

INSTITUTO FEDERAL SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
BACHARELADO EM AGRONOMIA

André Becker

Rodrigo Macena de Oliveira

VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO USO
DE CAMA DE AVES NA ADUBAÇÃO DE TIFTON 85

São Miguel do Oeste - SC

2020

André Becker
Rodrigo Macena de Oliveira

VIABILIDADE ECONÔMICA E EFICIÊNCIA AGRONÔMICA DO USO DE CAMA
DE AVES NA ADUBAÇÃO 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(a)**
agrônomo(a)

Orientador
Prof. Dr. Douglas Antonio Rogeri

São Miguel do Oeste - SC

2020

RESUMO

O uso da cama de aves na adubação de pastagens é uma interessante forma de reduzir os custos da produção leiteira. Todavia, o uso de cama de aves sem embasamento técnico pode ocasionar sérios problemas ambientais. Isso acontece, dentre outras razões, porque há carência de pesquisas que deem suporte aos produtores em relação ao uso de cama de aves na adubação de pastagens. O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência agrônômica e a viabilidade econômica do uso de cama de aves sobre a produção e teor de proteína bruta (PB) de feno de Tifton 85 (*Cynodon spp.*), de modo a subsidiar a recomendação técnica aos agricultores. O experimento foi instalado na área experimental do IFSC câmpus São Miguel do Oeste no ano de 2017. Os tratamentos consistiram na aplicação de cama de aves de modo a suprir 0, 50, 100, 150 e 200% da demanda de nitrogênio (N) da cultura para produzir 20 t ha⁻¹ ano⁻¹ de massa seca (MS), cujas doses foram de 0, 210, 420, 630 e 840 kg ha⁻¹ de N. Adicionalmente, dois tratamentos com uso de fertilizantes minerais também foram utilizados, sendo um com aplicação somente de adubos minerais (MIN420) e o outro com aplicação de fertilizantes minerais e cama de aves de modo combinado (organomineral), ambos aplicaram a mesma dose de N (420 kg ha⁻¹). O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Os fertilizantes foram aplicados de modo parcelado ao solo em três vezes ao ano. O Tifton foi cortado sempre que atingiu a altura de 30 cm. Em cada corte foram avaliadas a massa verde (MV), massa seca (MS) e o teor de PB da forragem. Além disso, os custos de produção e as receitas da venda de feno foram obtidos para avaliação da viabilidade econômica. A produção de MS, na média de dois anos, aumentou linearmente com as doses de cama de aves, cujos valores foram de 6.500 para 29.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para o tratamento testemunha e a dose cama que aplicou 840 kg ha⁻¹ de N, respectivamente. A cama de aves na dose de 420 kg ha⁻¹ produziu menos MS que sua dose análoga na forma mineral, cuja eficiência agrônômica relativa foi de 65%. O teor de PB aumentou linearmente com as doses de cama de aves, porém as plantas adubadas com a fonte mineral acumularam mais proteína que a dose equivalente em cama de aves. Isso evidencia que a menor disponibilidade de N pode ter sido a responsável pela menor produtividade da fonte orgânica. Por outro lado, a cama de aves mostrou ser uma opção viável economicamente, cujo maior retorno financeiro se deu na maior dose de cama de aves testada.

Palavras-chave: Resíduo animal, pastagens, cama de aves, adubação orgânica.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Cama de Aves	7
2.2 Implicações ambientais relacionadas ao uso de cama de aves	8
2.3 Produção de Tifton 85	9
2.4 Eficiência agronômica da adubação orgânica	11
2.5 Análise Econômica	12
3. OBJETIVO GERAL	13
3.1 Objetivos específicos	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	21
6. CONCLUSÃO	30
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	30
8. REFERÊNCIAS	32

1. INTRODUÇÃO

A produção agropecuária na região Oeste de Santa Catarina é caracterizada, predominantemente, pela produção em pequenas propriedades com mão de obra familiar, tendo na criação de aves e pecuária leiteira duas de suas principais atividades econômicas. A produção de aves gera anualmente enorme quantidade de resíduo que precisa de destinação correta, de modo a minimizar os impactos ambientais negativos (PARENTE et al. 2019). A cama de aves, quando aplicada de modo racional, é um excelente fertilizante e proporciona melhorias na qualidade física, química e biológica do solo. Todavia, em função da alta produção e da limitação de áreas para aplicação, as quais normalmente são de relevo acidentado, não raramente os resíduos são adicionados ao solo em doses superiores à capacidade de suporte do mesmo, acarretando em problemas ambientais (ROGERI et al. 2015).

A utilização de fertilizantes orgânicos em grandes quantidades é uma prática comum por produtores rurais que utilizam integração da produção agrícola com criação de aves ou suínos. O uso dos resíduos como adubo requer alguns cuidados, uma vez que os fertilizantes orgânicos possuem composição variada, e aplicações em excesso podem proporcionar desequilíbrios nutricionais e afetar a produtividade das culturas (SEGANFREDO, 1999; LANA et al. 2010).

O Brasil é o maior exportador e o terceiro maior produtor mundial de carne de frango, tendo sido abatidos no ano de 2018 aproximadamente 5,7 bilhões de animais (IBGE, 2018). A produção anual de frangos de corte do estado de Santa Catarina é de aproximadamente 900 milhões, com rebanho efetivo de 150 milhões de animais. O Oeste de Santa Catarina é a principal região produtora de aves do Estado, correspondendo a 65% da produção catarinense. Atualmente, em virtude da grande oferta de resíduos animais, com destaque para a cama de aves, a aplicação no solo como fonte de nutrientes às plantas tem se constituído em interessante alternativa econômica em substituição total ou parcial aos fertilizantes minerais nas regiões adjacentes aos centros produtores (LOURENÇO et al. 2013; COLUSSI et al. 2014). A cama de aves é um dos resíduos orgânicos de origem animal mais utilizado na região Sul do Brasil, devido à abundância, preço e facilidade de manipulação. Além disso, esse material orgânico possui vários nutrientes disponíveis a curto

e médio prazo (CQFS-RS/SC, 2016), e melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas solo (RAUBER et al. 2018).

O Brasil depende de importações para suprir grande parte de sua necessidade de fertilizantes minerais (ANDA, 2020). Com o aumento da utilização desses produtos, cresce a demanda por importações, tornando o suprimento do produto vulnerável aos meios externos. A utilização do resíduo orgânicos produzido pela avicultura 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). Todavia, 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, além da disponibilidade dos nutrientes ser dependente de condições edafoclimáticas e de características intrínsecas do resíduo (ROGERI et al. 2015). Por isso, é de grande importância que o agricultor tenha noção da composição do resíduo, bem como, do preço que pode ser pago pela tonelada (t) de cama de aves, que seja vantajoso economicamente para o uso em substituição aos fertilizantes minerais. Para se fazer a substituição dos fertilizantes minerais pela cama de aves é necessário se conhecer a equivalência agrônômica entre os fertilizantes, cujos valores ainda precisam ser refinados pela pesquisa a fim de subsidiar os agricultores na tomada de decisão sobre uso de cama de aves.

A atividade leiteira, praticada de forma isolada ou associada à criação de aves, nas pequenas propriedades rurais é uma importante fonte de renda para muitos produtores rurais de Santa Catarina. Nessa atividade, o Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em virtude da sua grande versatilidade, elevado potencial produtivo, alto valor nutricional e morfologia adequada (hastes finas e de alta relação folha/colmo) é muito utilizada tanto na produção de forragem verde para pastejo bem como, para fenação (LEE et al. 2010; CARVALHO, 2011; COLUSSI et al. 2014).

A estacionalidade da produção de forragens, em função das condições climáticas, na região Sul do Brasil faz com que muitos produtores de leite armazenem alimentos para as épocas do ano de baixa oferta, principalmente na forma de feno e silagem. As áreas destinadas à produção de feno exigem adubação diferenciada, uma vez que toda produção de forragem é exportada da área, diferentemente de uma situação em que há pastejo em que parte dos nutrientes retornam por meio de fezes dos animais. A adubação de pastagens com cama de aves pode ser uma fonte potencialmente mais econômica para suprir os nutrientes

requeridos pelas pastagens. Entretanto, há grande demanda por pesquisas que orientem os produtores em relação a doses; frequência de aplicações e viabilidade econômica do uso de cama de aves em substituição ou em aplicação combinada com fertilizantes minerais. A ausência de pesquisa e de orientação faz com que muitos produtores apliquem os resíduos indistintamente ao solo. Supõe-se que a cama de aves pode repor os nutrientes necessários para uma produção intensiva de Tifton 85, aumentando a taxa de crescimento das plantas e sua qualidade forrageira com custo de produção inferior à adubação com fertilizantes minerais.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A correta utilização dos fertilizantes orgânicos demanda conhecimento técnico, visto que há diversos resíduos disponíveis, com composições variadas, que são aplicados nos mais distintos ambientes. Para o uso racional é importante que se conheça a composição do resíduo, o diagnóstico da fertilidade do solo e a demanda em nutrientes da cultura a ser adubada, de modo que não haja comprometimento do ecossistema em razão do uso inadequado. Na sequência, são listados alguns tópicos específicos sobre o tema, em que buscou-se trazer informações sobre o uso de resíduos orgânicos na adubação das culturas.

2.1 Cama de Aves

A expressiva produção de aves na região Oeste de Santa Catarina tem levado a um aumento gradativo na produção de resíduo orgânico, o qual precisa ser usado de forma racional como fonte de nutrientes para as plantas. A cama de aves gerada tem elevado potencial fertilizante, e pode substituir em parte ou totalmente a adubação mineral nos sistemas de produção agrícola, suprindo a demanda de nutrientes exigidas pelas culturas (WOODARD e SOLLENBERGER, 2011). O uso de cama de aves altera as propriedades químicas do solo e a utilização correta ao longo do tempo promove também benefícios físicos e biológicos ao sistema (CORRÊA e MIELE, 2011; SANTOS et al. 2014).

A cama de aves é um resíduo heterogêneo, constituído por material absorvente, normalmente maravalha de madeira, restos de alimentos, excrementos e penas (SANTOS et al. 2012; SOUZA et al. 2017). Sua granulometria varia de partículas grosseiras até extremamente finas (pó). Os teores de nutrientes são diretamente relacionados com o número

de lotes acumulado no tempo. Observa-se que quanto mais lotes criados sobre a mesma cama, maiores são as concentrações dos nutrientes (CQFS-RS/SC. 2016). Esse resíduo pode ser utilizado na agricultura na forma de fertilizante orgânico ou na indústria para geração de energia e produção de gás combustível (DALÓLIO et al. 2017). Quando utilizado como fertilizante, promove a ciclagem dos nutrientes utilizados na produção dos grãos consumidos pelas aves. O resíduo também contém micronutrientes e compostos que podem promover a complexação de nutrientes, os quais são disponibilizados gradativamente para as plantas. Desse modo, é importante desenvolver estratégias para o reaproveitamento destes nutrientes (CORRÊA e MIELE, 2011).

2.2 Implicações ambientais relacionadas ao uso de cama de aves

Apesar dos benefícios promovidos ao solo e na nutrição das plantas, a cama de aves precisa ser aplicada de forma racional ao solo, embasada em critérios técnicos. A utilização contínua, na mesma área, de doses maiores que a necessidade das plantas, pode ocasionar problemas ambientais, principalmente relacionadas às perdas de N e fósforo (P). O N, principalmente na forma nítrica, é muito móvel no solo e pode ser perdido por escoamento superficial e lixiviação, levando à contaminação das águas superficiais ou subterrâneas (FEY et al. 2010; PIOVESAN et al. 2009; LOURENÇO et al. 2013; BERTOL et al. 2005), podendo acarretar na eutrofização das águas. Além disso, o uso excessivo desse resíduo pode resultar no acúmulo de nutrientes, sais e metais pesados ao solo. Essa má utilização do fertilizante orgânico torna-se a forma mais comum de contaminação e poluição do solo (PALHARES, 2011; VAN RAIJ, 2011). Segundo a Resolução CONAMA n° 420 em solos com teores de cobre e zinco acima do permitido a aplicação de cama de aves deve ser restringida (BRASIL, 2009).

Um dos principais problemas relacionados ao uso inadequado da cama de aves é devido a contaminação das águas com nitrato (NO_3^-). Embora ele esteja em baixas concentrações no resíduo, este possui quantidades significativas de amônio (NH_4^+) que pode ser nitrificado no solo (PIOVESAN et al. 2009; ROGERI et al. 2015). Após a aplicação ao solo o NH_4^+ é oxidado a NO_3^- (nitrificação) por bactérias aeróbias. Por ser um ânion, o NO_3^- não fica retido as cargas negativas argilas do solo. Dessa forma, em condições de elevadas

precipitações, a água pode percolar no perfil do solo e favorecer as perdas de $N-NO_3^-$ (LOPÉZ et al. 1998).

2.3 Produção de Tifton 85

A produção de leite a pasto requer, para obtenção de altas produtividades, a produção de forrageiras de qualidade em grandes quantidades. Neste sistema as forrageiras de clima tropical que se destacam pela alta produtividade e valor nutritivo são muito cultivadas, com ênfase para as do gênero *Cynodon* (QUARESMA et al. 2011). As variedades do gênero *Cynodon spp.*, com destaque para o Tifton 85, são muito exigentes em nitrogênio, em que a baixa disponibilidade deste nutriente limita em muitos casos o ritmo de crescimento da cultura. Apesar da grande demanda por nutrientes, a forrageira apresenta em contrapartida elevada produção de forragem, de alta qualidade, com altos teores de proteína, bem como fibras mais digestíveis (REZENDE et al. 2015).

O Tifton 85 é uma espécie desenvolvida nos Estados Unidos, sendo híbrido F1, proveniente do cruzamento do PI 290884, originário da África do Sul, com a cultivar Tifton 68 (BURTON et al. 1993). O Tifton 85 é cultura perene, que apresenta folhas largas e verdes, além de ter boa relação folha/colmo, sendo recomendada para fenação e pastejo. A espécie é rizomatosa e estolonífera e possui boa tolerância a baixas temperaturas. Em razão de ser cultura exigente, a grama requer adequada reposição de nutrientes, os quais podem ser supridos por fertilizantes minerais ou orgânicos, para manter a produção e qualidade da forragem (REZENDE et al. 2015; CORRÊA et al. 2007; ZAPPAROLI, 2014).

A produtividade de Tifton 85 é dependente da contínua emissão de folhas e perfilhos. O rendimento de massa seca e a qualidade bromatológica são resultantes de complexas interações que combinam atributos genéticos, efeitos do ambiente, práticas de manejo e fertilidade do solo (CARVALHO, 2011). Um dos principais atributos qualitativos das forrageiras do gênero *Cynodon spp.*, que afeta significativamente o rendimento animal, é a proteína bruta, cujo teor nas plantas é diretamente dependente do teor de N do solo (CECATO et al. 2008; VIELMO et al. 2011). A diminuição da proteína e o aumento dos carboidratos estruturais e lignina, que reduzem a digestibilidade da pastagem, está intimamente ligada ao estágio de desenvolvimento da planta e a idade de corte (CEDEÑO et al. 2003). Entre esses fatores Zapparoli (2014) encontrou teores de proteína bruta em

diferentes épocas de corte de Tifton 85 de 13, 11, 10 e 9% determinados aos 14, 28, 42 e 56 dias após aplicações de N, respectivamente.

O Tifton 85 apresenta elevado potencial produtivo de forragem, cuja quantidade pode variar de 7,7 a 39,27 t ha⁻¹ ano⁻¹ em solos de baixa a alta fertilidade, respectivamente (GOMES et al. 2015). A exigência desta gramínea em fertilidade do solo aumenta quando submetida à fenação, principalmente para os nutrientes N e potássio (K), uma vez que toda a produção é exportada (COLUSSI et al. 2014). A extração de nutrientes pela cultura por tonelada de matéria seca produzida fica em torno de 22,6 kg de N; 6,3 kg de P₂O₅ e 19,0 kg de K₂O (LEE et al. 2010). A reposição dos nutrientes exportados pela cultura por meio da adubação orgânica pode ser estratégia interessante, tendo em vista a liberação gradual dos nutrientes, além de ser uma fonte potencialmente mais barata (PANDOLFO e CERETTA, 2008; ZAPPAROLI, 2014). Entretanto, há carência de informações sobre a eficiência desse material na adubação de pastagens perenes submetidas a cortes sucessivos, como é o caso do Tifton 85 submetido a fenação. Por isso, é de grande importância a condução de estudos que visam avaliar a escolha correta de doses de cama de aves com objetivo de obter rendimentos satisfatórios de forragem (GUIMARÃES, 2015).

2.4 Eficiência agronômica da adubação orgânica

A produtividade das culturas é afetada por diversos fatores, dentre eles o solo, clima, planta e suas interações. Ao se fornecer os nutrientes às plantas contribui-se para o aumento da produtividade, porém também aumenta os custos de produção. Desse modo, a melhoria da eficiência nutricional é essencial para aumentar a produtividade e diminuir o custo de produção. A eficiência agronômica de fertilizantes é a relação entre produção de MS ou grãos, obtidos por unidades de nutriente aplicado (FAGERIA, 1998).

A eficiência dos adubos orgânicos é muito variável em função da composição, disponibilidade e liberação dos nutrientes no solo. Em geral, os resíduos orgânicos sólidos apresentam maior concentração de nutrientes comparativamente aos resíduos líquidos, porém a disponibilização destes é dependente dos fatores que afetam a decomposição dos resíduos. A eficiência da cama de aves na produção de culturas agrícolas muda para cada nutriente. Para cultura anuais, o N tem eficiência de 50 e 20% para o primeiro e segundo cultivo, respectivamente. O P possui eficiência de 80% para o primeiro e 20% para o segundo cultivo.

Por fim, o K é o único nutriente que fica todo disponível no primeiro cultivo, tendo eficiência de 100% (CQFS-RS/SC, 2016).

O N é, normalmente, o nutriente que mais limita a produtividade de Tifton 85. Quando usado fertilizante nitrogenados solúveis as produtividades são maiores em relação às mesmas doses supridas por fontes orgânicas, cujo índice de eficiência é de 50% para o primeiro cultivo de culturas anuais (CQFS-RS/SC, 2016). Lourenço et al. (2013) avaliaram a eficiência de cama de aves comparativamente a fertilizantes minerais na cultura do feijoeiro. No estudo, a recuperação de N contido na cama de aves variou entre 25 e 34%, já para os fertilizantes minerais a recuperação foi superior a 70% do total de N aplicado. Por outro lado, a recuperação de P com cama de aves foi superior ao encontrado com fertilizantes minerais.

Em estudo com adubação com cama de aves e nitrato de amônio na cultura do Tifton 85, em que foram aplicadas as mesmas quantidades de N, Woodard e Sollenberger (2011) mostraram que a cama de aves produziu quantidades de matéria seca que variou entre 48 a 67% da produzida com a fonte mineral. Todavia, em razão dos benéficos físicos e biológicos promovidos pela cama de aves ao solo, além da disponibilização gradual de nutrientes, é pertinente se estudar a eficiência da cama de aves ao longo dos anos em pastagens perenes, cujo índice de eficiência espera-se que seja superior ao obtido em culturas anuais.

2.5 Análise econômica

O gasto com adubação é um dos principais custos de produção das pastagens, principalmente de forrageiras exigentes em nutrição como o Tifton 85. Uma análise econômica simplificada sobre o uso de cama de aves pode ser feita levando-se em consideração o preço de aquisição da cama de aves, o custo com o transporte até propriedade e o custo de aplicação. Todavia, para se fazer a substituição parcial ou total de fontes minerais de adubação por fontes orgânicas, é preciso se conhecer além dos custos de aquisição, aplicação, a composição química do resíduo e a eficiência agrônômica da fonte orgânica comparativamente as fontes minerais. Com posse dessas informações é possível se avaliar com base em critérios técnicos a possibilidade de utilização de resíduos para locais próximos e distantes das regiões produtoras de aves (PANDOLFO e CERETTA, 2008).

Em alguns casos a adubação orgânica não proporciona maior produção em relação a adubação mineral. Colussi et al. (2014) observou queda de produção de MS acumulada de Tifton 85 com adubação via cama de aves em relação a adubação mineral. Por outro lado, o custo para produzir uma t de massa seca com adubo mineral foi de R\$ 144,00 e para a cama de aves R\$ 44,00. Todavia, propriedades produtoras de cama de aves precisam dar um destino adequado ao composto, levando em consideração aspectos econômicos e ambientais. Arruda (2012) com o objetivo de avaliar a substituição da ureia por cama de aves na produção de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* cv. Napier), encontrou produtividade de MS semelhante na maioria dos cortes, sem que houvesse diferença significativa para os fertilizantes utilizados. Dessa forma, o autor destaca que a ureia pode ser substituída pela cama de aves aplicada em dose única ou parcelada na adubação do capim-elefante, sendo ideal a aplicação em dose única facilitando o manejo.

3. OBJETIVO GERAL

O objetivo do estudo foi avaliar a eficiência agrônômica e a viabilidade econômica do uso de cama de aves sobre a produção e qualidade de feno de Tifton 85, de modo a subsidiar a recomendação técnica aos agricultores.

3.1 Objetivos específicos

Determinar a massa verde (MV), massa seca (MS) e o teor de proteína bruta (PB) de Tifton 85 em função da adubação com cama de aves, aplicada ao solo de modo isolada ou combinada com fertilizantes minerais;

Avaliar a viabilidade econômica do uso de cama de aves em substituição a fontes minerais de adubação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em 2018, na área didática experimental do IFSC – Câmpus São Miguel do Oeste sob um Nitossolo Vermelho com 55% de argila, em área de 1.500 m². O clima local é classificado conforme Köppen como subtropical úmido (Cfa). Os dados de precipitação e temperatura média mensal foram obtidos junto a estação experimental do Centro de Treinamento da Epagri de São Miguel do Oeste (Cetresmo).

Os tratamentos foram definidos em função da expectativa de rendimento da cultura (CQFS-RS/SC, 2016), cuja referência foi a dose de N necessária para produzir 20 t ha⁻¹ ano⁻¹ de MS de forragem. 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 (testemunha), 210 (CA210), 420 (CA420), 630 (CA630) e 840 (CA840) kg ha⁻¹ de N. Para suprir essas doses de N foram aplicadas 0, 6,2, 12,4, 18,5 e 24,8 t ha⁻¹ ano⁻¹ de cama de aves na base seca, respectivamente. O cálculo da dose levou em consideração o teor total de N da cama de aves, cujo valor é de 3,4%. Adicionalmente, também foram acrescentados dois tratamentos com fertilizantes minerais, os quais aplicaram ao solo 100% da demanda de N da cultura para produção de 20 t ha⁻¹ 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 t ha⁻¹ 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 t ha⁻¹ ano⁻¹ 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. 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. A dose anual aplicada de fertilizantes é demonstrada na Tabela 1.

TABELA 1 - Quantidades de fertilizantes orgânicos (base seca) e minerais aplicados anualmente em função de cada tratamento.

Tratamentos	Cama de aves			Adubos minerais			
	Dose	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	t ha ⁻¹ ano ⁻¹kg ha ⁻¹ ano ⁻¹					
Testemunha	0	0	0	0	0	0	0
CA210	6,2	210	86	136	0	0	0
CA420	12,4	420	173	272	0	0	0
CA630	18,5	630	259	407	0	0	0
CA840	24,8	840	347	545	0	0	0
MIN420	0	0	0	0	42	370	288
OM420	5,0	170	70	110	250	0	39

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais, cuja área de cada unidade é de 22,05 m² (4,20 x 5,25 m), espaçadas entre si com corredores de 2,4 m (Figura 2). Os tratamentos foram distribuídos ao solo de modo fracionado, cuja dose anual foi aplicada em três vezes, sempre que possível, nos meses de fevereiro, agosto e outubro. A aplicação dos tratamentos foi feita manualmente, a lanço, em superfície, tomando precauções para obtenção de distribuição homogênea na área da parcela. Durante a fase de crescimento da pastagem foi realizado o monitoramento de pragas e plantas invasoras, sendo aplicados para controle inseticidas e herbicidas sempre que necessário.

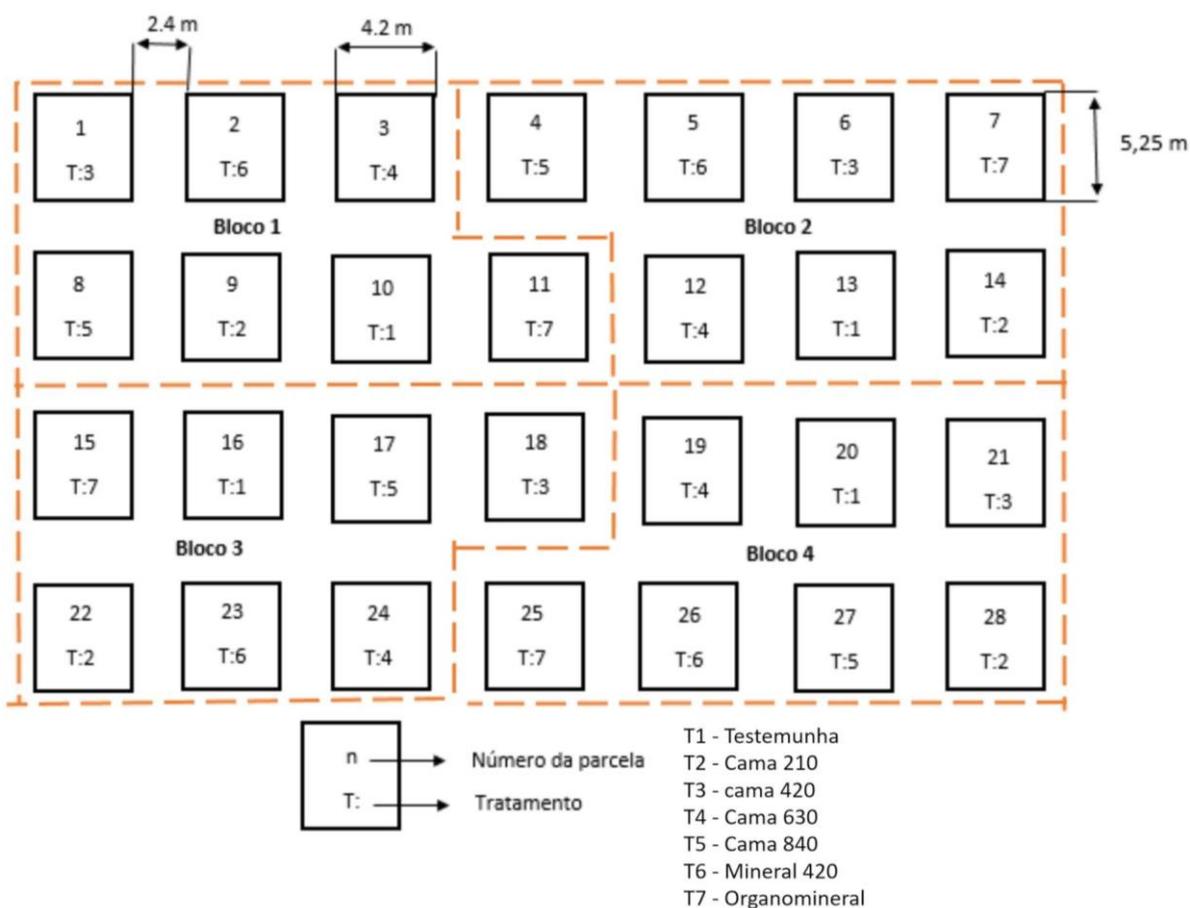


FIGURA 2 - Croqui da área experimental com a distribuição dos tratamentos e blocos.

Os cortes do Tifton 85 foram feitos sempre que ao menos um tratamento atingisse a altura média de 30 cm. Quando essa medida era atingida, todos os tratamentos eram cortados. As medições foram feitas com régua de formato cilíndrico, em que sobre seu eixo deslizava um prato plástico com o centro perfurado. A base da régua era colocada sobre o solo e o prato era solto sobre o dossel da cultura, sendo feita medição da altura em que o prato se acomodava (CANESIN et al. 2006). O corte do Tifton 85 foi realizada com segadeira motorizada a aproximadamente 7 cm de altura. A área útil de cada parcela foi medida individualmente para evitar possíveis variações do operador. Primeiramente eram cortadas as laterais das parcelas e a MV desta bordadura era removida. Posteriormente, foi escolhido visualmente uma área uniforme que representava a média da parcela, media-se o comprimento, e em seguida efetuava-se o corte com a segadeira no sentido perpendicular a bordadura (Figura 3). 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 m². Nos dois anos avaliados foram efetuados 11 cortes da forrageira.



FIGURA 3 - Preparação das parcelas de Tifton 85 para amostragem: A e B) corte dos corredores; C) corte lateral das parcelas; D) medição do comprimento de corte; E) corte da área; F) coleta da amostra para análises.

O material fresco após o corte foi pesado para determinação da MV e uma amostra homogênea foi retirada para determinação da MS. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada de ar com temperatura constante de 65 °C. As amostras permaneceram na estufa até obtenção de peso constante para determinação da MS. Para determinação de PB as amostras foram moídas em moinho do tipo Willey e os teores de nitrogênio total (Nt) determinados conforme descrito por TEDESCO et al (1995). Os teores de PB foram obtidos pela multiplicação do teor de Nt pelo fator de correção 6,25 (RODRIGUES, 2010). A determinação da PB foi feita somente com os seis primeiros cortes do Tifton 85.

A análise da viabilidade econômica do uso das fontes de adubação foi obtida por meio da relação entre o rendimento financeiro com a venda do feno e os custos de produção

expressos na forma de quantidade de produto (feno). Para encontrar a dose de maior retorno econômico do fertilizante orgânico foi projetada uma linha paralela à função do custo total, até interceptar a curva da função de produção (VAN RAIJ, 2011), conforme demonstrado na Figura 4. Por outro lado, a comparação das fontes minerais e organominerais com a cama de aves foram feitas por meio de equivalências, levando em consideração o valor da receita líquida obtida em cada tratamento.

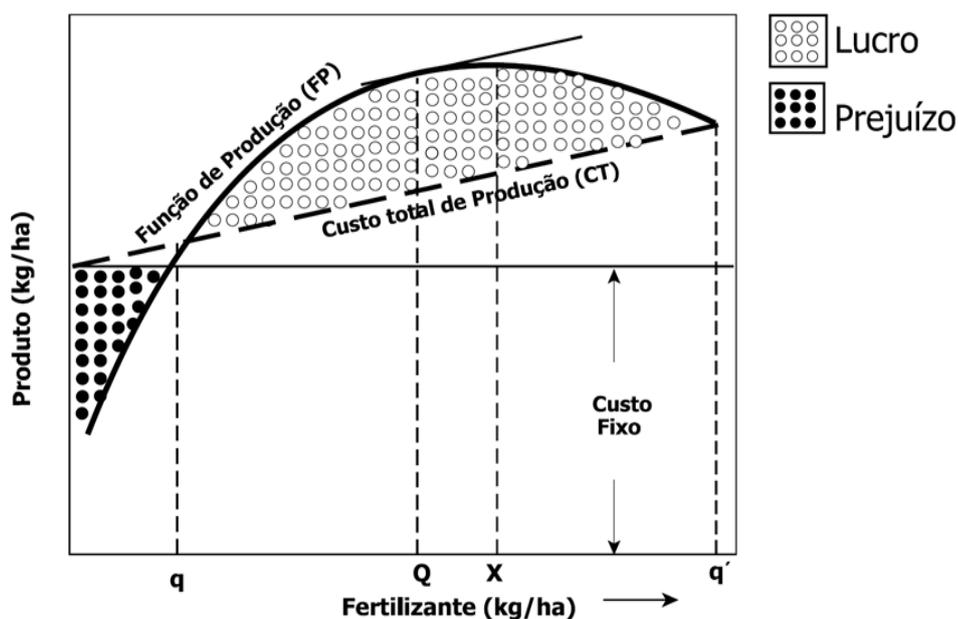


FIGURA 4 - Relação entre doses crescentes de fertilizante, rendimento das culturas e custos de produção expressos na forma de quantidade de produto. Fonte: Adaptado de Van Raij, 2011.

Para análise da eficiência econômica foi realizado levantamento de preços dos insumos, do frete dos produtos, bem como os custos de mecanização e os valores de venda do feno. Os dados foram obtidos junto ao site do Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola (CEPA/EPAGRI 2020) e em trabalhos de análises de custos operacionais (SILVA, 2009; CYRINEU, 2015) conforme Tabela 2. O cálculo dos custos foi feito tendo por base a área de um hectare (ha), cultivado por período de um ano. O custo de frete da cama de aves foi calculado com base no peso transportado, com valores expressos em R\$ t⁻¹ (Tabela 3). Para os fertilizantes minerais, não foi considerado custos de frete, pelo fato de serem menos volumosos e o preço do transporte já está embutido no valor de aquisição do produto no comércio local. Os custos relacionados a mecanização agrícola foram estimados partindo da premissa que todos os serviços demandados seriam terceirizados. Para o custo de mecanização foi considerado o uso de um trator de pequeno porte, de 75 CV. Tratando-se de

terceirização, foi considerado o implemento utilizado somente para fins de especificação, sendo que apenas o gasto do trator foi contabilizado tendo em vista sua presença em todas as etapas.

O custo com a aplicação da cama de aves foi estimado em horas por ha considerando a quantidade aplicada e o tempo demandado para a aplicação. As horas para aplicação de cama de aves foi estimada com o conjunto trator mais distribuidor centrífugo de adubos orgânico sólido de 3t.

Em relação a aplicação dos fertilizantes minerais, foi calculado o custo com base em um trator de 75 CV, com distribuidor centrífugo de 1.200 kg, acoplado nos 3 pontos do trator (SILVA, 2009). Nesta variável considerou-se o tempo de aplicação de fertilizantes minerais para um ha, com base no rendimento operacional do conjunto trator e lancer. Para a aplicação de defensivos via pulverização, considerou-se o rendimento operacional de um trator de 75 CV, tracionando um pulverizador de 3.000 L (SILVA, 2009).

O custo com o corte do Tifton 85 foi obtido considerando o desempenho operacional de uma segadeira autopropelida (BONATO, 2004). Tendo por base o rendimento operacional, estimou-se o tempo demandado para realização do corte de um ha. Após o corte, estimou-se o custo para revolvimento e enleiramento da massa da forrageira, ressaltando que este processo é feito pelo mesmo implemento (enleirador tipo ancinho). Nesta etapa, considerou-se três passagens do implemento por corte, ou seja, duas passagens para revolvimento e uma para enleirar. Novamente, considerou-se o custo operacional do trator de 75 CV com o acople deste implemento (CYRINEU 2015).

A última etapa do processo de fenação é o enfardamento do Tifton 85 seco, moldando os fardos. Nesta parte, foi estimada a capacidade operacional de uma enfardadeira compatível com a potência do trator. De acordo com Bonato (2004), rendimento operacional varia com a quantidade de produto, porém, para fins de levantamento de custo utilizou-se um valor médio. (Tabela 3).

A análise econômica foi elaborada com três variáveis, sendo: custo fixo, custo total e receita bruta. Para o custo fixo, considerou-se somente o juro sobre o valor da terra. O valor da terra foi obtido de acordo com o CEPA/Epagri (2020), como sendo terra de primeira. A taxa de juro utilizada foi a de poupança, para o ano de 2020 (Debit, 2020). No custo total, foi somado o custo fixo com os custos variáveis. Os custos variáveis foram estimados com valores de terceirização da mecanização (Tabela 3), que variam com a produção de feno e a quantidade de fertilizante aplicado. Por fim, a receita bruta foi obtida com a multiplicação da

produção anual de feno pelo valor unitário do produto. Os resultados obtidos foram plotados em gráfico pelo programa Sigma Plot.

TABELA 2 - Levantamento de preços dos insumos e comercialização de feno.

Componente	Especificação	Unidade de referência	Quantidade	Valor R\$	Fonte
Valor da terra	terra de primeira	Há	1	70.000,00	CEPA/Epagri
SFT	sc 50 kg	Kg	1	98,50	CEPA/Epagri
Cloreto de Potássio	sc 50 kg	Kg	1	91,00	CEPA/Epagri
Ureia	sc 50 kg	Kg	1	92,00	CEPA/Epagri
Cama de aves	bruta	T	1	55,00	CEPA/Epagri
Engeo pleno	inseticida	Litro	1	190,67	CEPA/Epagri
Ally 600	herbicida	Gramas	1	1,91	CEPA/Epagri
Feno de Tifton 85	fardo	Kg	1	0,70	MFRURAL

TABELA 3 - Levantamento de preços de mecanização agrícola terceirizada.

Componente	Especificação	Unidade de referência	Quantidade	Valor (R\$)	Eficiência operacional	Fonte
Frete	50 Km	t	1	39,17	-	CEPA/Epagri
Hora trator	trator médio (75CV)	hora	1	136,00	-	CEPA/Epagri
Pulverização	trator + pulverizador	hora	1	136,00	4 ha/h	SILVA (2009)
Aplicação da cama	trator + distribuidor (tração)	hora	1	136,00	2 ha/h	Autores
Aplicação fer. minerais	trator + Lancer	hora	1	136,00	4 ha/h	SILVA (2009)
Corte	trator + segadeira	hora	1	136,00	2,1 ha/h	Bonato (2004)
Revolvimento	trator + enleirador	hora	1	136,00	2 ha/h	Cyrineu (2015)
Mão de obra	produtor	hora	1	15,00	-	CEPA/Epagri
Fenação	trator + enfardadeira	hora	1	136,00	2,7 ha/h	Bonato (2004)

Os dados de rendimento e proteína foram submetidos à análise de variância ANOVA, e quando os efeitos foram significativos equações de regressão foram ajustadas para os fatores quantitativos por meio do programa Sigma Plot. Para obtenção dos índices de equivalência agrônômica as variáveis respostas da cama de aves foram plotadas em gráfico e ajustada regressão entre elas. Em seguida, os dados (variável resposta) dos fertilizantes minerais (MIN420 e OM420) 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 agrônômica relativa (EAR) entre as fontes que aplicaram a mesma dose de N (CA420 e OM420) e a fonte mineral (MIN420) de adubação foi determinada pela seguinte equação:

$$EAR = ((Tratamento X - Testemunha) / (Tratamento mineral - Testemunha)) \times 100.$$

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante os anos de 2018 a 2019 os índices médios mensais de temperatura oscilaram entre 23 °C para os meses mais quentes (verão) e 15 °C para os meses mais frios (inverno), já os índices anuais de precipitação ficaram em torno de 2.273 e 1.896 mm para 2018 e 2019, respectivamente (Figura 1). O ano de 2019 foi caracterizado por período de estiagem, que resultou em um corte a menos da forrageira em relação ao ano de 2018.

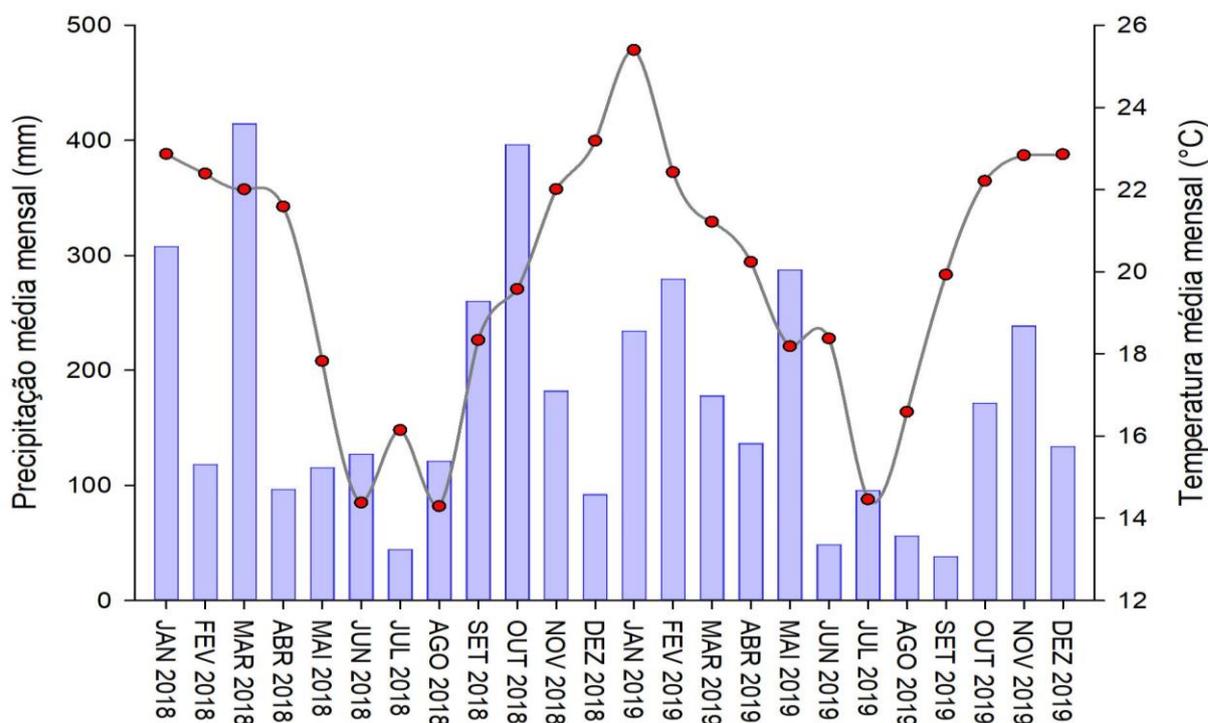


FIGURA 1 - Média mensal da temperatura e pluviosidade para o município de São Miguel do Oeste nos anos de 2018 e 2019. Fonte: Epagri, 2020.

A produção média anual de MV de Tifton 85 aumentou linearmente com as doses de cama de aves (Figura 5). A produtividade aumentou de 21,4 para 97,0 t ha⁻¹ ano⁻¹ de MV

com aumento da dose de N de 0 para 840 kg ha⁻¹ de N aplicado por meio de cama de aves, respectivamente. Em relação à equivalência agrônômica, verificou-se que a fonte de adubação mineral (MIN420) tem produção equivalente a 743 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N aplicado por meio de cama de aves. Por outro lado, o tratamento OM420 produziu equivalente a dose de cama de aves que aplica 456 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N.

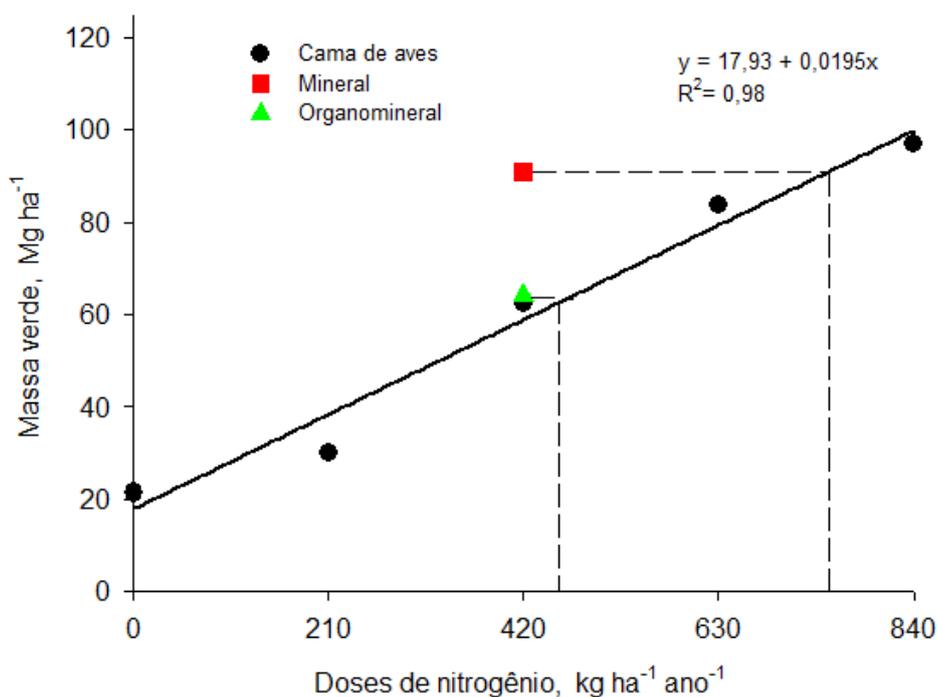


FIGURA 5 - Rendimento de MV de Tifton 85 (média de dois anos) em função de doses de N, supridas por meio de cama de aves, ureia (mineral) e cama de aves + ureia (organomineral). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

A produção de MS de Tifton 85 aumentou linearmente com as doses de cama de aves aplicadas (Figura 6). Na média dos dois anos avaliados a produção de MS aumentou de aproximadamente 6.500 para 29.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ para o tratamento testemunha e CA840, respectivamente. O incremento de MS de Tifton 85 foi em torno de 26,5 kg ha⁻¹ de feno para cada kg de N aplicado por meio da cama de aves. Os resultados mostram que até as doses avaliadas (840 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N) não houve estabilização da produção da forrageira, demonstrando a grande responsividade da cultura em relação a nutrição, principalmente ao N. Esses dados são corroborados por Quaresma et al. (2011), que aplicaram N na forma de ureia em Tifton 85 nas doses de 0, 60, 120, 180 e 240 kg ha⁻¹ de N e obtiveram eficiência de 22,67 kg de MS para cada kg de N aplicado. Todavia, neste estudo não se pode inferir que

a resposta seja unicamente devido ao N, uma vez que quando se aplica cama de aves ao solo se aporta grande quantidade de outros nutrientes, bem como também existem os benefícios físicos e biológicos proporcionados pelo uso do resíduo (VAN RAIJ, 2011).

A relação entre os tratamentos que receberam fertilizantes minerais com a cama de aves se deu por meio da obtenção da equivalência agrônômica entre as fontes (Figura 6). O MIN420 produziu o equivalente a 725 kg ha⁻¹ de N aplicado por meio de cama de aves. Já o tratamento OM420 produziu o equivalente a 469 kg ha⁻¹ de N aplicado via cama de aves, muito embora as médias de produtividade sejam semelhantes. As produtividades médias de MS, na média de dois anos, do tratamento CA420 e OM420 foram muito próximas de 20 t ha⁻¹ ano⁻¹, portanto, coerentes com a recomendação de N do manual de adubação e calagem (CQFS RS/SC, 2016). Por outro lado, a adubação MIN420 produziu em torno de 25.000 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS, quantidade superior a expectativa de rendimento quando levado em consideração apenas a recomendação de N (CQFS RS/SC, 2016).

O tratamento testemunha, sem adubação, produziu em torno de 6.500 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de MS de forragem na média dos dois anos avaliados (Figura 6). Esse rendimento é relativamente alto considerando que a gramínea é muito exigente em nutrição. Porém, essa média foi afetada principalmente pelas produtividades obtidas no primeiro ano de avaliação, devido a fertilidade inicial do solo que contribuiu para elevadas produções nos primeiros cortes. Porém, no decorrer dos cortes a produção foi diminuindo, sendo que no final do segundo ano a produtividade da testemunha foi pequena.

O índice de eficiência agrônômica relativa do tratamento CA420 e do OM420, em relação ao tratamento MIN420, foi aproximadamente 65% para ambos. Esse resultado é corroborado por Woodard e Sollenberger (2011) que compararam a eficiência da cama de aves com o nitrato de amônio na produção de MS de Tifton 85, os quais verificaram que o rendimento em MS da cama de aves oscilou entre 48 e 67% do obtido com a fonte mineral. Além disso, a CQFS RS/SC (2016) considera que a eficiência do N da cama de aves nos dois primeiros cultivos é de 70%. Portanto, o valor obtido neste estudo está muito próximo do sugerido pelo manual, diferentemente da hipótese de que essa eficiência poderia ser maior no cultivo de cultura perene.

As fontes minerais apresentam características de pronta disponibilidade de nutrientes para as plantas. Por outro lado, verifica-se menor disponibilidade do N total contido na cama de aves. Este fator está ligado à necessidade de ocorrer mineralização da cama de aves, ou seja, parte do N contido requer tempo para estar disponível para a planta,

gerando menor produtividade (COLUSSI et al. 2014). Rogeri (2010), quantificando a composição química de diferentes amostras da cama de aves, demonstrou que o N está na maior parte contido na fração orgânica do composto, sendo que 92% do N faz parte da estrutura orgânica, necessitando mineralização para sua disponibilização, já a fração na forma mineral é de apenas 8% do N total.

O tratamento OM420, apesar de ter aplicado ao solo 62% do total de N na forma amidica (ureia) e 38% do N na forma orgânica, não produziu mais MS do que o tratamento CA420 (Figura 6). A explicação para essa semelhança se deve as prováveis maiores perdas de N por volatilização de amônia no tratamento OM420. Rogeri (2010) mostrou que o pH médio da cama de aves fica em torno de 7,8, demonstrando a característica alcalina do resíduo. Como a ureia e a cama de aves no tratamento OM420 foram aplicados juntos, é provável que o pH elevado da mistura, bem como a alta atividade da enzima uréase, tenham proporcionado maiores perdas de N na forma de amônia.

A produtividade de Tifton 85 é dependente, dentre tantos fatores, do tipo de manejo atribuído a pastagem. O rendimento está intimamente ligado ao índice de área foliar (IAF) e a interceptação luminosa (IL) (COSTA, 2004; PEDREIRA et al. 2013). Quando a gramínea intercepta o máximo da luz solar, cerca de 90 a 95% da energia incidente, ela apresenta maiores incrementos de produção. A partir desse ponto passa a ocorrer decréscimos de produtividade e senescência. Neste estudo, o corte da forrageira foi feito em todas as parcelas quando um tratamento atingiu a altura pré-determinada de 30 cm. Sendo assim, algumas parcelas podem não ter expressado seu máximo rendimento devido ao corte precoce. Neste sentido, parcelas com menores adubações podem ter sido prejudicadas por este método de colheita, pois demoram mais tempo para se desenvolver.

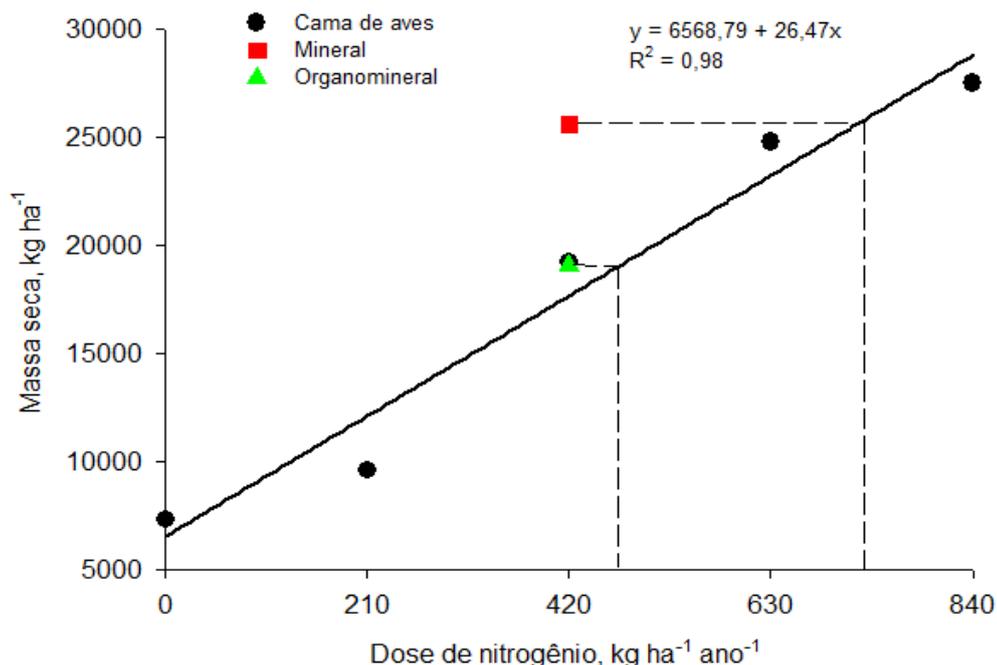


FIGURA 6 - Rendimento de massa seca de Tifton 85 (média de dois anos) em função de doses de N, supridas por meio de cama de aves, uréia (mineral) e cama de aves + ureia (organomineral). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência agrônômica dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

O teor de PB (%) de Tifton 85 aumentou linearmente com as doses de cama de aves (Figura 7). Na média dos seis cortes avaliados os teores de PB aumentaram de 9,5 para 14,2% para o tratamento testemunha e a dose de 840 kg ha⁻¹ de N aplicado pela cama de aves, respectivamente. O incremento de PB foi em torno de 0,0058 % para cada kg ha⁻¹ de N aplicado. Esses resultados corroboram os obtidos por Quaresma et al. (2011) que verificaram que o aumento da dose de N (uréia) de 0 para 240 kg ha⁻¹ aumentou o teor de PB de 9,5 para 11,3%, respectivamente. Porém, em relação ao acréscimo de PB foi encontrado valor de 0,0095 % para cada kg ha⁻¹ de N aplicado, superior ao encontrado neste trabalho.

O tratamento OM420 apresentou teores de PB equivalente à dose de 550 kg ha⁻¹ de N aplicado via cama de aves (Figura 7). Já o MIN420 acumulou teores de PB equivalente a dose 820 kg ha⁻¹ de N supridos pela cama de aves. O fato do tratamento MIN420 ter alcançado teores de PB próximos ao tratamento CA840 pode estar relacionado a maior solubilidade do N suprido pela fonte mineral. Esses resultados reforçam os encontrados por Rogeri et al (2015), que em experimento com intuito de estudar a mineralização e nitrificação de N contido na cama de aves recuperaram no máximo 30% do N total aplicado na forma mineral após 48 dias de avaliação.

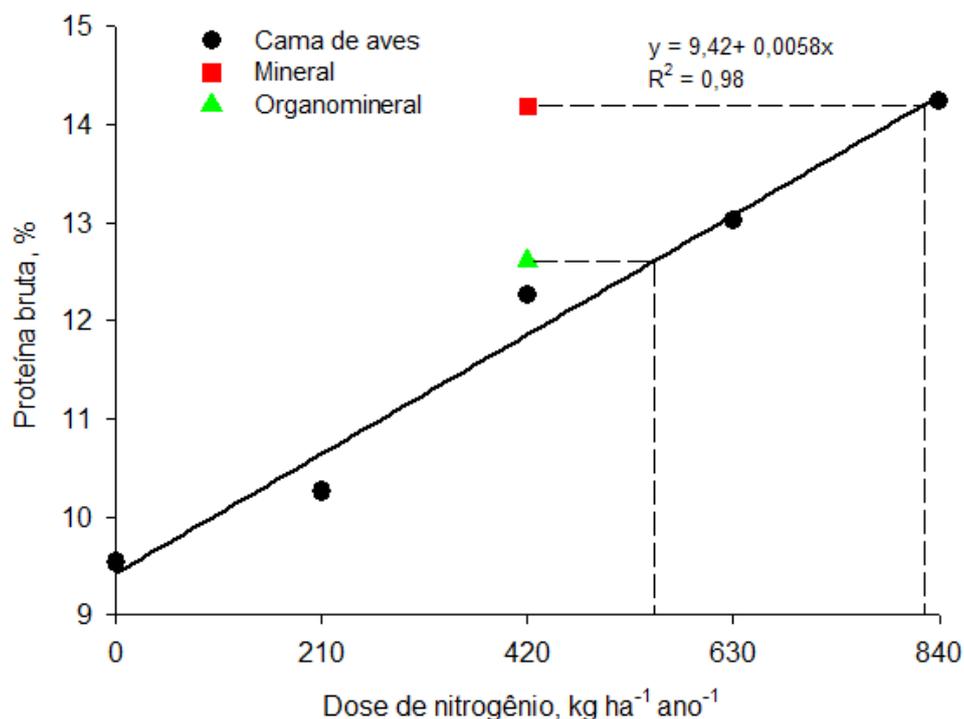


FIGURA 7 - Proteína bruta (%) de Tifton 85 em função da aplicação de doses de N, supridas por meio de cama de aves, uréia (mineral) e cama + ureia (organomineral). As linhas tracejadas que interceptam a curva de resposta da cama de aves e encontraram valor correspondente no eixo X correspondem ao equivalente agrônômico dos tratamentos com fontes minerais em cama de aves.

Em relação a análise econômica, a maior receita bruta da produção de feno de Tifton 85 foi obtida na maior dose de cama de aves aplicada, cujo valor obtido foi de R\$ 20.752,00 (Figura 8). Mesmo com o custo variável de produção crescente, a receita bruta aumentou em uma proporção maior, superando o aumento do custo. Os tratamentos testemunha e CA210 apresentaram os menores valores de receita bruta, sendo R\$ 5.114,00 e R\$ 6.722,00, respectivamente.

A proximidade entre a curva da receita bruta e custo total indica pequena receita líquida, ou seja, baixa lucratividade, como exemplo do tratamento testemunha e CA210 (Figura 08). Este fato está ligado diretamente com a baixa produção e o elevado custo fixo, no qual considerou-se unicamente o juro anual sobre o valor da terra em 3,5% (Debit, 2020) ao ano (R\$ 2.450,00). Outro fator é o custo variável, em que foi considerado a mecanização necessária para fenação como padrão para todos os tratamentos. Sendo assim, mesmo com baixa produção os custos com mecanização foram consideráveis, tendo em vista que o corte da forrageira ocorreu em todos os tratamentos. A partir disso, nota-se que o maior retorno econômico se deu na maior dose de cama de aves, pois independentemente da quantidade de insumo utilizado a mecanização em área total é necessária. Desse modo, percebe-se que um

pequeno incremento no custo total (mais horas de trator e insumos), com o aumento da adubação é viável, pois no final o retorno em produtividade aumenta em proporções maiores (Figura 8).

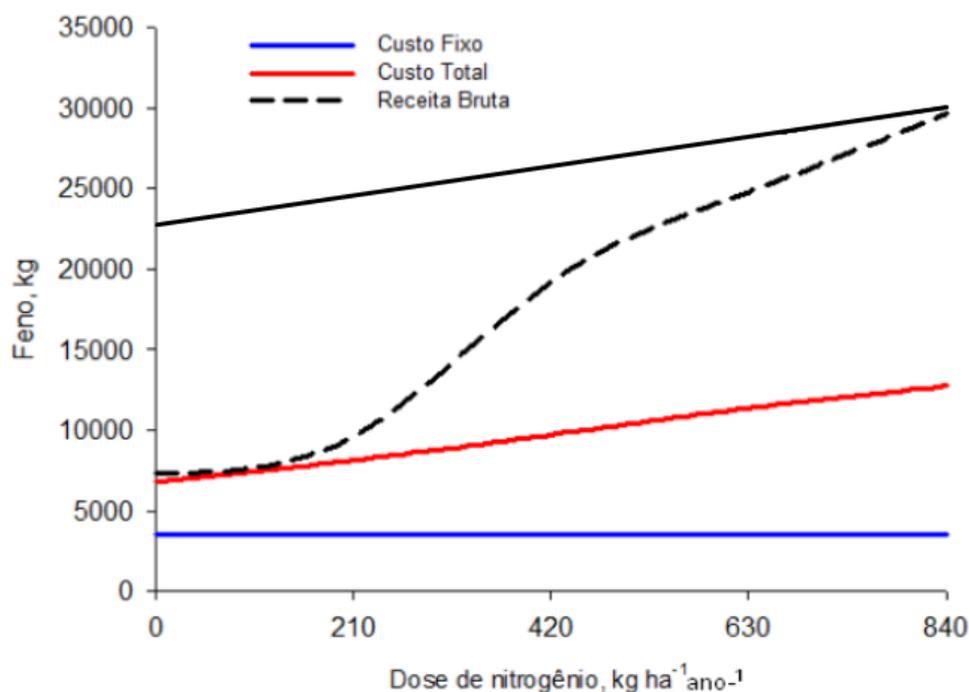


FIGURA 8 - Análise econômica da produção de Tifton 85 em função da aplicação de cama de aves ao solo. A projeção no gráfico da linha contínua preta, paralela à reta do custo total, indica a dose de nitrogênio que proporciona o maior retorno econômico, cujo valor é encontrado quando a reta atinge a curva da receita bruta.

A relação entre o retorno econômico dos tratamentos que receberam fertilizantes minerais e aqueles com cama de aves são mostrados na Figura 9. Dentre os tratamentos avaliados o maior retorno econômico se deu com a maior dose de cama de aves, visto que a produção de feno teve aumento linear. Já os tratamentos que receberam fertilizantes minerais tiveram retornos distintos. O MIN420 teve retorno econômico equivalente a dose de 510 kg ha⁻¹ de N aplicado por meio de cama de aves. Já o OM420 teve retorno equivalente a uma aplicação a 410 kg ha⁻¹ de N aplicado por meio de cama de aves, retorno praticamente igual a mesma dose de N. O maior retorno financeiro foi obtido com a dose de CA840, a qual rendeu aproximadamente R\$ 12.000,00 ha⁻¹ ano⁻¹, valor que pode ser considerado muito bom, desde que haja comércio para todo feno produzido.

Em relação ao tratamento OM420, os resultados foram muito próximos do CA420, porém a receita líquida foi pouco menor (Figura 9). Isso pode ser explicado pelo maior custo de fertilizantes minerais e de mecanização, devido à presença das duas fontes de

nutrientes, ou seja, neste tratamento ocorre gasto com a aplicação dos fertilizantes minerais e cama de aves, pois os implementos utilizados são diferentes. Analisando apenas o retorno econômico, a escolha pela aplicação isolada de cama de aves ou combinada com fontes minerais é indiferente para uma mesma dose. Porém, a dose de cama de aves aporta, normalmente, maiores quantidades de P e K ao solo que o recomendado, o que poderia constituir uma vantagem, pela maior quantidade de nutrientes. Por outro lado, esses nutrientes em excesso ao longo dos anos poderiam ser prejudiciais o sistema solo-água e a pelo desbalanço nutricional (BERTOL et al., 2005).

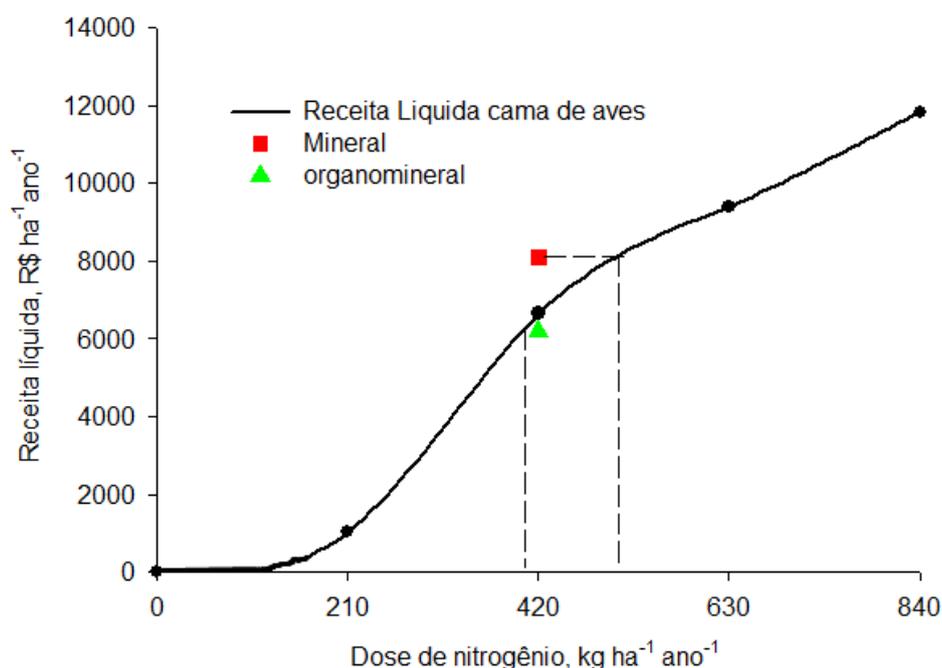


FIGURA 9 - Receita líquida anual (R\$ ha⁻¹ ano⁻¹) calculada pelo preço de comercialização do feno de Tifton 85 em função da aplicação de doses de N ao solo, supridas por meio de cama de aves, uréia (mineral) e cama + ureia (organomineral). As linhas tracejadas que interceptam a curva da receita líquida e encontram valor correspondente no eixo X indicam a equivalência em cama de aves das fontes minerais.

6. CONCLUSÃO

A produção de MS de Tifton 85 aumentou linearmente com as doses de cama de aves, o que demonstra grande responsividade da forrageira a adubação. A cama de aves apresentou 65% de eficiência agrônômica relativa do N aplicado se comparada ao fertilizante mineral.

Os teores de PB aumentaram proporcionalmente a dose aplicada de cama de aves. Quando aplicadas em doses iguais, a fonte mineral produz mais MS e proteína bruta.

Em relação a análise econômica o lucro líquido é atingido a partir de uma dose equivalente aproximada de 130 kg de N, sendo crescente até 840 kg de N. Não foi possível determinar o ponto de máximo lucro líquido.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A obtenção de resultados consistentes em estudos com fertilizantes orgânicos requer a condução dos experimentos por longos períodos. Isso porque as fontes orgânicas apresentam a maior parte de seus nutrientes, como o próprio nome sugere, fazendo parte da estrutura orgânica dos materiais que compõe o resíduo. A disponibilização dos nutrientes contidos nos resíduos necessita que compostos que estes fazem parte sejam mineralizados pela atuação de microrganismos do solo. Desse modo, a obtenção de índices de equivalência das fontes orgânicas com as fontes minerais solúveis requer a condução de trabalhos por longos períodos, visto que além da disponibilização de nutrientes, o uso de resíduos pode promover diversas alterações no solo, sejam elas relacionadas aos atributos químicos, físicos ou biológicos. Embora o presente estudo tenha sido planejado para ser conduzido por cinco anos, os resultados obtidos até o presente momento permitem fazer algumas inferências práticas. Todavia, cabe ressaltar que são necessárias a realização de várias outras análises químicas para possibilitar fazer o balanço dos nutrientes aplicados ao solo. Feito estas ressalvas, tendo ciência que os resultados podem não ser definitivos, podemos apontar que a eficiência da cama de aves, na média de dois primeiros anos, ficou em torno de 65% das fontes minerais de adubação. Assim, caso se queira obter a mesma produtividade de feno, nos primeiros anos, adubando-se somente com cama de aves, é preciso aplicar maiores doses de N do que o recomendado para fontes minerais.

Não é possível afirmar, definitivamente, que as diferenças de rendimento entre os tratamentos que aplicaram a mesma dose N tenha sido devido ao nitrogênio. Porém, há algumas evidências que sugerem que sim, visto que o solo apresentava no início do estudo altos teores de P. Por essa razão, é pouco provável que a maior disponibilidade inicial de P nas fontes minerais tenha sido a responsável pela maior produtividade deste tratamento, uma vez que o P dos resíduos orgânicos também precisa ser mineralizado para ser disponibilizado

às plantas. Por outro lado, o K não faz parte da estrutura dos materiais orgânicos, portanto todo ele é disponibilizado logo após a aplicação ao solo. Todavia, o maior rendimento de massa seca do tratamento mineral, comparativamente a mesma dose de N via cama de aves, foi acompanhado por maior concentração de N nos tecidos. Essa evidência sugere que a menor disponibilidade de N da cama de aves tenha sido a responsável pelo menor rendimento da Tifton.

Quanto aos aspectos econômicos, em função da resposta linear da forrageira às doses de cama de aves, não foi possível obter o ponto de máximo retorno financeiro. Apesar do maior retorno econômico ser na maior dose de cama testada, é preciso verificar no tempo se essas doses não estão proporcionando acúmulo de P no solo, visto que esse elemento é um dos principais causadores da eutrofização das águas. Isso porque, nas maiores doses cama de aves testadas, a quantidade de P aportado ao solo, bem como a de K, são muito maiores que as necessárias para cultura. Obviamente que altos teores de P no solo são desejáveis, o que se pretende evitar são teores extremamente altos, acima da capacidade de suporte do solo. Neste sentido, adubações combinadas com fontes orgânicas com minerais podem ser interessantes. Uma recomendação prática, fácil de ser implementada, poderia ser a aplicação de uma dose anual de cama de aves para suprir P e K à cultura, com complementação com N mineral após cada corte.

Quanto a adubação organomineral (OM420) avaliada neste estudo, a qual aplicou exatamente as quantidades de N, P e K que o manual recomenda para cultura, não foi possível observar diferenças no rendimento, nem tampouco no retorno econômico, quando comparado com a mesma dose de N aplicada por meio da cama de aves (CA420). Se por um lado cama de aves aplica mais K e P que o organomineral, este por sua vez aplica maior quantidade de N solúvel ao solo. Todavia, antes de fazer inferências sobre os fatores que afetam estes resultados, é prudente aguardar as análises químicas do solo, sobretudo as quantidades de P e K absorvidas pelas plantas.

8. REFERÊNCIAS

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Principais Indicadores do Setor de Fertilizantes**. 2020. (Boletim Técnico). Disponível em: < https://anda.org.br/wp-content/uploads/2020/08/Principais__Indicadores_2020.pdf> acesso em: 03 set 2020.

ARRUDA, Guilherme Mendes Machado Franco de. **Produtividade de massa seca e proteína bruta do capim-elefante cv. Napier em função da adubação orgânica e mineral**. 2012. 42 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual Paulista Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2012.

BRASIL, Resolução CONAMA n° 420, de 28 de dezembro de 2009. **Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas**. Publicado no D.O.U n° 249, 30 dez 2009, pág. 81-84.

BERTOL, Oromar João et al. Perdas de nitrogênio via superfície e subsuperfície em sistema de semeadura direta. **Floresta**, Curitiba, v. 35, n. 3, p. 429-442, 31 dez. 2005.

BONATO, R.J. **Qualidade Operacional da Fenação: Análise do Processo de Produção**. 2004. 118 p. Dissertação (mestrado). Universidade do Estado de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2004.

BURTON, G. W.; GATES, R. N.; HILL, G. M.. Registration of 'Tifton 85' Bermudagrass. **Crop Science**, Madison, v. 33, n. 3, p. 644-645, maio 1993.

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

CARVALHO, M.S.S. **Desempenho agrônômico e análise de crescimento de capins do gênero *Cynodon* em resposta à frequência de corte**. 2011. 95 p. Dissertação (mestrado). Universidade do Estado de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2011.

CECATO, Ulysses et al. Avaliação de cultivares do gênero *Cynodon* com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 23, p. 781, 9 maio 2008.

CEDEÑO, Jorge Alberto Girón et al. Efeito da idade de corte na performance de três forrageiras do gênero *Cynodon*. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 462-470, abr. 2003.

CEPA, Epagri. Mercado Agrícola. Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. Florianópolis, 2020. Disponível em: <<https://cepa.epagri.sc.gov.br/index.php/produtos/mercado-agricola/>> acesso em: 14 jul 2020.

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.

COSTA, NEWTON DE LUCENA (Editor). Formação, manejo e recuperação de pastagens em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 219p.

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

CORRÊA, Luciano de Almeida et al. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na produção e qualidade da forragem de capim-coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 4, p. 763-772, ago. 2007.

CYRINEU, Rodolfo Wartto. Especial máquinas para feno. Cada etapa de produção do feno exige um maquinário específico. 185. ed. **Revista A Granja: Centaurus**, abril 2015.

DALÓLIO, F. S.; SILVA, J. N.; OLIVEIRA, A. C. C.; TINÔCO, I. D. F. F.; BARBOSA, R. C. Poultry litter as biomass energy: A review and future perspectives. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 76, 941-949, 2017.

DEBIT. Poupança. Histórico Completo. **Site**. Disponível em:<<https://www.debit.com.br/tabelas/tabela-completa.php?indice=poupanca>>. Acessado em: Agr. 2020.

EPAGRI. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. **Banco de dados de variáveis ambientais de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2020. 20p. (Epagri, Documentos, 310) - ISSN 2674-9521 (On-line).

FAGERIA, Nand Kumar. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 2, n. 1, p. 6-16, abr. 1998.

FEY, R. et al. Relações entre lixiviação de nitrato e produção de biomassa do milho com dejetos suínos provenientes de diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias - Brazilian Journal Of Agricultural Sciences**, Recife, v. 5, n. 2, p. 212-218, 9 jun. 2010.

GOMES, Eder P. et al. Produtividade de capim Tifton 85 sob irrigação e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande-Pb, v. 19, n. 4, p. 317-323, abr. 2015.

GUIMARÃES, Geicimara. **Cama de frango e esterco bovino na produção de cana de açúcar**. 2015. 52 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agroecologia, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Indicadores agropecuários 2018. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 02 abril. 2019.

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

LANA, R. M. Q. et al. Alterações na produtividade e composição nutricional de uma pastagem após segundo ano de aplicação de diferentes doses de cama de frango. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 26, n. 2, p. 249-256, 2010.

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

LÓPEZ, A.; JESUS, H.S. de; ROCHA, M. de M.; FRIES, M.; URQUIAGA, S.; ALVES, B.J.R. **Diagnóstico do potencial de nitrificação e desnitrificação em solo sob pastagens de Brachiaria sp. e solo sob plantio direto e convencional**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, nov. 1998. 24p. (Embrapa-CNPAB. Documentos, 78).

LOURENÇO, Késia Silva 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, abr. 2013.

MFRURAL: Marketplace MFRURAL O Agronegócio Passa Por Aqui. 2020. Disponível em: <https://www.mfrural.com.br/detalhe/290898/feno-de-tifton-85>. Acesso em: 14 jul. 2020.

PALHARES, J.C.P. **Impacto ambiental da produção de frangos de corte - revisão do cenário brasileiro**. In: PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A. Manejo ambiental na avicultura. Embrapa Suínos e Aves. Concórdia (Documentos. 149). 2011.

PANDOLFO, Carla Maria; CERETTA, Carlos Alberto. Aspectos econômicos do uso de fontes orgânicas de nutrientes associadas a sistemas de preparo do solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 6, p. 1572-1580, set. 2008.

PARENTE, C. E.; LINO, A. S.; JUNIOR, E. R. A., ZONTA, E.; DORNELES, P. R.; TORRES, J. P. M. Multi-temporal accumulation and risk assessment of available heavy metals in poultry litter fertilized soils from Rio de Janeiro upland region. **Environmental monitoring and assessment**, v. 191, p. 28, 2019.

PEDREIRA, B.C.; PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J. **Eficiência produtiva e econômica na utilização de pastagens adubadas**. II SIMBOV – II Simpósio Matogrossense de Bovinocultura de Corte, UFMT. 2013.

PIOVESAN, Ricardo Prado et al. Perdas de nutrientes via subsuperfície em colunas de solo sob fertilização mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Curitiba, v. 33, n. 4, p. 757-766, ago. 2009.

RAUBER, L. P.; ANDRADE, A. P.; FRIEDERICHS, A.; MAFRA, Á. L.; BARETTA, D.; ROSA, M. G. D.; CORREA, J. C. Soil physical indicators of management systems in traditional agricultural areas under manure application. **Scientia Agricola**, v. 75, p.354-359, 2018.

REZENDE, Adauton Vilela de et al. Características estruturais, produtivas e bromatológicas dos capins Tifton 85 e Jiggs fertilizados com alguns macronutrientes. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 3, p. 1507-1518, 10 jun. 2015.

RODRIGUES, R. C. **Métodos de Análises Bromatológicas de Alimentos: Métodos Físicos, Químicos e Bromatológicos**. Embrapa Clima Temperado. Pelotas (Documentos 306). 2010.

ROGERI, Douglas Antonio. **Suprimento e perdas de nitrogênio no solo decorrentes da adição de cama de aves**. 2010. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Mestrado em Ciências do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages-sc, 2010.

ROGERI, D. A.; ERNANI, P. R.; LOURENÇO, K. S.; CASSOL, P. C.; GATIBONI, L. C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v.19, p.534-540, 2015.

SANTOS, Loana Bergamo dos et al. SUBSTITUIÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA MINERAL PELA CAMA DE FRANGO NA SUCESSÃO AVEIA/MILHO. **Original Article**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 272-281, jan. 2014.

SANTOS, Marcos José Batista dos et al. MANEJO E TRATAMENTO DE CAMA DURANTE A CRIAÇÃO DE AVES. **Nutritime Revista Eletrônica**, v. 3, n. 9, p. 1801-1815, maio 2012.

SEGANFREDO, M. A. Os dejetos de suínos são um fertilizante ou um poluente do solo? **Caderno de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 16, n. 3, p. 129-141, 1999.

SILVA, Gustavo Fedrizzi da. **Análise de custos operacionais e eficiência gerencial para conjuntos trator-implemento em operações agrícolas**. 2009. 31 f. Estágio Profissionalizante em Engenharia Agrônoma. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

SOUZA, T V; et al. Manejos para reutilização de cama aviária. **Sientific Electronic Archives**, Cidade Universitária Rondonópolis, v. 10, n. 5, p. 163-176, jul. 2017.

QUARESMA, João Paulo de Souza et al. Produção e composição bromatológica do capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) submetido a doses de nitrogênio. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 2, p.145-150, 29 abr. 2011.

VAN RAIJ, B. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba; International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

VIELMO, Hernan et al. Effect of fertilization with fluid swine slurry on production and nutritive value of Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 1, p. 60-68, jan. 2011.

ZAPPAROLI, Rafael Aguiar. **Resposta do tifton 85 a adubação com cama de frango peletizada**. 2014. 75 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Campus Luiz Meneghel, Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, 2014.

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**, Madison, v. 51, p. 1342-1352, 2011.