruta (PB), a qual exerce uma influência direta sobre o desempenho dos animais e representa um dos componentes de custo mais significativos na formulação de dietas animais. Viçosi et al. (2020) observaram que pastagens sob manejo intensivo, com doses elevadas de adubação, principalmente nitrogenada, e cortes frequentes, apresentam maiores teores de PB. Isso ocorre devido à renovação mais frequente da área foliar, resultando em uma maior relação folha/colmo e teores de PB mais elevados.

### **3.2 Adubação Orgânica**

Na região Sul do país, a avicultura é uma das principais atividades econômicas, a qual gera grandes quantidades de resíduos orgânicos. Entre os anos de 2020 a 2021, na microrregião de São Miguel do Oeste, foram produzidas anualmente cerca de 70 milhões de frangos, representando cerca de 8,4 % da produção do estado de Santa Catarina (EPAGRI, 2022). Levando em consideração a produção média de 1,8 kg de excretas por ave durante sua vida (KONZEN, 2003), a produção aproximada anual de fezes na microrregião de São Miguel do Oeste foi de 126 mil toneladas, sem considerar os materiais utilizados como cama para a produção das aves. Esses resíduos podem suprir de forma integral ou parcial os fertilizantes minerais nas adubações das mais variadas culturas. Além disso, podem ser utilizados na geração de energia e gás combustível (DALÓLIO et al., 2017), sendo de grande importância o desenvolvimento de tecnologias que visem reaproveitar esse material (CORRÊA & MIELE, 2011).

Em razão do aumento dos preços dos fertilizantes minerais, muitos agricultores têm buscado fontes alternativas, como a cama de aves, para a adubação das culturas. Isso resultou no aumento do preço desse resíduo. No entanto, o custo por quilograma de nutriente permanece consideravelmente mais baixo em comparação com as principais fontes minerais disponíveis no mercado. Valadão et al. (2001) destacam que o incremento na utilização de adubos orgânicos se deve, em parte, ao custo elevado dos fertilizantes inorgânicos. Além disso, ressaltam a alta solubilidade e a limitada capacidade de condicionamento do solo das fontes minerais, em contraste com as fontes orgânicas que apresentam taxas distintas de disponibilidade de nutrientes, além de melhorar atributos químicos e físicos dos solos. As fontes orgânicas quando

aplicadas ao solo, necessitam ser mineralizadas por microrganismos para converter a maior parte dos nutrientes presentes nos compostos orgânicos para formas absorvíveis pelas plantas. Isso é válido principalmente para o nitrogênio, visto que apenas uma pequena fração desse nutriente se encontra na forma mineral solúvel quando o resíduo é retirado dos aviários (ROGERI et al., 2015).

Uma das limitações na utilização da cama de aves se deve a variação de sua composição química, em razão de diversos fatores, como a categoria animal, número de lotes criados e manejo utilizado na criação dos animais (ROGERI et al., 2015). Esses resíduos apresentam em sua composição uma diversidade de elementos químicos, principalmente macronutrientes (N, P, K e Ca), bem como micronutrientes (B, Zn, Fe, Cu, Ni, Mn e Cl) (BOTEGA, 2019; PAULETI et al., 2019), como pode ser visualizado na TABELA 1. Por essa razão, o emprego prolongado e excessivo de adubações orgânicas, contendo resíduos animais, pode levar ao acúmulo de micronutrientes como Fe, Zn e Cu no solo, visto que as plantas requerem esses elementos em pequenas quantidades.

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.

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

(Adaptado de Pauletti et al., 2019).

A cama de aves possui proporções desequilibradas de N-P-K, cujo resíduo contendo de 7 a 8 lotes possui composição aproximada de 3,8-4-3,5, respectivamente (CQFS - RS/SC, 2016). Portanto, é importante que, ao aplicar este resíduo ao solo, o agricultor tenha ciência desses teores, a fim de aplicar doses corretas para as culturas e evitar problemas ambientais. Após o

nível de suficiência de um nutriente ser atingido, e na eventualidade de os demais nutrientes se mostrarem insuficientes para suprir as exigências da cultura, torna-se necessário complementá-los por meio de fontes minerais para atender a essa demanda (CORRÊA & MIELE, 2013).

### **3.3 Eficiência da adubação orgânica**

A concentração de nutrientes presentes na cama de aves depende principalmente do tempo de uso desse material para acomodar os animais. Camas em que foram criados mais lotes tendem a apresentar concentrações maiores de nutrientes e redução da relação C/N do material (ARAÚJO et al., 2014). Apesar disso, esses resíduos orgânicos sólidos têm uma liberação lenta de seus nutrientes, se comparados aos fertilizantes minerais e até mesmo aos resíduos orgânicos líquidos, que apresentam a maior parte dos nutrientes prontamente disponíveis para o primeiro cultivo. Para a cama de aves, são utilizados os seguintes índices de eficiência: 1º cultivo, 50% de N, 80% de P e a totalidade do K são disponibilizados às plantas; 2º cultivo, fica residual de 20% para o N e P. Estes dois elementos estão contidos na fração orgânica, necessitando serem mineralizados por microrganismos, momento em que 30% do N é perdido. Já para o K, por não fazer parte da estrutura orgânica dos materiais, esse fica 100% disponível já no primeiro cultivo (CQFS - RS/SC, 2016; PAULETTI et al, 2019).

O N é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas forrageiras para seu desenvolvimento, haja vista que a planta utiliza o nutriente em grande parte de seus processos metabólicos, sendo fundamental na constituição de moléculas como ATP, NADH, NADPH, clorofila, enzimas e, principalmente, proteínas (HARPER, 1994 apud BREDEMEIER e MUNDSTOCK, 2000). Costa et al. (2006) mencionam que, entre todos os nutrientes minerais, o nitrogênio é quantitativamente o mais requerido para o crescimento da planta, cujo seu suprimento resulta em aumento da produção, tendo papel fundamental na constituição de proteínas, cloroplastos e demais compostos da estrutura vegetal. Ainda, conforme dados obtidos por Viçosi et al. (2020), o uso de adubação nitrogenada pode contribuir para o aumento de até 164% na concentração de proteína foliar.

A aplicação de cama de aves como fonte de nitrogênio para plantas, em comparação com fontes minerais de N, demonstra resultados satisfatórios, embora normalmente apresenta eficiência menor. Woodard e Sollenberg (2011) em estudo comparativo entre cama de aves e nitrato de amônio na adubação de Tifton 85, observaram que o rendimento de MS dos tratamentos com cama de aves ficou entre 48 e 67% daqueles obtidos com a fonte mineral. Já Lourenço et al. (2013) observaram que plantas de feijoeiro adubadas com cama de aves

acumularam 58% do N absorvido pelas plantas fertilizadas com uréia, demonstrando a liberação mais lenta do nutriente durante o ciclo da cultura comparativamente à fonte solúvel.

A cama de aves quando aplicada ao solo pode melhorar muitos atributos químicos do solo. Em estudo com uso de cama de aves em *Brachiaria brizantha*, na dose anual de 8 Mg ha<sup>-1</sup>, por dois anos consecutivos em Neossolo Quartzarênico, Portugal et al. (2009) observaram que os teores de P no solo aumentaram em 3,4 vezes (de 9 para 30,5 mg dm<sup>-3</sup>) comparativamente ao tratamento controle. Além disso, houve aumento do pH o que indica que a cama de aves tem poder corretivo da acidez, além de aportar ao solo quantidades significativas de Ca e Mg que elevam a saturação por bases do solo. Guimarães et al. (2016) observaram que a aplicação de diferentes doses de cama de aves em cana-de-açúcar alterou diversos atributos químicos do solo. Ao disponibilizar nutrientes em concentrações distintas das requeridas pelas plantas, ocorre aumento da concentração desses no solo. No estudo, observou-se incremento nos teores de P, K, cálcio e magnésio e pH em resposta ao aumento das doses de cama de frango, refletindo também em um aumento linear na produtividade de massa verde da cultura.

A eficiência econômica e agrônômica dos resíduos orgânicos, como a cama de aves, está intrinsecamente ligada à sua composição, às doses aplicadas, ao sistema de preparo do solo, ao tipo de solo, à espécie vegetal e ao custo de transporte até a lavoura, entre outros parâmetros. Em comparação aos fertilizantes minerais, que possuem uma composição mínima definida para cada condição de cultura e solo, a cama de aves apresenta desequilíbrio em relação a estes, sendo dependente uma série de fatores inerentes ao sistema em que os animais foram criados. Assim, a associação do uso de fontes orgânicas e minerais pode conferir vantagens econômicas, complementando os nutrientes do resíduo para suprir as culturas sem excessos ou deficiências. Todavia, para estabelecer a dose adequada a ser empregada visando atender às necessidades nutricionais das culturas, torna-se imperativo o conhecimento das exigências destas, da concentração dos nutrientes disponíveis no solo e dos fatores que influenciam a disponibilidade dos nutrientes presente na cama de aves (KONZEN e ALVARENGA, 2005).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido por quatro anos (2018 a 2022), no campo experimental do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) (26°44'36" S, 53°31'34" W), câmpus São Miguel do Oeste, em um Nitossolo Vermelho, contendo 55% de argila e relevo suave ondulado (FIGURA 1). O clima do local é classificado como Cfa, temperado úmido, com precipitações

mensais, sem estação seca definida e com verão quente (PANDOLFO et al., 2002).



FIGURA 1 - Imagem aérea da área experimental ao término da condução do estudo em março de 2022

As doses foram calculadas com base na recomendação da CQFS - RS/SC (2016) para produção de  $20 \text{ Mg}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de matéria seca (MS) de forragem, para a cultura do Tifton 85. As doses do fertilizante orgânico foram calculadas 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)  $\text{kg ha}^{-1}$  de N. Para suprir essas doses de N foram aplicadas 0; 6,2; 12,4; 18,5 e 24,8  $\text{Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de cama de aves na base seca, respectivamente (TABELA 01). O cálculo da dose levou em consideração o teor total de N da cama de aves, cujo valor foi de 3,4%. Adicionalmente, também foram acrescentados dois tratamentos com fertilizantes minerais, nos quais foram aplicados ao solo 100% da demanda de N da cultura para produção de  $20 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de MS. Um deles, denominado mineral 420 (MIN420), aplicou na forma mineral, além do N, as mesmas quantidades de P e K fornecidas ao solo pela dose de  $12,4 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de cama de aves (CA420). O outro, organomineral (OM420), consistiu na aplicação combinada de cama de aves e fertilizantes minerais, de modo a suprir exatamente a recomendação técnica de N, P e K da cultura para produção de  $20 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de MS (CQFS - RS/SC, 2016). No caso deste estudo, o P foi o primeiro a ser suprido, sendo os demais macronutrientes primários fornecidos complementarmente com adubação mineral. Para os tratamentos que receberam fertilizantes minerais foram utilizados uréia, superfosfato triplo e cloreto de K como fonte de N, P e K, respectivamente. A fonte de adubação orgânica foi cama

de aves de corte, sobre a qual foram criados 12 lotes de animais, sendo sua recomendação realizada com base em análise de sua composição (TABELA 2) e não em tabelas médias.

TABELA 2 - Laudo de análise química e física da cama de aves usada no experimento. Fonte: Laboratório de análises de solo, resíduos e plantas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LAS - UFRGS).

Determinações	Amostra 01	Metodologia aplicada/ limites de detecção
Umidade - % (m/m)	24	Gravimetria / -
pH	9,0	Relação:água 1:5 / potenciometria
Densidade – kg/m <sup>3</sup>	551	-
Carbono orgânico - % (m/m)	33	Combustão úmida/ walkey Blac/ 0,01%
Nitrogênio(TKN) - % (m/m)	3,4	Kjeldahl / 0,01%
Fósforo total - % (m/m)	1,4	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01%
Potássio total - % (m/m)	2,2	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01%
Cálcio total - % (m/m)	1,9	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01%
Magnésio total - % (m/m)	0,81	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01%
Enxofre total - % (m/m)	0,49	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,01%
Cobre total- % (m/m)	0,10	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 0,6 mg/kg
Zinco total – mg/kg	641	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 2 mg/kg
Ferro total - % (m/m)	0,14	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Manganes total – mg/kg	703	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 4 mg/kg
Sódio total - % (m/m)	0,54	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 10 mg/kg
Boro total – mg/kg	58	Digestão úmida nítrico-perclórica/ ICP-OES / 1 mg/kg

Obs1: Resultados expressos na amostra seca a 65°C, com exceção do pH e densidade.

Obs2: Média de 2 determinações.

TABELA 3 - 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> .....					
Controle	0	0	0	0	0	0	0
CA 210	6,2	210	86	136	0	0	0
CA 420	12,4	420	173	272	0	0	0
CA 630	18,5	630	259	407	0	0	0
CA 840	24,8	840	347	545	0	0	0
MIN 420	0	0	0	0	420	370	288
OM 420	5,0	170	70	110	250	0	39

Obs1: O tratamento MIN 420 e OM 420 apresentam exatamente a dose de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O necessária para produção de 20 Mg de MS de Tifton 85.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais, as quais possuíam área de 22,15 m<sup>2</sup> (4,20 x 5,25 m), espaçadas entre si por corredores de 2,4 m. As aplicações dos tratamentos foram feitas manualmente, a lanço, sem incorporação (FIGURA 2), de forma fracionada durante o ano (três aplicações), sendo feitas a cada dois cortes, normalmente nos meses de agosto, outubro e dezembro. Entretanto, no último ano avaliado, em decorrência da forte estiagem, foram aplicados apenas 2/3 da dose total planejada período.



FIGURA 2 - Aplicação dos tratamentos de forma manual logo após a realização do corte da cultura.

A determinação da produção de MS da cultura foi feita por meio do corte de todas as parcelas quando um tratamento atingia a altura média de corte, exceto em momentos de entrada do inverno, em que, quando necessário, foi efetuado o corte antecipado para evitar a perda do material por geada. O ponto de corte foi definido quando a média das repetições de um tratamento atingisse a altura de corte de 30 cm, sendo aferida por meio do uso de uma régua, com formato cilíndrico, contendo um prato de plástico, perfurado no centro, que deslizava por sua extensão. O prato era solto sobre a cultura com o objetivo de definir uma estatura média para o dossel da planta (CANESIN et al., 2006). Nos primeiros dois anos de condução do experimento, as amostras foram coletadas com auxílio de uma segadeira motorizada, com corte a uma altura aproximada de 10 cm. Inicialmente, eram cortadas as laterais das parcelas e a massa verde desta bordadura era removida. Posteriormente, foi escolhida uma área uniforme que representasse a média da parcela, mensurava-se o comprimento com trena, 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), correspondendo a uma área média de aproximadamente 2 m<sup>2</sup> (FIGURA 3). Nestes dois anos avaliados por esse método foram efetuados 11 cortes da forrageira.



FIGURA 3- Amostragem do Tifton 85 por meio do uso de segadeira motorizada.

Posteriormente, devido a problemas mecânicos da segadeira, o procedimento de coleta das amostras passou a ser realizado manualmente, utilizando uma tesoura de tosquia e um quadro dimensionador (0,20 x 0,40 m) (FIGURA 4). Em cada corte foram coletadas duas subamostras por parcela, perfazendo uma área total de amostragem de 0,16 m<sup>2</sup>. Por esse método foram avaliados 9 cortes, que somados àqueles feitos com segadeira, totalizaram 20 cortes ao longo de quatro anos de avaliação. Após cada amostragem, toda área do experimento foi roçada e a grama retirada da área experimental, de modo similar ao que ocorre na produção de feno.



FIGURA 4 - Amostragem do Tifton 85 por meio do uso de tesoura de tosquia e quadro dimensionador.

Independentemente do método de amostragem, o material fresco foi pesado após o corte para determinação da massa verde (MV) e uma amostra homogênea foi retirada para determinação da MS. A determinação da MS da parte aérea (MSPA) foi feita por meio da secagem das amostras em estufa com ventilação forçada de ar, com temperatura de 65 °C, até a obtenção de peso constante. Para determinação dos teores de nitrogênio, as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey e os teores de N determinados conforme descrito por Tedesco et al. (1995).

Os dados de produção de matéria seca e nitrogênio absorvido 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 agronômica, as variáveis respostas da cama de aves foram plotadas em gráfico e ajustadas a 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 seus valores foram 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 eficiência agronômica relativa (EAR) entre as doses cama de aves, o tratamento organomineral (OM 420) em relação ao tratamento mineral (MI 420) foi determinado pela seguinte equação:

$$EAR (\%) = \left[ \frac{(\text{rendimento tratamento X} - \text{rendimento tratamento controle})}{(\text{rendimento tratamento mineral} - \text{rendimento tratamento controle})} \right] \times 100$$

A recuperação aparente de N pelo 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 absorvidas e exportadas pela MSPA em relação a dose de N aplicada no período. A quantidade de N exportada foi quantificada multiplicando-se os teores de N pela produção de MS. A recuperação aparente foi calculada por meio da seguinte equação:

$$\begin{aligned} & \text{Recuperação aparente de N}(\%) \\ & = \left[ \frac{(\text{N exportado tratamento X} - \text{N exportado tratamento controle})}{(\text{Dose de N aplicada})} \right] \times 100 \end{aligned}$$

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A produção de massa seca da Tifton aumentou de forma linear em todos os cortes feitos ao longo quatro anos de condução do experimento, Paralelamente, a produção acumulada ao longo desse período também demonstrou um comportamento linear (FIGURA 5). A produção acumulada variou de, aproximadamente, de 24 para 120 Mg ha<sup>-1</sup> de massa seca para o tratamento controle e a dose de 840 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de cama de aves, respectivamente. Esses rendimentos correspondem a uma produção média anual de 6,0 e 30,0 Mg ha<sup>-1</sup> de biomassa seca para os referidos tratamentos. Estes dados são corroborados pelos resultados obtidos por Alvin et al., (1999), os quais empregaram doses de até 600 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N, e observaram uma relação linear com a produção de massa seca do Tifton 85. Esses resultados evidenciam a grande responsividade da tifton 85 à adubação, visto que não houve limite de resposta além do qual doses adicionais de nitrogênio não resultam em um aumento significativo na massa seca da cultura. Na média dos anos, a dose de cama de aves que aplicou ao solo 420 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (CA 420) produziu em torno de 19 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de massa seca de Tifton. Isso demonstra que, apesar dos anos de estiagem que prejudicaram o desenvolvimento da cultura, a produção média da tifton foi muito próxima àquela pretendida na definição dos tratamentos no planejamento experimental, que foi de 20 Mg ha<sup>-1</sup>, conforme a CQFS-RS/SC (2016).

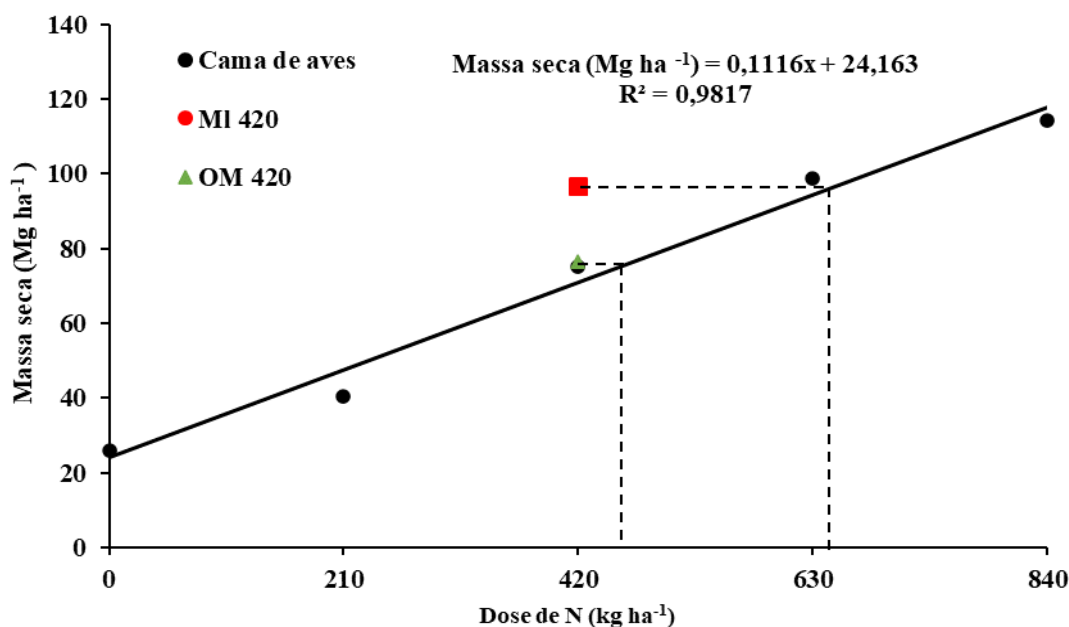


FIGURA 5 - Rendimento acumulado de MS (Mg ha<sup>-1</sup>) do Tifton 85, ao longo de quatro anos de cultivo, em função de doses de N supridas por meio de cama de aves, uréia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420). **Nota:** As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

Ao avaliar a produção acumulada de MS ao longo de quatro anos, observou-se que o rendimento no tratamento organomineral (OM 420) foi muito similar ao obtido na dose equivalente de cama de aves (CA 420). Em contrapartida, a fonte mineral de nitrogênio, com ureia (MI 420), a produção de MS do Tifton 85 foi muito superior à sua dose análoga em cama de aves (FIGURA 5). A equivalência agrônômica dos tratamentos mineral (MI 420) e organomineral (OM 420) em doses de N aplicadas por meio da cama de aves foi de 460 e 647 kg ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de N, respectivamente (FIGURA 5). Isso indica que a aplicação de N mineral, por meio da ureia, produziu o equivalente a aplicação de 54% a mais de N quando suprido por meio da cama de aves (420 para 647 kg ha<sup>-1</sup> de N). Os resultados demonstram que aplicação de N mineral, na forma de ureia, mesmo considerando período de quatro anos, quando se espera o aparecimento de efeitos residuais da cama de aves, foi mais efetivo na disponibilização de N para a cultura do Tifton 85.

A produção de MS acumulada ao longo dos cortes aumentou de forma linear em razão dos cortes para todos os tratamentos (FIGURA 6). Esse comportamento já era esperado, visto que a produção de um corte é acrescida ao somatório dos anteriores. Nesse caso há que se considerar, que o coeficiente angular de cada equação fornece o acréscimo médio de cada corte ao longo da condução do experimento. Os coeficientes angulares foram muito semelhantes entre o tratamento CA 420 e OM 420, cuja produção média foi de, aproximadamente, 3,8 Mg ha<sup>-1</sup> corte<sup>-1</sup> (FIGURA 6). Como na média dos anos foram feitos anualmente cinco cortes, a produtividade média ficou em torno de 20 Mg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de MS. Esses tratamentos aplicaram ao solo a mesma quantidade de N (420 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>), porém a dose com cama de aves forneceu ao solo muito mais K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> que o tratamento organomineral. O tratamento organomineral aplicou, aproximadamente, 60 % do seu N na forma mineral (uréia) e 40 % na forma orgânica, porém as doses de K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e foram as recomendadas para produção de 20 Mg ha<sup>-1</sup> de ano<sup>-1</sup> de massa seca, conforme a CQFS-RS/SC (2016), as quais foram menores que o aplicada na CA 420. Aparentemente, visto que ainda é necessário analisar os teores de P e K no solo e no tecido das plantas, é possível inferir que as maiores quantidades de P e K aplicados pela CA 420 não foram capazes de aumentar a produtividade deste tratamento comparativamente ao OM 420. Como o P e K acrescido não resultaram em aumento de produção, os dados indicam que o nutriente limitante continuou a ser o N.

A produção média do tratamento com fontes minerais (MI 420) foi muito superior à sua dose similar em cama de aves (CA 420) (FIGURA 6). Aparentemente, a maior

disponibilidade de N fonte mineral parece ter sido o principal fator responsável pela maior produtividade da cultura. Cabe ressaltar que ambos os tratamentos forneceram ao solo quantidade bem maiores que as recomendadas de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  para produção de  $20 \text{ Mg ha}^{-1}$  ano<sup>-1</sup> de MS, tendo em vista que a dose foi recomendada com base no teor de N da cama de aves. Por ora, é inequívoco afirmar a superioridade das fontes minerais comparativamente à orgânica, quando aplicado a mesma quantidade de macronutrientes (N, P e K), no desempenho da produção de MS do Tifton 85. Porém, ainda é preciso analisar os teores remanescentes de P e K no solo e as quantidades absorvidas pela cultura, a fim de se fazer o balanço desses dois nutrientes e entender a contribuição deles no desempenho da cultura. Contudo, os resultados apresentados, assim como os que serão discutidos a seguir, não corroboram a hipótese inicial deste estudo. A premissa de que, em experimentos de longa duração, devido aos benefícios biológicos, químicos e físicos proporcionados pela adição de cama de aves ao solo, as produtividades se equiparariam ao tratamento mineral a longo prazo, não se confirma. Isso porque, o tratamento com fontes minerais (MI 420) foi muito semelhante ao CA 630, que por sua vez aplicou 50% a mais de N e quantidades de  $P_2O_5$  e  $K_2O$  bem maiores que tratamento mineral (FIGURA 5 e FIGURA 6).

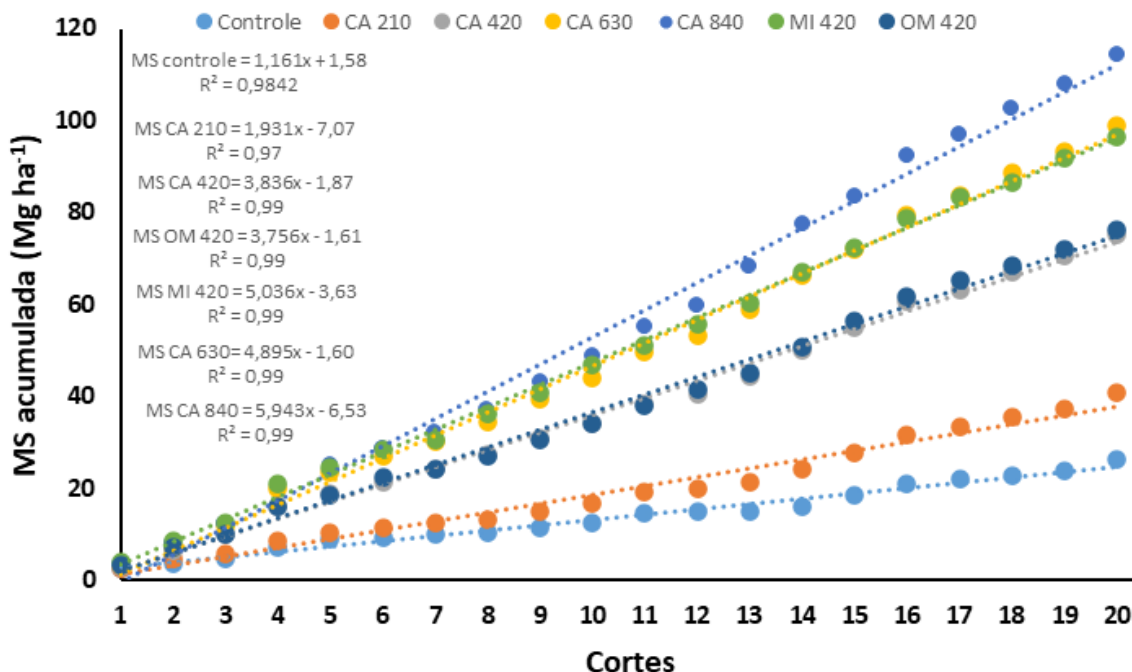


FIGURA 6 - Produção acumulada ( $\text{Mg ha}^{-1}$ ) de MS do Tifton 85, no decorrer dos 20 cortes, efetuados ao longo de quatro anos de condução do experimento, em razão da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, CA 420, CA 630 e CA 840), uréia (MI420) e uréia+ cama de aves (OM 420).

A eficiência agronômica relativa (EAR), medida que relativiza a produção dos tratamentos em relação à uma fonte padrão - no caso deste estudo a fonte mineral -, mostrou que esta foi superior à sua dose equivalente em cama de aves na produção de MS do Tifton 85 (FIGURA 7). A EAR desconta a produção obtida no tratamento controle, considerando apenas a produção “líquida” de cada tratamento em relação à fonte padrão. No caso deste estudo a EAR de cada tratamento deve ser analisada de forma independente, visto que as doses de N aplicadas foram distintas da fonte mineral, em que apenas aqueles que aplicaram  $420 \text{ kg ha}^{-1}$  de N estariam em condições de igualdade. A EAR da cama de aves (CA 420) que aplicou a mesma dose de N que a fonte mineral foi de 69,8 %, praticamente idêntico ao índice de eficiência indicado pelo manual de adubação e calagem do RS e SC (CQFS-RS/SC, 2016) que considera 50% no primeiro e 20 % no segundo, totalizando 70% em dois cultivos. O índice obtido corrobora com as informações do manual de adubação e contribui para negar a hipótese de que as melhorias químicas, físicas e biológicas promovidas pela cama de aves, ao longo dos anos, seria suficiente para tornar os índices de eficiência da adubação orgânica próximos, ou até mesmo superiores, à adubação mineral.

A EAR do tratamento organomineral (OM 420) foi semelhante à cama de aves, porém inferior ao com fontes minerais (FIGURA 7). A eficiência do OM 420 foi de 71,5%, mostrando que as quantidades maiores de P e K aplicadas ao solo pelo tratamento com fontes minerais, bem como a maior percentagem de N solúvel da fonte exclusivamente mineral, contribuíram para o maior rendimento do Tifton 85 na média dos anos. Cabe ressaltar que embora a produção tenha sido inferior à fonte exclusivamente mineral, os rendimentos de MS do OM 420 estão completamente de acordo com o previsto pelo manual de adubação para a dose de nutrientes aplicados, que é de  $20 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ . Por outro lado, a eficiência da menor dose de cama aves (CA 210) foi de apenas 20,6 %, embora tenha aplicado a metade das doses de N, P e K dos tratamentos minerais. Já para as doses de cama de aves de  $630$  e  $840 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de N a EAR foi de 103,4 e 125,2 % para esses tratamentos que aplicaram 50 e 100% a mais de N que a fonte mineral, respectivamente. Isso implica em afirmar que mesmo aplicando o dobro de N que a fonte mineral, a maior dose de cama de aves produziu apenas 25,2 % a mais.

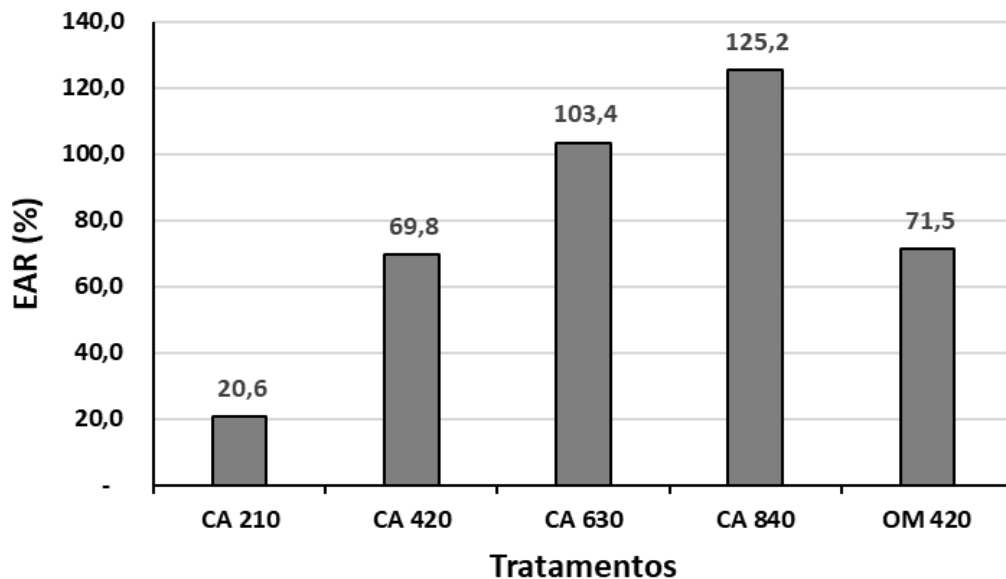


FIGURA 7 - EAR - Eficiência agronômica relativa (%), na média de quatro anos de condução do experimento, da produção de MS do Tifton 85 dos tratamentos que receberam cama de aves (CA 210, CA 420, CA 630 e CA 840), adubação combinada de cama de aves + ureia (OM 420) em relação à fonte mineral de adubação com uréia (MI 420), cujo valor no gráfico corresponde a 100%.

A quantidade de nitrogênio absorvida do Tifton 85 aumentou de forma linear conforme o aumento das doses de N em todos os cortes avaliados ao longo dos quatro anos de condução do experimento (FIGURA 8). De modo similar ao ocorrido na quantidade de MS acumulada, a quantidade de N absorvido no decorrer desse período também apresentou comportamento linear (FIGURA 8). As plantas do tratamento controle absorveram em torno  $278 \text{ kg ha}^{-1}$  de N, enquanto na maior dose de N aplicada por meio da cama de aves (CA 840) a quantidade absorvida foi de, aproximadamente,  $2.400 \text{ kg ha}^{-1}$  de N. Esses valores correspondem a uma média anual, aproximada, de  $70$  e  $600 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  de N absorvido para o tratamento 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 MS. Já a quantidade de N absorvida pelo tratamento mineral foi equivalente a aplicação  $670 \text{ kg ha}^{-1}\text{ano}^{-1}$  de N por meio da cama de aves, valor de equivalência ainda maior que o observado para produção de MS. Essas informações permitem inferir que, provavelmente, a maior disponibilidade N pela fonte mineral tenha sido o principal responsável pelas maiores produtividades da cultura do Tifton 85. Porém, se partirmos dessa premissa, fica o questionamento do porquê da igualdade da produção e absorção de N entre os tratamentos OM 420 e CA 420, visto que 60% do N do tratamento OM 420 foi aplicado na forma de ureia. A explicação para essa diferença pode

estar relacionada aos diferentes teores de P e K aplicados por esses tratamentos, mas também pode ser devido às maiores perdas de N por volatilização de N para o tratamento OM 420. Como a ureia e a cama de aves foram aplicadas simultaneamente, o elevado pH da cama de aves pode ter contribuído para aumentar as perdas de N da uréia da mistura por volatilização, conforme evidenciado por Zanetti & Fries (2021).

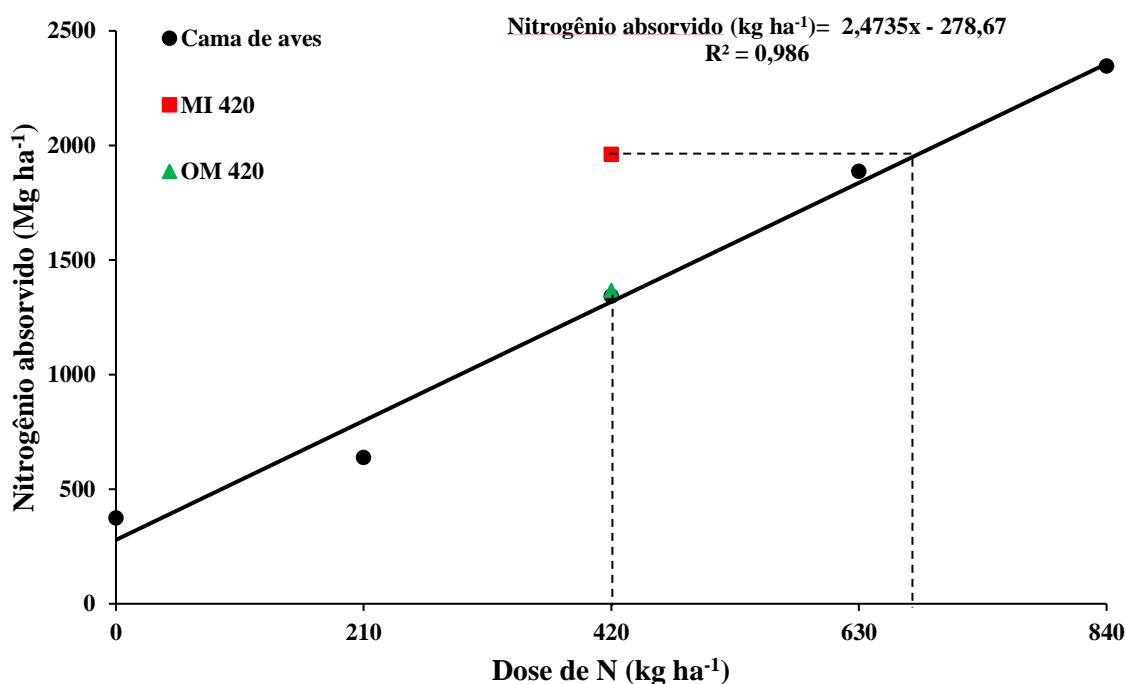


FIGURA 8 - Quantidade acumulada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de N absorvido pela cultura do Tifton 85 ao longo de quatro anos de cultivo em função de doses de N, supridas por meio de doses cama de aves, uréia (MI 420) e cama de aves + ureia (OM 420). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta 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 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 muito superior aos com cama de aves (FIGURA 9). A recuperação aparente dos tratamentos com cama de aves, a exceção do tratamento CA 210, foram muito próximos, com valores em torno de 65%. Isso indica que na média dos quatro anos avaliados em torno de 35% do N proveniente da cama de aves não foi absorvido pelo 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. Esse valor parece inverossímil, visto que em tese não se pode recuperar mais do que foi aplicado, além de que é muito pouco provável que não tenha havido perdas de N por meio da uréia, principalmente na forma de amônia. Cabe ressaltar que os tratamentos foram aplicados sempre em solo úmido, ou em dias que antecederam precipitações. Quando não havia umidade adequada, foi utilizado sistema de irrigação para simular chuva e criar condições ideais para aplicação dos tratamentos, o que pode ter diminuído as perdas de N, principalmente por volatilização de amônia.

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 bem desenvolvido, explorar maior volume de solo e, conseqüentemente, acumular maiores quantidades de N (LARA CABEZAS et al., 2000). Além disso, o fato da 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; ). Rogeri et al. (2015) em trabalho de incubação com cama de aves e uréia em solos, em condições de laboratório, recuperaram em torno de 100% do N da uréia na forma mineral (amônio + nitrato) ao longo do período de incubação. Porém, a recuperação do N da cama de aves na forma mineral, que são as formas absorvíveis pelas plantas, chegou no máximo a 20 % do N total aplicado, demonstrando que a conversão do N ligado a fração orgânica da cama de aves para formas minerais pode não ser rápida.

O método de avaliação utilizado no experimento pode ter contribuído para subestimar o potencial produtivo da menor dose de cama de aves (CA 210), bem como a do controle, e conseqüentemente, afetar a recuperação aparente de N de todos os tratamentos, visto que rendimento controle entra no cálculo dessa medida. O critério estabelecido para a realização do corte das plantas consistiu na condição em que a altura alcançasse, no mínimo, 30 cm em um dos tratamentos, procedendo-se, então, o corte de todos os demais simultaneamente. Nessa condição, invariavelmente os tratamentos com as maiores doses de nutrientes atingiam a altura

de corte de forma antecipada em relação aos demais, os quais foram cortados em uma condição de menor desenvolvimento. Nas plantas melhores adubadas acredita-se que estas tiveram um maior desenvolvimento radicular, principalmente em profundidade, bem como maior interação com microrganismos promotores de crescimento, além de maior taxa fotossintética por possuírem mais folhas (LARA CABEZAS et al.,2000). Por essa razão, acredita-se que estes tratamentos consigam acessar maior quantidade de N não proveniente dos fertilizantes (N do solo + fixado biologicamente por bactérias) comparativamente ao controle. Dessa maneira, pode ter havido um incremento na porcentagem de nitrogênio recuperado nesses tratamentos, contribuindo, em parte, para explicar a recuperação superior a 100% observada no tratamento mineral.

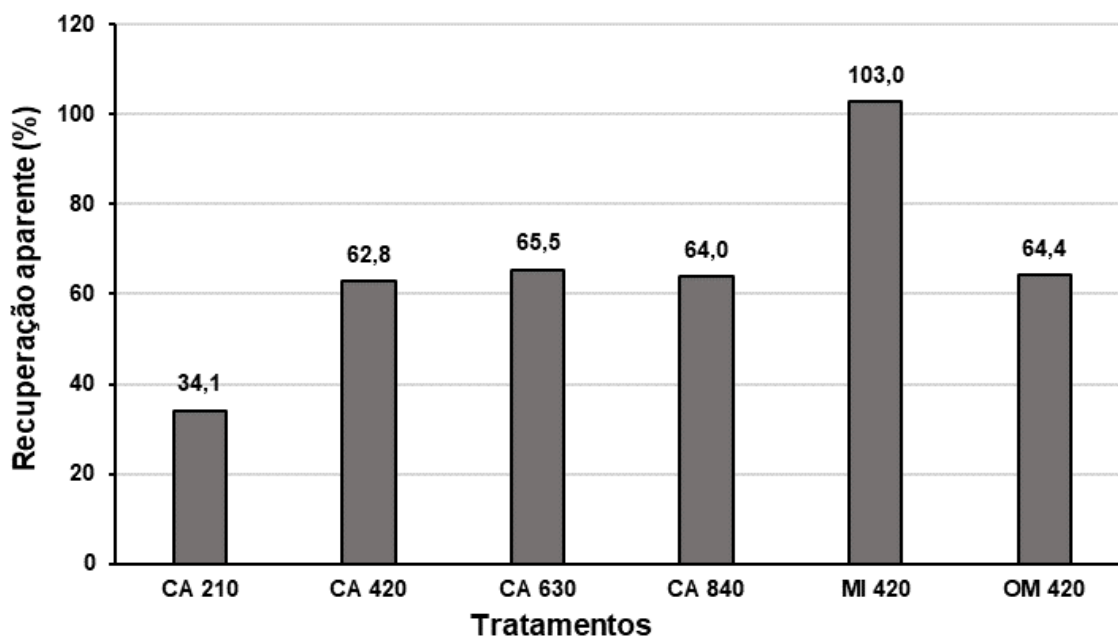


FIGURA 9 - Recuperação aparente (%) do nitrogênio do total aplicado em cultivo do Tifton 85, após quatro anos de do estudo, em função da aplicação ao solo de doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), de ureia (MI 420) e organomineral (uréia + cama de aves - OM420).

A recuperação aparente de N, quando considerado individualmente cada ano de condução do experimento, mostrou uma tendência de aumento dos valores por parte dos tratamentos com cama de aves com o passar do tempo (FIGURA 10). Esse fenômeno pode ser devido ao efeito residual do N orgânico da cama de aves que tende a ser disponibilizado nos cultivos subsequentes à aplicação ao solo (ROGERI 2015). Todavia, independentemente do ano e da dose aplicada, a recuperação aparente do N das fontes orgânicas sempre foi inferior ao tratamento mineral. Contudo, no último ano avaliado, houve uma tendência da recuperação

aparente de N ser maior para os tratamentos com cama de aves comparativamente ao OM 420. Isso ocorreu, provavelmente, em razão do maior residual de N, uma vez que a cama de aves possui proporcionalmente muito mais N orgânico comparativamente ao OM 420.

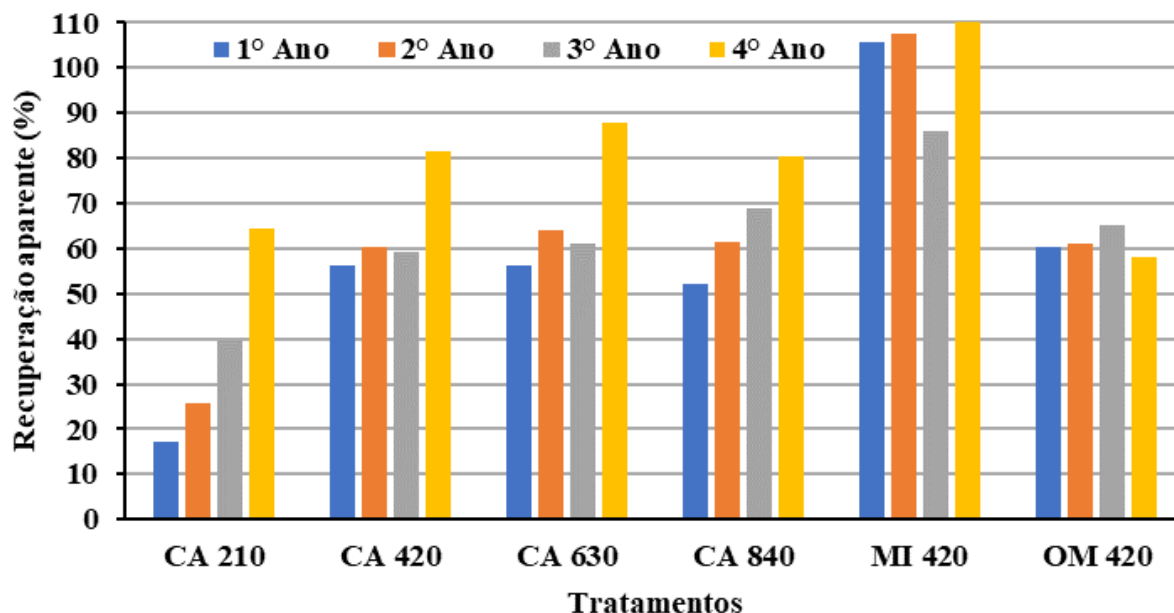


FIGURA 10 - Recuperação aparente de nitrogênio (%) do total aplicado em cada ano de avaliação do experimento com Tifton 85 adubada com doses de cama de aves (CA 210, 420, 630 e 840), uréia (MI 420) e organomineral (uréia + cama de aves - OM420).

Apesar de apresentar menores índices de eficiência agrônômica e uma menor recuperação aparente de N em comparação com as fontes minerais, a cama de aves apresenta como grande vantagem o preço baixo. Se for considerado os teores de N (3,4%),  $P_2O_5$  (3,2%) e  $K_2O$  (2,64%) da cama de aves usada neste estudo, podemos extrapolar que em  $1m^3$  desse resíduo (densidade de  $550\text{ kg m}^{-3}$ ) contém 18,7 kg de N, 16,6 kg de  $P_2O_5$  e 14,52 kg de  $K_2O$ . Se for considerar o preço de compra dos fertilizantes minerais (superfosfato simples, uréia e cloreto de potássio, como fonte de P, N e K, respectivamente) no mês de outubro de 2023 (EPAGRI CEPA), os nutrientes (NPK) presentes em  $1\text{ m}^3$  de cama de aves custariam R\$ 328,00 se fossem comprados na forma de fertilizantes minerais. Como a cama de aves é comercializada por valores que oscilam em torno de R\$ 100,00 o  $m^3$ , podemos concluir que seu custo equivale, aproximadamente, a 30% do valor de compra das fontes minerais, o que pode tornar esse fertilizante muito interessante do ponto de vista econômico (TABELA 4). Isso pode ser comprovado pelo custo de produção por quilograma de massa seca de forragem, cujos valores foram de R\$ 0,08, 0,08, 0,09 e 0,11 para os tratamento CA 210, CA 420, CA 630 e CA 840,

respectivamente (TABELA 4). Por outro lado, o custo por kg de forragem foi bem maior para o tratamento mineral (R\$ 0,38), cujo valor foi aproximadamente quatro vezes superior aos encontrados para cama de aves.

TABELA 4 - Custos aproximados dos fertilizantes aplicados nos tratamentos.

Tratamentos	Cama de aves	Adubos Minerais			Custo total R\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup>	Produção média de MS kg ano <sup>-1</sup>	Custo R\$ kg <sup>-1</sup> de MS
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			
		.....Custo R\$ ha <sup>-1</sup> ano <sup>-1</sup> .....					
Controle	0	0	0	0	0	5.232,95	0
CA 210	620	0	0	0	620	8.132,31	0,08
CA 420	1.240	0	0	0	1240	15.040,83	0,08
CA 630	1.850	0	0	0	1850	19.767,10	0,09
CA 840	2.480	0	0	0	2480	22.841,37	0,11
MIN 420	0	2.688	3.389,2	1.330,56	7.407,76	19.293,30	0,38
OM 420	500	1.600	0	1.80,18	2.280,18	15.282,82	0,15

Obs: Não foram considerados os gastos com aplicação dos fertilizantes minerais;

## 6. CONCLUSÃO

A aplicação de cama de aves é efetiva na produção de MS de tifon 85, cujo rendimento aumenta de forma linear com as doses do resíduo. Os índices de eficiência agrônômica relativa, equivalência agrônômica e a recuperação aparente de N mostram superioridade da adubação com fontes minerais em relação à cama de aves.

Os resultados evidenciam que a expectativa de alcançar índices de eficiência próximos aos das fontes minerais, por meio das melhorias químicas, físicas e biológicas proporcionadas ao longo do tempo pela cama de aves, não se concretizou. O índice de eficiência agrônômica relativa da cama de aves em relação a sua dose equivalente em nutrientes aplicados por meio de fonte minerais ficou em torno de 70%.

A combinação do uso de cama de aves com fontes minerais (organomineral) resulta em produção de forragem e percentual de recuperação aparente de nitrogênio semelhantes aos

observados com cama de aves na dose equivalente de nitrogênio. A cama de aves pode ser uma ótima fonte de nutriente para uso isolado ou combinado com fontes minerais para adubação do Tifton 85, por ser efetiva na produção de forragem e por possuir um preço de aquisição muito inferior às fontes minerais.

## 7. REFERENCIAS

ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; VERNEQUE, R.S.; BOTREL, M.A. Resposta do Tifton 85 a doses de nitrogênio e intervalos de cortes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.12, p.2345-2352, 1999.

ARAÚJO, T. R.. *et al.* **Avaliação da estabilidade de cama de frango por indicadores químicos**. XXII Congresso de iniciação científica da universidade federal de Pelotas. Pelotas, 2014.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS - (ANDA), **Macro Indicadores**, 19 de set. de 2023. Disponível em: <[http://anda.org.br/pesquisa\\_setorial/](http://anda.org.br/pesquisa_setorial/)>. Acesso em 23 de out. de 2023.

ATHAYDE, A. A. R. *et al.* **Gramíneas do gênero Cynodon - Cultivares recentes no Brasil**. 2007. 14 p. Boletim técnico número 37, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2007. Disponível em: <<https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/anaclaudiaruggieri/2.-cynodon.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2023.

BOTEGA, J. L. **Compostagem e caracterização físico-química de substrato de cama de aviário: estudo de caso**. 2019. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/5252/1/substratocamaaviario.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2023.

CANESIN, C. R.; SALMAN, D. C. A.; SOARES, G.P.J. **Métodos de Amostragem para avaliação quantitativa de pastagens**. (Circular Técnica, 84).Porto Velho, RO.2006. p. 1 - 6.

CARVALHO, M. S. S. **Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero Cynodon em resposta à frequência de corte**. 2011. 96 p. Dissertação (Mestrado) - Ciência Animal e Pastagens, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em: <[https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-21112011-144253/publico/Marcos\\_Schleiden\\_Sousa\\_Carvalho.pdf](https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-21112011-144253/publico/Marcos_Schleiden_Sousa_Carvalho.pdf)>. Acesso em: 02 jun. 2022.

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, p. 723-729, 2007. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000400013>>.

COLUSSI, Giseli; SILVA, Leandro Souza da; MINATO, Evandro Antonio. 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.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - (CONAB) . **Importação de fertilizantes é recorde e chega a 41,6 milhões de toneladas**. Brasil, 28 jan. 2022. Disponível

em: <<https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4486-importacao-de-fertilizantes-e-recorde-e-chega-a-41-6-milhoes-de-toneladas#content>>. Acesso em: 24 out. 2023.

CORRÊA, J. C.; MIELE, M.. A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos. In: PALHARES, Julio Cesar Pascale et al. **Manejo ambiental na Avicultura**. Concórdia: Embrapa, 2011. p. 125-152. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/920818/a-cama-de-aves-e-os-aspectos-agronicos-ambientais-e-economicos>>. Acesso em: 24/out. 2023.

COSTA, K. A. de P. *et al.* **Adubação Nitrogenada para Pastagens do Gênero Brachiaria em Solos do Cerrado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2006. 60 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/215338/1/doc192.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2023.

DALÓLIO, F. S. *et al.* Poultry litter as biomass energy: A review and future perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 76, p. 941-949, 2017. Doi: <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.104>>. 24/out. 2023.

EPAGRI. SC. **Síntese Anual da Agricultura 2021-2022, nova publicação confirma novos recordes em Santa Catarina**. Florianópolis 2022. Disponível em: <[https://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/publicacoes/Sintese\\_2021\\_22.pdf](https://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese_2021_22.pdf)>. Acesso em: 24/out. 2023.

GALZERANO, L. **Estabelecimento de Pastagens de Tifton 85 sob Doses de Adubação Nitrogenada**. 2008. 39 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Zootecnia, Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008. Disponível em: <<https://tede.ufrj.br/jspui/bitstream/tede/577/3/2008%20-%20Leandro%20Galzerano.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2023.

GIEHL, A. L. ; MONDARDO, M. **Produção de frangos em Santa Catarina: uma análise da regionalização dos abates**. Epagri/Cepa. Florianópolis, 7 dez. 2020. Disponível em: <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/12/07/producao-de-frangos-em-santa-catarina-uma-analise-da-regionalizacao-dos-abates-2/>>. Acesso em: 24 out. 2023.

GLOBALFERT. **Outlook Globalfert - Reporte anual do mercado de fertilizantes**. 4 ed. 2023. E – book.

GUIMARÃES, G. *et al.* Produção de cana-de-açúcar adubada com cama de frango. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.17, n.4, p.617-625, 2016.

HARPER, J. E. **Nitrogen metabolism**. In: BOOTE, K.J., BENNETT, J.M., SINCLAIR, T.R., *et al* Physiology and determination of crop yield: ASA/CSSA/SSSA, 1994. Chapt.11A. p.285-302.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Agencia Brasil, 2023. **Pecuária brasileira colecionou recordes em 2022**. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2023-09/pecuaria-brasileira-colecionou-recordes-em-2022>>. Acesso em: 24 out. 2023.

KONZEN, E. Fertilização de Lavoura e Pastagem com Dejetos de Suínos e Cama de Aves. **Circular Técnica 31**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas, 2003.

KONZEN, E.; ALVARENGA, R. Manejo e Utilização de Dejetos Animais: aspectos agronômicos e ambientais. **Circular Técnica 63**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Sete Lagoas, 2005.

LARA CABEZAS, W.A.R., TRIVELIN, P. O.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço nitrogenado da adubação sólida e fluida de cobertura na cultura de milho em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 363-376, 2000.

LARA, C. *et al.* Balanço nitrogenado da adubação sólida e fluída de cobertura na cultura de milho em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 24, n. 2, p.363-376, 2000.

LEE, R. D., HARRIS, G.; MURPHY, T. R. **Bermudagrasses in Georgia**. The University of Georgia, 2010. (Bulletin 911)

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.

MARTHA JUNIOR, G. B. **Produção de forragem e transformações do nitrogênio do fertilizante em pastagens irrigadas de capim Tanzânia**. 2003. 149. Tese (Doutorado em ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2003.

MENEZES, M. J. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas e de associação de fertilizantes no processo de diferimento de *Brachiaria brizantha* cv Marandu**. 2004. 113 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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, 11 mar. 2022. Disponível em: <[https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae\\_publicacao\\_fertilizantes\\_v10.pdf](https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/estudos-estrategicos/sae_publicacao_fertilizantes_v10.pdf)>. Acesso em: 24/out. 2023. E – book.

PANDOLFO, C. *et al.* **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. Disponível em: <[https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf](https://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2023.

PANDOLFO, C. M.; CERETTA, C. A. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 38, n. 6, p. 1572- 1580, set. 2008. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782008000600013>>. Acesso em: 24 out. 2023.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. (comp.). **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.

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: I Simpósio Internacional Sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, 1., 2009, Florianópolis. **Uso dos Resíduos da Produção Animal como Fertilizante**. Florianópolis: Siger, 2009. 137-142 p. Disponível em: <[https://drive.google.com/file/d/1rLL\\_7IDQNgHbbV9gtkIikK2PPYAVtCL-/view](https://drive.google.com/file/d/1rLL_7IDQNgHbbV9gtkIikK2PPYAVtCL-/view)>. Acesso em: 20 out. 2023.

PRIMAVESI, O.; PRIMAVESI, A. C.; CORRÊA, L. A. Eficiência agrônômica de uréia aplicada superficialmente em pastagens de capim Coastcross. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p 213- 214.

REETZ, H. F. **Fertilizantes e seu uso eficiente**. Tradução Alfredo Scheid Lopes. 1º ed. 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 (Documentos 306). 2010.

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, p. 534-540, 2015. Doi:<<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n6p534-540>>. Acesso em: 24 out. 2023.

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**, v. 7, n. 1, p. 7233-7249, 2021. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n1-489>>. Acesso em: 24 out. 2023.

SILVA, T. A. **Desempenho do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a adubação química e orgânica**. 2015. Dissertação de mestrado Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, Belo Horizonte, 2015.

VALADÃO, F. C. *et al.* Variação nos atributos do solo em sistemas de manejo com adição de cama de frango. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 6, n. 35, p. 2073-2082, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0100-06832011000600022>>. Acesso em: 24 out. 2023.

VIÇOSI, K. A. *et al.* Características bromatológicas e produtividade do capim Tifton 85 submetido a fontes de adubos nitrogenados. **Revista Cultura Agrônômica**, v. 29, n. 1, p. 106- 117, 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n1p106-117>> . Acesso em: 24 out. 2023.

WOODARD, K.; SOLLENBERGER, L. E. Broiler Litter vs. Ammonium nitrate as nitrogen source for bermudagrass hay production: Yield, Nutritive value, and nitrate leaching. **Crop Science**, v. 51, p. 1342-1352, 2011.

ZANETTI, M. L.; FRIES, E. G. **Perdas de nitrogênio por volatilização de amônia em função da aplicação de cama de aves em tifton 85**. 2021. Trabalho de conclusão de curso – Instituto Federal de Santa Catarina, SC,2021.

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.