

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ VAZ DE CAMPOS

CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO

**DOIS VIZINHOS
2022**

ANDRÉ VAZ DE CAMPOS

CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO

Poultry bed as a fertilizer in soybean and corn production

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).
Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

DOIS VIZINHOS

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

ANDRÉ VAZ DE CAMPOS

CAMA DE AVIÁRIO COMO FERTILIZANTE NA PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica
Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 20/junho/2022

ADALBERTO LUIZ DE PAULA
Professor Dr. (banca)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

PEDRO VALÉRIO DUTRA DE MORAES
Professor Dr. (banca)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

LAÉRCIO RICARDO SARTOR
Professor (orientador)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

DOIS VIZINHOS

2022

AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por me dar forças e discernimento ao longo de toda a caminhada acadêmica.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor, sendo meu guia ao longo dessa trajetória acadêmica, repassando ensinamentos profissionais e pessoais, sendo um facilitador do conhecimento. Gostaria de agradecer todos os demais professores de modo geral que contribuíram com ensinamentos ao longo de todos esses anos.

Meus pais, Arlei Vaz de Campos e Fabiane Horst Campos, se não fosse por eles eu jamais alcançaria a formação, agradeço os demais familiares, amigos e colegas que de uma forma ou outra auxiliaram na minha formação.

E deixo aqui meu reconhecimento a todos os demais que não foram citados.

RESUMO

CAMPOS, A. V. de. **Cama de aviário como fertilizante na produção de soja e milho.** 37 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos 2022.

A produção de alimentos vem crescendo no mundo e, atrelado a isso, a necessidade e a dependência de fertilizante para manter a produção eficiente de alimentos. Com isso, se faz necessário estudo de fontes de fertilizantes orgânicos e minerais na busca por equilíbrio entre produção e sustentabilidade, considerando que muitos resíduos orgânicos possuem potencial contaminante, mas podem ser fertilizantes de alto valor agregado. Neste sentido, a cama de aviário de frango de corte é uma das fontes com possibilidade de ser estudada visando produção ambientalmente segura. Esse trabalho teve o objetivo de testar doses e avaliar o efeito da adubação orgânica, composta de cama de aviário, na produtividade das culturas de soja e milho. O experimento está sendo conduzido na fazenda experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus* Dois Vizinhos, situada no Sudoeste do Paraná desde o ano de 2012. Para fins desse trabalho serão utilizadas informações das safras 2019/2020 e 2020/2021. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBA), contendo três repetições, em unidades experimentais de 49 m², onde foram aplicados cinco tratamentos. O protocolo experimental se divide em dois experimentos: Em um experimento os tratamentos utilizados foram: T1: 0 t ha⁻¹ de cama de aviário; T2: 3 t ha⁻¹ de cama de aviário; T3: 6 t ha⁻¹ de cama de aviário; T4: 9 t ha⁻¹ de cama de aviário e em outro experimento alocado no mesmo ambiente os tratamentos receberam: 6 t ha⁻¹ de cama de aviário e doses de 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N. Ambos foram contrastados com tratamento composto da adubação mineral contendo 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 150 kg ha⁻¹ de N. foi realizada a avaliação da produtividade de grãos das culturas de soja e milho. Cama de aves supriu a demanda nutricional da cultura da soja e do milho, na dosagem de 6 t ha⁻¹ + 75 kg ha⁻¹ de N apresentou a melhor rentabilidade para a cultura do milho, não usar teor de N da cama para recomendar doses para a cultura do milho. A cultura da soja apresentou alta produtividade no residual da cama de aves.

Palavras chave: Fertilidade do solo. Adubação. Resíduo orgânico. Aves. Produção sustentável.

ABSTRACT

CAMPOS. A. V. de. **Poultry bed as a fertilizer in soybean and corn production.** 37 p. Work of Conclusion Course (Graduation in Agronomy). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2022.

The production of food has been increasing in the world and, linked to this, the need and dependence on fertilizer to maintain the efficient production of food. Thus, it is necessary to study sources of organic and mineral fertilizers in the search for balance between production and sustainability, considering that many organic wastes have contaminant potential, but can be fertilizers of high added value. In this sense, poultry litter is one of the sources with the possibility of being studied aiming at environmentally safe production. This work aimed to test doses and evaluate the effect of organic fertilization, composed of poultry manure, on the productivity of soybean and corn crops. The experiment is being conducted on the experimental farm of the Federal Technological University of Paraná (UTFPR), Dois Vizinhos Campus, located in southwestern Paraná since 2012. For the purposes of this work, information from the 2019/2020 and 2020/2021 harvests will be used. The experimental design was in randomized block design, with three repetitions, in experimental units of 49 m², where five treatments were applied. The experimental protocol is divided into two experiments: In one experiment the treatments used were: T1: 0 t ha⁻¹ of poultry litter; T2: 3 t ha⁻¹ of poultry litter; T3: 6 t ha⁻¹ of poultry litter; T4: 9 t ha⁻¹ of poultry litter and in another experiment allocated in the same environment the treatments received: 6 t ha⁻¹ of poultry litter and doses of 0, 75, 150 and 225 kg ha⁻¹ of N. Both were contrasted with a treatment composed of mineral fertilization containing 100 kg ha⁻¹ of P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ of K₂O and 150 kg ha⁻¹ of N. The grain yield of soybean and corn crops was evaluated. Poultry litter supplied the nutritional demand of soybean crop and corn, dose of 6 t ha⁻¹ + 75 kg ha⁻¹ presented the best yield for corn crop, do not use N content of the litter to recommend doses for corn crop. The soybean crop showed high productivity in the residual of poultry litter.

Keywords: Soil fertility. Fertilizing. Organic waste. Birds. Sustainable production.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	JUSTIFICATIVA	12
3	OBJETIVOS	13
3.1	Objetivo geral	13
3.2	Objetivos específicos	13
4	REVISÃO DE LITERATURA	14
5	MATERIAIS E MÉTODOS	18
5.1	Localização e caracterização da área experimental	18
5.2	Condução do experimento	19
5.2.1	Soja	20
5.2.2	Milho	20
5.3	Variáveis analisadas	21
5.3.1	Componentes de Rendimentos das Culturas	21
5.3.1.1	Milho	21
5.3.2.2	Soja	21
5.4	Análise estatística de dados	21
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
7	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) começou de forma experimental no país no estado da Bahia na década de 80, mas que não se adaptou devido a diferença de clima comparada com os EUA. Em 1914 cultivares chegaram ao Rio Grande do Sul e depois difundida para todo o país, nesse processo de difusão a Embrapa teve papel importante criando novas cultivares adaptadas a diversas regiões do país (APROSOJA, 2018).

A área de soja plantada em 2020/21 apresentou um crescimento de área quando comparado com a safra anterior de 4,3% totalizando 38,5 milhões de hectares com uma produtividade média de 3.529 kg ha⁻¹ resultando em um acréscimo de 4,5% comparado com o ano anterior gerando uma produção total de 136 milhões de toneladas com acréscimo de 8,9% quando comparado com o ano anterior (CONAB, 2021). A soja possui uma grande importância na mão do agricultor pois de modo geral grande parte dos agricultores utilizam ela como moeda de troca, contribuindo para o aumento do PIB do país (IBGE, 2014).

O milho possui diversas hipóteses quanto a sua origem, mais aceita é que o mesmo se originou da seleção feita pelo homem do teosinto (FORNASIERI FILHO, 2007), o milho e o teosinto apresentam o mesmo número de cromossomos com capacidade de gerar indivíduos férteis se feito o cruzamento entre si (PATERNIANI; CAMPOS, 2005).

A área cultivada de milho safra em 2020/21 teve um aumento de 7% se comparado com a safra anterior totalizando 19,8 milhões de hectares com uma produtividade média de 4.371 kg há⁻¹ com uma produtividade inferior de 21% gerando uma produção total de 86,7 milhões de toneladas com um decréscimo de 15,5% (CONAB, 2021), esse decréscimo foi resultado da falta de chuva e a cultura sofreu durante seu desenvolvimento. O agronegócio possui um papel fundamental no país alavancando o PIB em 2017 essa representação foi de 23% (CNA, 2017).

As áreas agrícolas e a produção por área vêm crescendo com o passar dos anos, com isso aumenta também a demanda por fertilizantes (CONAB 2021). Arelado a isso, está a avicultura, importante setor produtivo no Brasil, que produz grandes quantidades de resíduos orgânicos sólidos que, se utilizados de forma e quantidades adequadas, são capazes de suprir a demanda nutricional das culturas comerciais

(PENÃ, 2010). Contudo, se utilizada de forma inadequada pode ocasionar desbalanço nutricional, contaminação de água e solo (HAHN, 2004). Portanto, são resíduos de alto potencial fertilizante, contudo se não utilizados adequadamente possui importante efeito contaminante ao ambiente.

A produção avícola no Brasil vem crescendo, e com isso, vem atraindo cada vez mais diversos produtores de todo o país. Em 2020 a produção de carne de frango no País cresceu 4,5%, quando comparado com o ano anterior, sendo o Paraná líder nacional, o qual representa cerca de 35,5% da produção total do país, seguido de Santa Catarina, que compõe cerca de 15% (ABPA, 2021). Por ser destacar como o principal produtor de frango do país, o estado do Paraná, é conseqüentemente, o maior produtor de resíduos orgânicos avícolas.

Estima-se que os resíduos produzidos sejam de cerca de 2,19 kg de cama de aviário por ave (SANTOS; LUCAS JR, 2003). Como a produção de aves no Brasil é de 55,3 milhões de aves (ABPA, 2021), a produção de resíduos orgânicos de aves no país é de aproximadamente 121.183,59 toneladas. Caso estes resíduos não sejam manejados de forma adequada podem ocasionar diversos impactos ambientais. Neste sentido, necessita-se dar um destino correto, visando assim, sustentabilidade na produção (DE PAULA JUNIOR, 2014).

Uma forma de utilização destes resíduos é como fertilizante do solo, já que quando utilizados de forma correta e nas quantidades adequadas, são capazes de suprir a demanda nutricional das culturas comerciais, como o milho e a soja (COSTA, 2011). A cama de aviário possui altos teores de matéria orgânica e fornece diversos nutrientes para as plantas, além disso, gera economia na exploração dos recursos minerais do solo.

Os teores de nutrientes da cama podem variar de acordo com o manejo e a quantidade de lotes impostas nesses aviários. Dados encontrados por Roppa (2010) cama de aviário com três lotes apresentaram teores (N, P, K) de 13,75; 29,31 e 12,29 g kg⁻¹ respectivamente, com seis lotes apresentaram teores (N, P, K) de 16,62; 32,77 e 12,20 g kg⁻¹ respectivamente e com doze lotes apresentaram teores (N, P, K) de 18,75; 36,32 e 11,78 g kg⁻¹ respectivamente. De modo geral utiliza-se de 4 a 8 lotes, mas em alguns casos pode chegar a 12 ou 15 lotes, isso varia de acordo com a empresa integradora.

Outro fator que interfere nos teores nutricionais, é a base utilizada para cama onde serão criadas as aves. A maravalha é o material mais difundido e viável (INFORAGRO, 2011), tendo em vista a alta capacidade de absorver e secar resíduos, facilitando assim, o manejo e também por possuir boas condições biológicas para as aves, como: maciez, funciona como isolante térmico, baixa quantidade de pó quando comparado com a serragem que foi muito utilizada no passado causando problemas respiratórios nas aves (INFORAGRO, 2011), no Paraná, os aviários são integrados e, portanto, as empresas incentivam o uso de maravalha pelos motivos citados anteriormente e que outras matérias não oferecem essa segurança. No entanto, em alguns locais, pela dificuldade de aquisição da maravalha, os produtores utilizam casca de arroz, feno e palhas de outras culturas (PIRES; RICCI; MENDES, 2013).

Assim, para a recomendação de dose de aplicação da cama de aves como adubação é indispensável primeiramente realizar a análise química. Estudos mostram que os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) presentes em cama de aviário foram 27,8; 18,7; e 29,0 g kg⁻¹ respectivamente (FRANZ et al., 2020). Também já foram observados para os mesmos compostos químicos 19,3; 16,5; e 41,1 g kg⁻¹ (ANDREOTTI et al., 2005) e 35,3; 30,7; e 30,0 g kg⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2006). Segundo o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (2019) a variação nos teores de N₂ variaram entre 10,5 a 39,2 g kg⁻¹, de P₂O₅ entre 10 a 66,4 g kg⁻¹ e de K₂O variou entre 7,5 a 51,7 g kg⁻¹.

Afim de delimitar condições e critérios para o licenciamento ambiental de empreendimentos avícola, foi publicada a Portaria IAP nº 56 de 16/04/2008 nela consta todo o processo de condições e critérios e de outras providências, para o licenciamento ambiental de Empreendimentos de Avicultura. Nesta Portaria é determinado também, através do artigo 13, que para ser utilizado como adubo, a cama de aviário deve respeitar a análise química do solo e análise físico-química da cama de aviário (IAP, 2008), para evitar a doença da Encefalopatia Espongiforme Bovina portaria conta a restrição do uso da cama de aviário em pastagens que pode ser feita caso o animal faça o pastoreio 40 dias após a aplicação. (IAP, 2008).

Estas análises permitem o desenvolvimento de mais sustentável dos sistemas de produção. Os sistemas de produção sustentável baseiam-se em uma produção agrícola que visam o menor impacto ambiental possível ao ambiente e ao solo, tal como na utilização de indicadores que possam contribuir na avaliação da

sustentabilidade das atividades agrícolas (NASCIMENTO et al., 2014). Para que se tenha uma produção sustentável devemos utilizar de forma racional todo e qualquer tipo de adubação, visando assim alta produtividade com o mínimo de impacto ambiental. A definição da dose ideal de cama de aviário na produção de soja e milho vem com esse propósito, fornecer quantidades ideais de nutrientes sem ocasionar a contaminação de água e solo.

2 JUSTIFICATIVA

As culturas da soja e milho necessitam de altas quantidades de nutrientes para atender as demandas e gerar altas produtividades, a cama de aviário possui a capacidade de suprir essas necessidades nutricionais e dar destino correto para esses resíduos orgânicos. No entanto, a cama de aviário pode, também, ser um problema para o meio ambiente caso não utilizado de forma adequada. O Brasil se destaca na produção avícola, e com isso, possui grande quantidade dessa matéria prima, podendo assim, nutrir vários hectares, economizando as reservas minerais, diminuindo os impactos causados pela extração dos mesmos.

A cama de aviário além de melhorar a qualidade química dos solos tem capacidade de melhorar os teores de matéria orgânica, uma vez que esta é responsável por melhorar a disponibilidade de nutrientes e armazenar uma maior porção de água no solo. Estes requisitos são indispensáveis para buscar aumento produtivo em áreas que sofrem com o estresse hídrico.

Outro ponto positivo é que, em uma adubação de sistema, a adubação orgânica pode disponibilizar os nutrientes de forma gradativa para alguns nutrientes, como fósforo. Assim, pode ser aplicada no inverno juntamente com o plantio de plantas de cobertura, e no verão, na safra de soja, apenas realizar a semeadura, de forma que, boa parte dos nutrientes vão estar presentes na palhada e a outra parte ainda estará sendo disponibilizada lentamente pela cama de aviário. Desta forma, evita-se perdas por lixiviação, contaminação de fontes hídricas e do solo, além de evitar a acidificação do solo e os danos a biota do solo, tendo em vista que esse processo é muito comum em solos adubados com fontes minerais e que passaram por processos químicos na sua produção.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Calibrar doses de cama de aviário de frango de corte em contraste com uso de nitrogênio para cultura do milho e soja.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar a resposta das culturas sob doses de cama de aviário;
- Avaliar a resposta das culturas sob doses de nitrogênio acompanhado da dose de 6 t ha⁻¹ de cama de aviário;
- Encontrar a melhor dose de cama de aviário visando altas produtividades.

4 REVISÃO DE LITERATURA

O Brasil se destaca na produção e exportação de carne de frango ocupando essa colocação desde 2004, o local que se destaca no Brasil é a região sul em que concentra mais de 60% do total do país (MAPA, 2014). Para a produção avícola de corte, são necessários diversos manejos, dentre eles a necessidade de forrar o chão com maravalha para evitar danos a estrutura corporal dos animais, além de oferecer uma maior proteção contra insetos e funciona como um excelente isolante térmico (CARVALHO, 2014).

Com isso a cama de aviário se tornou um resíduo da produção, gerado em grande quantidade principalmente, na região sul do país. Assim, a princípio muitos agricultores passaram a utilizar a cama de aviário na alimentação de ruminantes, por conter altos teores de nitrogênio, potássio, fósforo e micronutrientes como zinco e cobre em sua composição (TERZICH et al., 2000), fornecendo assim a suplementação mineral necessária para os animais de modo geral.

Conforme os produtores forneciam a cama de aviário na alimentação dos animais, começaram a surgir problemas com uma doença popularmente conhecida como “vaca louca” ou Encefalopatia Espongiforme Bovina (EEB). Essa doença ocorre devido ao fornecimento de alimentos que contenham proteína e gorduras de origem animal (GONZÁLEZ, 2000), causando nervosismo nos animais e dificuldades de locomoção (STEVENSON et al., 2000).

Após a ocorrência desse problema sanitário o ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) vem adotando medidas preventivas, a novas ocorrências, com o auxílio da instrução normativa nº 08 de 25 de março de 2004, que proíbe o fornecimento de cama de aviário para os animais e regulariza procedimentos de fiscalização (MAPA, 2004). Com a cama de aves deixou de ser vista como um excelente produto para a alimentação animal, necessitando assim, uma nova destinação. A partir de então, foi muito bem empregada na agricultura fornecendo nutrientes para as culturas comerciais, ocupando o espaço da adubação química (MELO; MARQUES, 2000).

Contudo, as aplicações precisam ser baseadas em estudos de doses visando minimizar os impactos que esses dejetos podem ocasionar no meio ambiente. No caso do nitrogênio, pesquisadores concluíram que a amônia apresenta um papel

importante na ocorrência de chuvas ácidas em locais que possuem alta concentração de animais e, conseqüentemente, de dejetos dos mesmos IPCC (2006). Na Europa cerca de 80 a 90% da amônia que é liberada na atmosfera provém dos animais (NICHOLSON et al., 2002). As chuvas ácidas podem ocasionar diversos prejuízos ambientais e econômicos para a sociedade, embora em nosso país a preocupação com esse fenômeno ainda é baixa e está relacionado de modo geral as indústrias nos grandes centros urbanos que emitem substâncias acetificadoras (MELLO, 2001).

O fósforo é um dos nutrientes mais relacionados as questões de eutrofização dos recursos hídricos (DELAUNE et al., 2006). Na grande maioria das vezes sofre processo de lixiviação, em que cerca de 80 a 90% se encontra na forma solúvel sendo prontamente disponível para as algas (EDWARDS e DANIEL, 1993). Para evitar os problemas de perdas de fósforo advindo da cama, é necessário aplicá-la em condições ideais, evitando anteceder períodos previstos de grandes precipitações. Trabalhos em solos da Grã-Bretanha demonstraram que a aplicação de 7 toneladas por hectare ao ano, em um solo contendo 42% de argila, demonstraram que a lixiviação não diferenciou de um solo sem aplicação de fósforo (HODGKINSON et al., 2002), demonstrando que a dose é ponto chave para evitar o processo de perdas e contaminações de modo geral.

Em relação ao aumento dos teores nutricionais no solo, diversos autores encontraram resultados satisfatórios. A aplicação de dejetos de animais possui um papel importante na incrementação dos teores de P no solo (RÓS et al., 2014). Conforme o aumento na dose de cama de aviário, ocorre também um efeito crescente relacionado ao teor de P no solo (SCHERER; NESI, 2009). Além disso, a aplicação de cama em diferentes doses aumentou o teor de P no solo, de forma que o uso de 3,2; 6,4 e 9,6 t ha⁻¹ resultaram em 24,50; 48,50 e 70,35 mg dm³ (TABOLKA, 2016).

A cultura da soja necessita de 6,1 kg de P para cada tonelada de grãos produzidas (AUTOR DO MANUAL, 2019), ressaltando os resultados de (BLANCO, 2015), onde aplicações de 2,4 t ha⁻¹ de cama de aviário seriam suficientes para suprir a demanda da soja para produtividades de 5 t ha⁻¹, que para a região sudoeste do Paraná, são ótimos patamares de produtividades. Já a cultura do milho, necessita extrair do solo cerca de 3,9 kg de P para cada tonelada de grãos produzida (AUTOR DO MANUAL, 2019), ressaltando também os resultados de Blanco (2015), onde

aplicações de 3,6 t ha⁻¹ de cama de aviário seriam suficientes para suprir a demanda da cultura para produtividades de 15 t ha⁻¹.

Em relação ao potássio ocorreu um aumento no teor encontrado no solo com o uso de adubação orgânica (CARVALHO et al., 2011; MORETI et al., 2007). A aplicação de K deve ser rigorosa pois quando utilizado doses muito acima da necessidade da cultura podem ocorrer perdas por lixiviação em precipitações muito concentradas, pois o K encontra-se na sua forma mineral mais disponível para a planta (MEURER; INDA JUNIOR, 2004).

Segundo Pizzatto (2017), o uso de cama de aviário resultou em aumento dos teores de K no solo, sendo que o uso de 4,5; 9,0; 13,5 t ha⁻¹ resultaram em 200,0; 410,0 e 390,0 mg dm³ respectivamente. Para uma produção de 4000 kg ha⁻¹ de grãos de soja ocorre uma extração de 169 kg ha⁻¹ de K (KURIHARA, 2013). Para a cultura do milho a demanda é de 17,1 kg de K a cada tonelada de grãos produzida, dose de 13,5 t ha⁻¹ de cama é suficiente para suprir a demanda da cultura para produtividades de 9.501,14 kg ha⁻¹, conforme os dados encontrados por (PIZZATTO, 2017).

A produtividade de soja foi de 3.936 kg ha⁻¹ com o uso de cama de aviário, utilizando a dose de 8 t ha⁻¹, sendo superior à área manejada com adubação química (3.217 kg ha⁻¹). Além disso, essa dose não ocasionou efeitos tóxicos a cultura (COSTA et al., 2019), evidenciando assim, a importância da aplicação de cama de aviário como fertilizante na cultura da soja.

Muitos agricultores optam pela aplicação da cama de aviário a lanço antes do plantio da soja ou milho, assim, estudo feito por Danilussi (2010), não encontrou efeito negativo do uso da cama de aviário como cobertura na germinação e emergência da cultura da soja e milho, sete dias antes do plantio. Mesmo com doses consideradas altas de 10 t há⁻¹ não houve diferença quando comparado com a aplicação testemunha, podendo ser seguro fazer a adubação antes do plantio.

Para a cultura do milho Sistani et al. (2008) não observaram diferença em relação a produtividade do milho com a aplicação de 11 e 22 t ha⁻¹ quando comparadas com a adubação química. No entanto, doses de 22 t ha⁻¹ podem acarretar em desbalanço nutricional no perfil do solo e problemas de contaminação (SISTANI et al., 2008). O desbalanço nutricional na cultura pode ocasionar perdas de produtividade, tendo em vista que a adubação com excesso de N e P ocasiona o

crescimento descontrolado das plantas de milho podendo afetar o rendimento da cultura (OLIVEIRA et al., 2009).

A adubação de inverno de sistema pode ser uma estratégia bastante interessante a ser adotada, consiste em aplicar a adubação total (referente a cultura de inverno e de verão) no cultivo de inverno e no verão fazer o plantio apenas com a semente. Para Novakowski et al. (2013) o uso de cama de aviário no inverno sobre o cultivo de aveia e azevém proporcionou o aumento da massa de mil grãos na cultura do milho, quando comparado com o cultivo de aveia e azevém sem adubação, foi observado também o aumento na produtividade de grãos do milho de 8.323 kg ha⁻¹ para 8.695 kg/ha⁻¹ na safra subsequente. O efeito residual da cama de aviário já foi constatado em outros estudos (ASSMANN et al., 2003; SANDINI et al., 2011).

O uso contínuo da adubação orgânica acarreta em aumento na produção de grãos de forma significativa (SILVA et al., 2007), isso pode ser explicado porque os benefícios dos dejetos de animais vão além da adubação, trazendo consigo, melhora da qualidade física do solo, os nutrientes são fornecidos de forma mais equilibrada, há aumento no teor de matéria orgânica, e conseqüentemente, melhora a infiltração, o armazenamento de água no solo e o aumento da troca de cátions (HOFFMANN et al., 2001). No cerrado é evidente os benefícios da cama de aviário quando utilizadas por vários anos consecutivos, trazendo novamente a presença e a atividade das minhocas no solo, melhorando assim, a qualidade física, química e biológica (KONZEN 1999). A adubação orgânica também favorece os estoques de C orgânico do solo e N total, quando comparado com os sistemas de adubação mineral ou sem adubação (LEITE et al., 2003).

Através de uma análise de solo, antes e depois da implantação de um experimento em que se conduziu através da adubação com cama de aviário, foi observado que na camada de 0 – 10 cm ocorreu aumento nos teores de Ca e, conseqüentemente, na soma de bases e capacidade de troca de cátions, enquanto na camada de 10 – 20 cm ocorreu aumento do pH do solo e na soma de bases (PIANO, 2012). Desta forma, pode-se evidenciar a capacidade da cama de aviário em aumentar os teores nutricionais do solo.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi implantado no ano 2012 e foi conduzido na Unidade de Ensino e Pesquisa de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), *Campus Dois Vizinhos*, no sudoeste do Paraná. localizada a 25°7' S, e a 53° W, e altitude média de 520 m. O clima da região é caracterizado, segundo Köppen, como subtropical úmido (Cfa) invernos com temperaturas > -3°C e < 18°C, no verão apresenta temperaturas superiores a 22°C, precipitação do mês mais seco é acima de 40mm (ALVARES et al., 2013). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (BHERING, 2008). Nesta área, anualmente, entre os anos de 2012 e 2015 foram aplicadas doses de 0; 4,5; 9 e 13,5 t ha⁻¹ de MS de cama de aves de corte, no período antecedente ao cultivo de milho ou soja, no período estival. Já no ano de 2016, não foi realizada a aplicação da cama de aviário, e o cultivo da soja foi realizado apenas sob o efeito residual das doses de adubação orgânica dos anos anteriores.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso (DBA), contendo três repetições, em unidades experimentais de 49 m², onde foram aplicados cinco tratamentos. O protocolo experimental se divide em dois experimentos: Em um experimento os tratamentos utilizados foram: 0 t ha⁻¹ de cama de aviário; 3 t ha⁻¹ de cama de aviário; 6 t ha⁻¹ de cama de aviário e 9 t ha⁻¹ de cama de aviário. Em outro experimento, alocado no mesmo ambiente, os tratamentos receberam: 6 t ha⁻¹ de cama de aviário e doses de 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de N. Ambos foram contrastados com tratamento composto da adubação mineral contendo 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 150 kg ha⁻¹ de N.

Nos anos de 2017 e 2018 seguiu-se o protocolo de aplicação com 0, 3, 6 e 9 t ha⁻¹ de cama de aviário, que continha 75% de MS. No ano de 2019 não foi feita aplicação desse fertilizante e novamente, o cultivo de soja foi realizado apenas com o efeito residual das doses da adubação orgânica efetuadas nos anos anteriores. A aplicação nitrogenada em diferentes doses + 6 t ha⁻¹ de cama de aviário seguiu o mesmo procedimento das áreas aplicadas apenas cama de aviário, sendo aplicado apenas na cultura do milho, a soja foi produzida através do residual. Na área experimental, a aveia é cultivada no período hibernal, sendo rotacionado com milho

nos anos de 2012, 2013, 2014, 2015, 2017, 2018 e 2020, e com a soja nos anos de 2016 e 2019, no período estival.

Para efeitos de comparação, a testemunha foi composta por um tratamento utilizando adubação mineral, com 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 100 kg ha⁻¹ de K₂O e 40 kg ha⁻¹ de N. As adubações nas parcelas testemunha, seguiram as realizadas com adubo orgânico.

5.2 Condução do experimento

O delineamento experimental se caracterizou em blocos ao acaso (DBA), com três repetições, em unidades experimentais de 7 m x 7 m, totalizando 49 m², as aplicações dos tratamentos foram realizadas nas parcelas conforme disposto na Tabela 1.

Tabela 1 - Distribuição dos tratamentos com relação as parcelas

Tratamento
Sem fertilizantes (T1)
Cama de aviário – 3 t ha ⁻¹ (T2)
Cama de aviário – 6 t ha ⁻¹ (T3)
Cama de aviário – 9 t ha ⁻¹ (T4)
Cama de aviário 6 t ha ⁻¹ + 0 kg ha ⁻¹ de N (T5)
Cama de aviário 6 t ha ⁻¹ + 75 kg ha ⁻¹ de N (T6)
Cama de aviário 6 t ha ⁻¹ + 150 kg ha ⁻¹ de N (T7)
Cama de aviário 6 t ha ⁻¹ + 225 kg ha ⁻¹ de N (T8)
Fertilizante mineral N-P-K (T9)

Fonte: Autoria própria (2021)

A aplicação é feita antecedendo o plantio do milho, respeitando as doses acima citadas, e o cultivo da soja foi desenvolvido na safra seguinte, com base no residual da cama de aviário. A aplicação dos fertilizantes foi feita de forma manual no sistema de cobertura, em cada parcela visando a maior homogeneidade possível e respeitando cada tratamento. Como trata-se de um experimento a longo prazo, esse trabalho visou dar continuidade nas avaliações e estudos ligados ao uso da cama de aviário de frango de corte.

A avaliação deste trabalho foi composta a partir de dados, obtidos nas safras 2019/2020 (soja), 2020/2021 (milho), sendo a adubação realizada, portanto, no ano safra 2018/2019 e 2020/2021.

5.2.1 Soja

A Soja foi cultivada sobre efeitos do ano anterior com milho. A cultivar de soja utilizada foi a TMG 7262 RR[®], semeada dia 30 de outubro de 2019 em densidade de 300 mil sementes por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. O controle de pragas foi realizado de acordo com estratégias de manejo integrado de plantas daninhas (MIPD) e manejo integrado de pragas (MIP). Para o controle de plantas daninhas, quando necessário, foi realizado com o uso de glifosato na dose de 2 L ha⁻¹, para o controle de fungos, o fungicida Vessarya[®] a 0,6 L ha⁻¹, e na ocorrência de insetos-praga, foi utilizados os inseticidas Oberon[®] (0,6 L ha⁻¹) + Connect[®] (0,8 L ha⁻¹). Todas as aplicações foram feitas quando apresentava condições ideais para aplicação, como: umidade do ar acima de 60%, temperatura de no máximo 30°C, vento de 5 km/h. O equipamento utilizado para aplicação foi um trator gabinado e um pulverizador hidráulico com capacidade de 600 litros.

5.2.2 Milho

A cultivar de milho utilizada foi a AG- 8780 T[®], semeada dia 28 de setembro de 2020 em densidade de 73 mil sementes por hectare, com espaçamento entre linhas de 0,45 m. O nitrogênio, aplicado nas parcelas testemunhas, foi feito em cobertura entre o estágio V5 a V7, em dose única de 150 kg ha⁻¹ de N através da aplicação de ureia (45% de N) e nos tratamentos T5, T6, T7 e T8 empregados no mesmo estágio em uma única aplicação, respeitando as doses. A aplicação foi feita conforme os fatores de umidade de solo, visando a redução de perda por volatilização. Para o controle de plantas daninhas, em pós emergência da cultura, se utilizou Atrazina (4 L ha⁻¹) + Soberan[®] (0,2 L ha⁻¹), para o controle de insetos foi utilizado Connect[®] (0,8 L ha⁻¹) e Galil SC[®] (0,4 L ha⁻¹). Todas as aplicações foram feitas quando apresentava condições ideais para aplicação, como: umidade do ar acima de 60%, temperatura de no máximo 30°C, vento de 5 km/h. O equipamento

utilizado para aplicação foi um trator gabinado e um pulverizador hidráulico com capacidade de 600 litros.

5.3 Variáveis analisadas

5.3.1 Componentes de Rendimentos das Culturas

5.3.1.1 Milho

Para analisar os padrões de rendimento do milho para cada tratamento foram avaliados: 1) O número de grãos por espiga; 2) Contagem de mil grãos; 3) Coleta de umidade dos grãos. Para isso, foram coletadas 30 espigas de forma aleatória em cada parcela do experimento. Dessas espigas coletadas, cinco foram utilizadas para avaliação de número de grãos por espiga, através da contagem do número de fileiras multiplicado pelo número de grãos por fileira.

Após isso, essas espigas, juntamente com as demais coletadas, foram debulhadas para estipular massa de mil grãos, através da contagem de 300 grãos e pesagem para posterior estimar a massa de mil grãos. E também se verificou a umidade destes grãos, utilizando aparelho portátil de aferição de umidade. A umidade para padronização foi corrigida para 13%, para posteriormente realizar o cálculo de rendimento de cada parcela e o rendimento para kg ha^{-1} .

5.3.2.2 Soja

Para a soja, foram arrancados plantas inteiras de 6 m lineares no centro da parcela, amarrados em feixes devidamente identificados e transportados até o debulhador, cedido pela UTFPR. Após serem trilhados, foi aferido a umidade de cada parcela. Além disso, foi realizada a contagem de 300 grãos por unidade experimental, para estimar a massa de mil grãos, e em seguida se realizou o cálculo do rendimento de grãos de soja para kg ha^{-1} . Para todos os cálculos a umidade foi padronizada para 13%.

5.4 Análise estatística de dados

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de 5% de probabilidade de erro. Quando significativo, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e de efeito

quantitativo realizando análises de regressão polinomial. Para isso, foi utilizado o software estatístico Stathgraphic Plus® 4.1 e para o desenvolvimento dos gráficos o SigmaPlot® 12.5.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A soja estabelecida na safra 2019/2020 seguiu o protocolo, ou seja, na safra anterior foi feita a aplicação de cama de aviário no plantio de milho e a produção da soja se deu, portanto, conforme o residual dessa aplicação da cama de aviário da safra anterior.

A massa de mil grãos (MMG) respondeu linearmente com a dose de cama de aviário, doses baixas de cama de aviário resultou em menor MMG, demonstrando assim, que a cama de aviário foi essencial para a soja absorver nutrientes e converter em reservas nutricionais para os grãos aumentando assim seu peso final, resultados semelhantes foram encontrados por Campos et.al (2020) em que conforme se aumentou a quantidade aplicada de cama de aviário resultou em um maior MMG, para ele a aplicação de 3, 6 e 9 t ha⁻¹ de cama de aviário resultou em uma MMG de 175, 188 e 197 g, respectivamente.

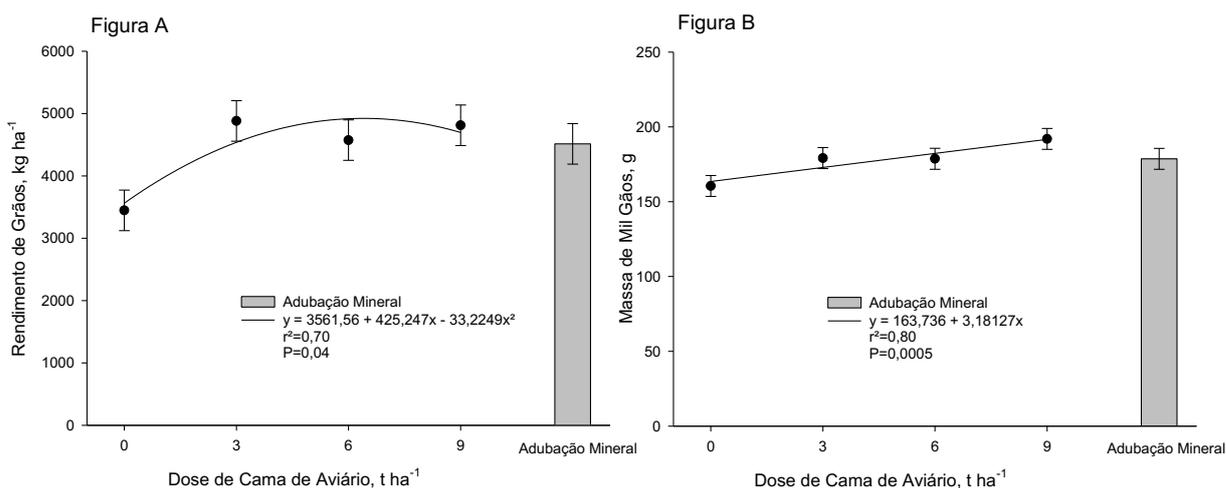
Na figura 2B podemos observar um aumento semelhante, mas que ocorreu em menor proporção para as doses de 0, 3, 6 e 9 t ha⁻¹ resultou em uma MMG de 158, 172, 170 e 196 g respectivamente. Segundo a TMG®, empresa desenvolvedora da cultivar, o MMG no catálogo se encontra em 194 g, assim podemos caracterizar que a adubação de cama de aves em doses mais altas conseguiu atender as necessidades da cultivar, expressando assim seu máximo potencial em relação a adubação. É importante ressaltar que a soja está sendo cultivada sob efeito residual de adubação feita no plantio do milho no ano anterior e ocorrendo exportação de nutrientes pelo milho.

Na figura 2A observamos o rendimento de grãos de soja, o qual está intrinsecamente relacionado com a MMG, nesse caso a produtividade em ambos os tratamentos ficou entre 4000 e 5000 kg ha⁻¹, se igualando a adubação mineral. Assim, considera-se que a adubação de cama de aviário teve capacidade de suprir a demanda de nutrientes de forma igual ou superior ao uso de adubação mineral. Para o tratamento sem adubação a produtividade ficou limitada em 3500 kg ha⁻¹, demonstrando assim a importância da adubação para que a cultura possa expressar

seu potencial produtivo, valores de produção semelhantes foram encontrados por Felini e Bono (2015) segundo eles a dose 0 t ha⁻¹ de cama resultou em uma baixa produtividade 3400 kg/ha⁻¹ enquanto na dose de 6 t ha⁻¹ resultou em uma produtividade de 3.750 kg ha⁻¹.

Vale ressaltar que a soja foi produzida em adubação residual da safra anterior de milho, sendo assim, teve semelhante produtividade, observada na figura 2A, quando comparada com a adubação mineral, a qual foi aplicada na soja no momento da semeadura, se mostrando assim de grande valia a aplicação da cama de aviário na cultura antecessora, estratégias ligadas a adubação de sistema. Felini e Bono (2015) encontraram resultados semelhantes em relação ao cultivo de soja em residual da cama de aviário aplicada no milho ocorrendo um aumento de produtividade até a dose de 10 t ha⁻¹ doses acima não resultaram em aumento de produtividade.

Figura 2 – Figura A - rendimento de grãos kg ha⁻¹ e Figura B – massa de mil grãos, em gramas, na cultura da soja, sob doses residuais de 0, 3, 6, 9 t ha⁻¹ de cama de aviário aplicada no ciclo do milho anterior, em comparativo com adubação mineral. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, 2022



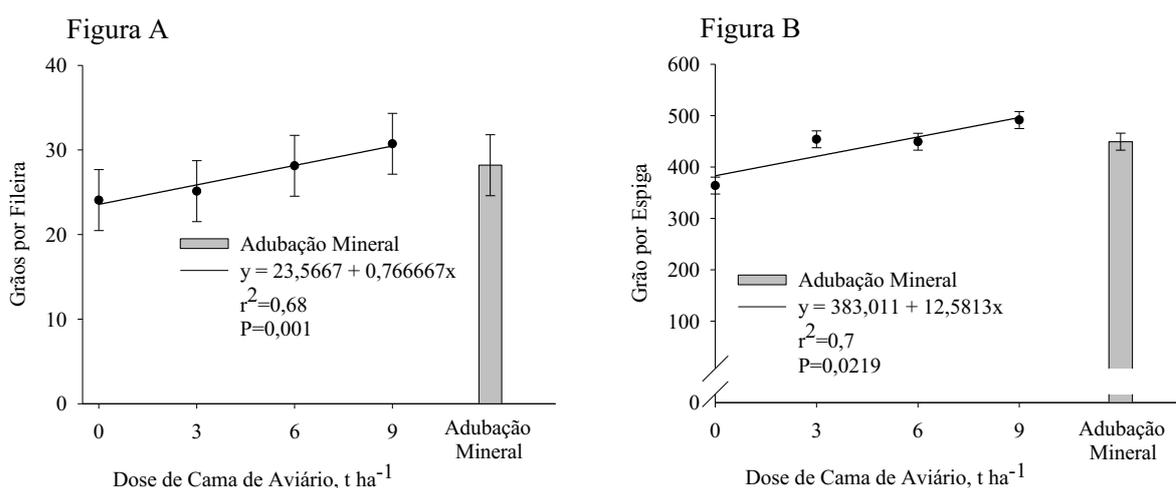
Fonte: Autoria própria (2022)

Para o milho foi analisado grãos por fileira figura 3A e grãos por espiga figura 3B. Os grãos por fileira ocorreram um aumento linear pouco representativo. Para a dose de 0 t ha⁻¹ de cama de aves o número de grãos por fileira foi de 25 e na maior dose de cama 9 t ha⁻¹ foi de 31, porém se compararmos com a adubação química que foi de 29 grãos por fileira, podemos observar que a dose de 9 t ha⁻¹ foi superior. Conseguindo assim suprir a demanda nutricional do milho acima da própria adubação

mineral. Rezzadori (2016) observou um comportamento semelhante nos dados obtidos, sendo que a aplicação de 9 t ha⁻¹ foi superior a adubação química em relação ao número de grãos por fileira.

O número de grãos por espiga figura 3B ocorreu aumento de forma linear conforme aumentou a dose de cama, ocorrendo diferença significativa do tratamento 0 t ha⁻¹ quando comparado com os demais. A dose de 9 t ha⁻¹ se mostrou superior a adubação mineral mesmo não apresentando diferença significativa. Pizzatto (2017) obteve um comportamento parecido quando avaliado número de grãos por espiga ocorreu um acréscimo linear conforme aumentou a dose de cama de aviário. Rezzadori (2016) observou um aumento linear mais expressivo em doses de cama de aviário, para a dose de 6 t ha⁻¹ ele obteve 480 grãos por espiga e na dose de 12 t ha⁻¹ foi de 630 grãos por espiga, indicando assim que doses altas de cama de aviário tende a aumentar o número de grãos por espiga.

Figura 3 – Figura A grãos por fileira e Figura B grãos por espiga, na cultura do milho, nas doses de 0, 3, 6, 9 t ha⁻¹ de cama de aviário, aplicada em pré plantio do milho, em comparativo com adubação mineral. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, 2022



Fonte: Autoria própria (2022)

Outro componente analisado no milho foi a massa de mil grãos figura 4B, nesse caso ocorreu diferença significativa da dose de 0 t ha⁻¹ que foi de 243 g quando comparado com os demais tratamentos, a dose de 9 t ha⁻¹ teve uma MMG de 297 g, não diferindo das demais, demonstrando assim a importância de um bom balanço nutricional para o enchimento de grãos, as demais doses não diferiram da dose de

adubação mineral, demonstrando assim a capacidade de suprir a demanda nutricional da cultura durante a fase de enchimento dos grãos.

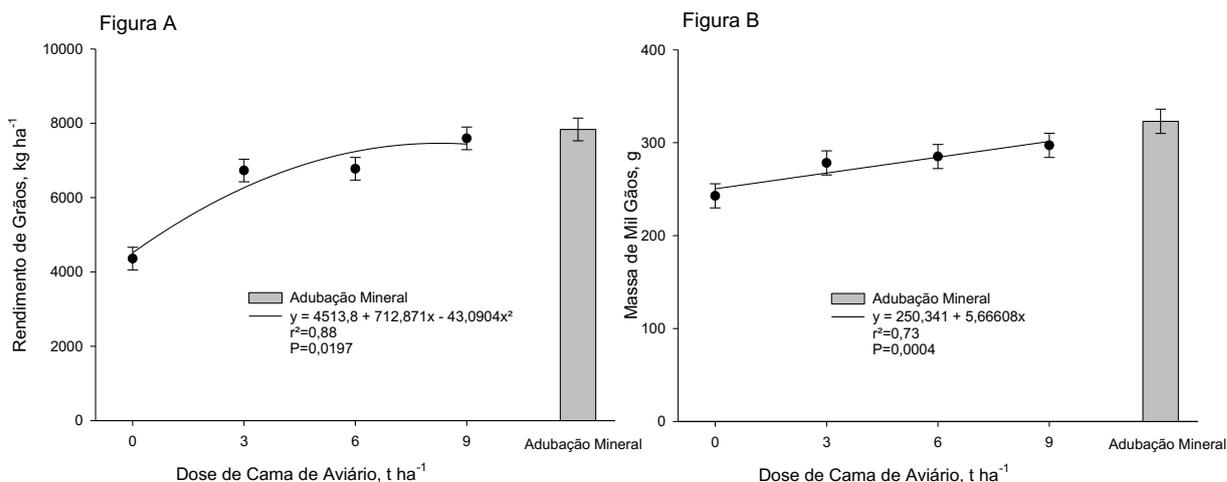
Para Sbardelotto e Cassol (2009) o efeito ocorreu de forma linear, conforme se aumentou a dose de cama ocorreu aumento na MMG, em que a dose 0 t ha⁻¹ resultou em 317 g e a dose de 10 t ha⁻¹ de cama de aviário gerou 347 g de MMG segundo o autor. Demonstrando assim a importância de uma adubação responsiva, seja ela química ou orgânica.

A produtividade em kg ha⁻¹ está representada na figura 4A, a qual demonstra um grande acréscimo em produtividade quando utilizamos fontes de nutrientes, ocorreu diferença significativa do tratamento 0 t ha⁻¹ quando comparado com os demais tratamentos, e o tratamento de 9 t ha⁻¹ resultou em uma resposta produtiva igual ao uso de adubação química, demonstrando assim grande capacidade de resposta em produtividade para a cultura do milho.

Segundo Bratti (2013) ocorre uma curva normal em que o pico de produtividade é na dose de 10 t ha⁻¹ resultando em 8.700 kg ha⁻¹ doses muito elevadas tende a baixar a produtividade do mesmo modo em que doses baixas não atingem a máxima capacidade de produção da cultura. Já para Rezzadori (2016) o aumento de produtividade para a cultura do milho foi linear, mesmo em altas doses 18 t ha⁻¹ resultou em uma produtividade de 14.000 kg ha⁻¹, para a dose de 6 t ha⁻¹ o autor encontrou uma produtividade semelhante aos resultados encontrados na figura 4A, sendo de 7.500 kg ha⁻¹.

Demonstrando assim uma diversidade grande de resultados, os dados obtidos em cada experimento podem ter variado em função do tipo de solo, clima, condições de fertilidade antes da implantação do experimento. Mas podemos perceber que a cama de aviário contribui de forma positiva sobre o rendimento do milho, em função dos nutrientes presentes nela (RODRIGUES et al., 2009).

Figura 4 – Figura A rendimento de grãos kg ha⁻¹ e Figura B massa de mil grãos em gramas, na cultura do milho, nas doses de 0, 3, 6, 9 t ha⁻¹ de cama de aviário em comparativo com adubação mineral. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, 2022



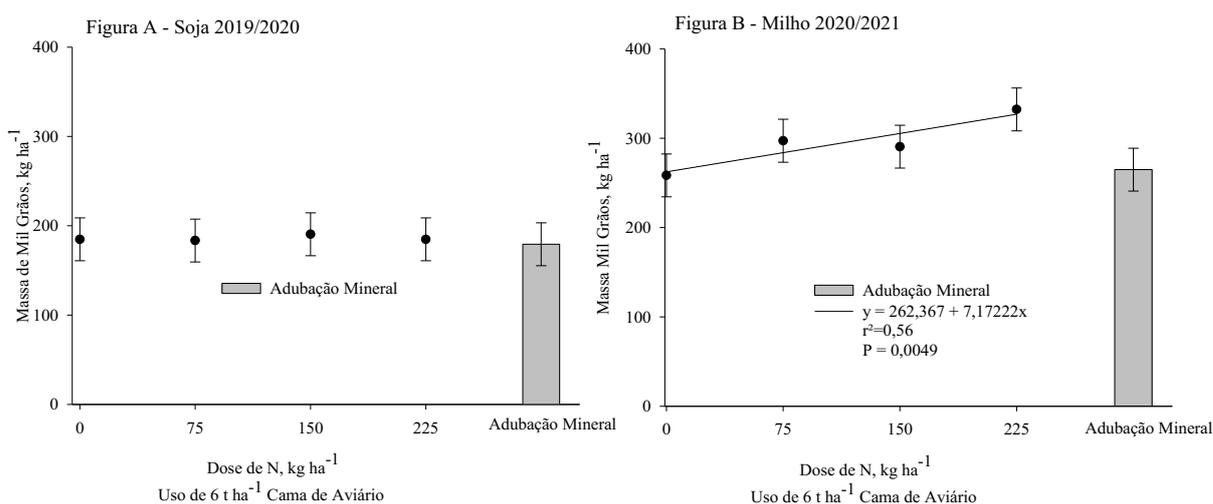
Fonte: Autoria própria (2022)

Analisando o protocolo em que foi testado dose de 6 t ha⁻¹ combinada com doses de N de 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ observa-se, na figura 5A a MMG da cultura da soja em que não houve diferença entre os tratamentos, doses de N, para cultura da soja. O que é esperado, considerando que foi uma mesma dose de cama de aves e o N foi aplicado no milho do cultivo anterior, portanto a soja está sob efeito residual de iguais doses de cama de aves, contudo, o N aplicado no milho não apresentou efeito residual para cultura soja do ano subsequente. Porém superior ao uso de adubação mineral, demonstrando grande efeito residual do adubo orgânico e que em solos corrigidos a adubação nesse sistema é uma alternativa viável. Resultados semelhantes foram encontrados por Rodrigues (2012) em que diferentes doses de nitrogênio aplicados na cultura antecessora, não resultaram em aumento de massa de mil grãos e nem em aumento de produtividade.

Na figura 5B, temos a MMG da cultura do milho, o único tratamento que teve diferença significativa foi a com o uso de 6 t ha⁻¹ + 225 kg ha⁻¹ de N, resultando em uma MMG de 330 g enquanto na adubação mineral foi de 260 g, os demais tratamentos não resultaram em diferença significativa, mas vale salientar que o uso de cama de aviário + nitrogênio entregaram resultado igual a adubação mineral, se comportando de forma eficiente.

Esse resultado pode ser explicado devido a aplicação de cama de aviário ter ocorrido na safra em questão, a cultura conseguiu aproveitar de forma eficiente grande parte do N aplicado, diferentemente do que ocorreu na cultura da soja.

Figura 5 – Figura A massa de mil grãos em gramas da cultura da soja e figura B massa de mil grãos em gramas da cultura do milho, na dose de 6 t ha⁻¹ combinadas com doses de 0, 75, 150 e 225 kg ha⁻¹ de nitrogênio em comparativo com adubação mineral. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, 2022



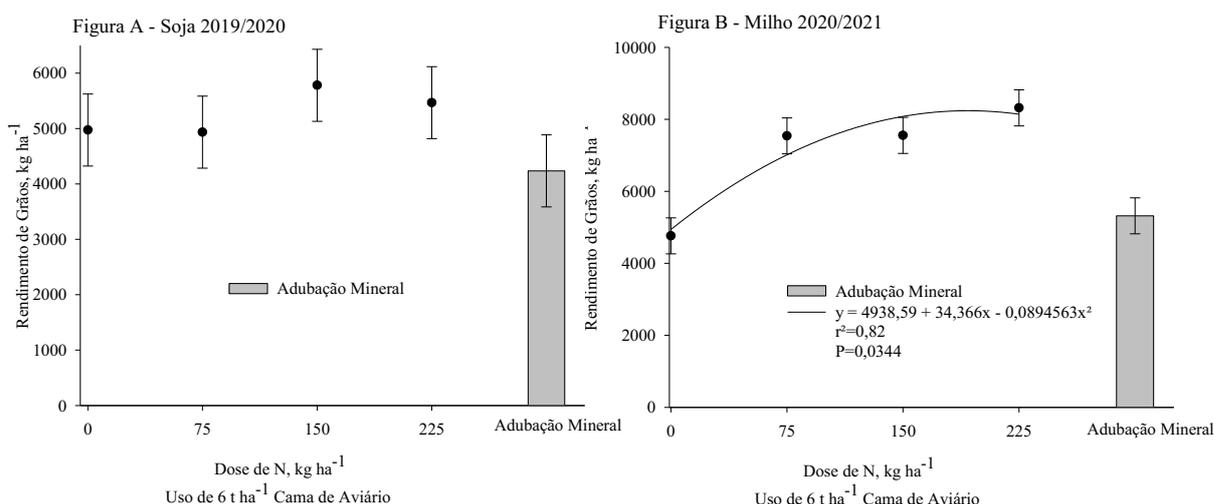
Fonte: Autoria própria (2022)

A soja apresentou um rendimento de grãos estável, figura 6A, mesmo na dose 0 de nitrogênio a produtividade não deferiu das demais. Esse resultado pode ser explicado devido a soja ser produzida em sucessão da cultura do milho e consequentemente a aplicação da cama de aviário, nesse caso a aplicação ocorreu um ano antes do cultivo da soja, e, portanto, a relação C/N da cultura do milho diminuiu devido a aplicação de nitrogênio, aumentando assim a taxa de decomposição e remineralização pelos microrganismos (RODRIGUES, 2012). Liberando mais rapidamente os nutrientes complexados na palhada de milho, sendo boa parte perdidos até a safra seguinte de soja.

Já para o cultivo do milho, que recebeu no pré-plantio dose de 6 t ha⁻¹ de cama de aviário e crescentes doses de N via ureia em cobertura, observa-se efeito quadrático e que para dose de 75 kg ha⁻¹ de N, figura 6B, o rendimento de grãos de milho supera o encontrado com adubação mineral. Portanto, com uso de apenas doses de cama de aves é maior a quantidade necessária do adubo orgânico para

suprir a demanda da cultura do milho, mas quando combinado com nitrogênio é possível trabalhar com menores quantidades da cama de aves. Isso demonstra a importancia de não recomendar cama de aviário baseando-se na demanda de N da cultura do milho, uma vez que o solo pode estar recebendo doses excessivas de P e K, nutrientes que podem estar sendo perdidos e causando problemas de contaminação ambiental. Como o observado por Pizzato (2017), nesse experimento, os teores de P e K se acumulam no solo em doses acima de 6 t ha^{-1} de cama de aves. Nesse sentido, o N presente na cama de aves apresenta uma eficiência diferente do P e K, pode estar sendo perdido por volatilização de NH_3 e sendo liberado de maneira a planta não aproveitar, uma vez que o pH da cama de aves chega a 8,5 o que acelera atividade microbiana no solo e também favorece a perda de N via NH_3 .

Figura 6 – Figura A rendimento de grãos kg ha^{-1} da cultura da soja e Figura B rendimento de grãos kg ha^{-1} da cultura do milho, na dose de 6 t ha^{-1} + doses de 0, 75, 150 e 225 kg ha^{-1} de nitrogênio em comparativo com adubação mineral. UTFPR, Campus Dois Vizinhos, PR, 2022



Fonte: autoria própria (2022)

Diante de todos os parâmetros analisados, podemos observar que em sistemas de sucessão de culturas, milho e soja, o uso de 6 t ha^{-1} combinados com 75 kg N ha^{-1} é essencial para se obter altos tetos produtivos no milho. Esse mesmo teto pode ser atingido se a dose de cama for elevada para 9 t ha^{-1} , mas é um risco muito grande em gerar contaminação de água, solo e desbalanço nutricional. Segundo Hahn (2004), os nutrientes que possuem maior risco de gerar contaminação é o fósforo e o

nitrogênio, o nitrogênio pode contaminar o ar na forma de amônia e água na forma de nitrato, já o fósforo pode contaminar solo e água.

Edwards e Daniel (1993) destacam os problemas gerados pelo fósforo, nutrientes prontamente disponíveis para algas, morte de peixes e demais seres aquáticos. Dados de experimento de longa duração obtidos por Tabolka (2016) evidenciaram que a aplicação de cama de aviário na dose de $9,6 \text{ t ha}^{-1}$ em cobertura gerou um gradiente de P, 160 mg dm^{-3} e na camada de 2 – 5 cm o valor foi de 30 mg dm^{-3} , sendo valores acima do ideal para as culturas avaliadas.

Em relação ao K no segundo ano de aplicação a dose de $9,6 \text{ t ha}^{-1}$ resultou em um aumento expressivo na camada superficial (0 a 5 cm) de $1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, sendo um valor extremamente alto, no ano seguinte ocorreu uma diminuição nos teores na mesma camada, para $0,6 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (TABOLKA, 2016). Esse resultado ocorreu devido a percolação do nutriente do maior gradiente para camadas mais profundas, podendo assim gerar contaminação do solo e água.

Portanto é de extrema importância utilizar a menor dose possível, evitando assim a contaminação, gerando uma agricultura cada vez mais sustentável e eficiente.

Por ser um experimento de longa duração, a preocupação com a contaminação do solo e água foi estudado por girolometo (2021), a mesma avaliou o comportamento no perfil do solo ao longo dos anos, em relação ao pH (CaCl_2), K e P. Doses altas de cama de aves resultaram em grande elevação no teor de pH, na adubação mineral o pH nas camadas de 0 – 5, 5 – 10 e 10 – 20 cm permaneceu estável entre 4,7 e 5,0 e na adubação com cama de aves na dose mais alta 9 t ha^{-1} o pH nas mesmas camadas ficou entre 5,6 e 5,8. Esse resultado se explica devido a aplicação de cal virgem nos aviários sobre a cama (GIROLOMETO, 2021).

Para o potássio na adubação química o valor foi de 400, 200 e 200 mg dm^{-3} na camada de 0 – 5, 5 – 10 e 10 – 20 cm respectivamente, já na adubação com cama de aves na dose de 3 t ha^{-1} 580, 420 e 350 mg dm^{-3} , na dose de 6 t ha^{-1} ocorreu diferença significativa apenas na camada superficial 0 – 5 cm resultando em 785 mg dm^{-3} , na dose máxima de 9 t ha^{-1} o aumento nos teores foram extremamente expressivos e, portanto, não se recomenda aplicações de cama nessa dose (GIROLOMETO, 2021).

O fósforo é um nutriente pouco móvel no solo e como é de se esperar ocorreu um acúmulo na camada superficial 0 – 5 cm, não diferiu entre a dose de adubação

mineral e 3 t ha⁻¹ de cama de aves, permanecendo entorno de 13 mg dm⁻³ em todas as camadas avaliadas, doses superiores de cama ocorreu um aumento considerável na dose de 6 e 9 t ha⁻¹, 59 e 68 mg dm⁻³ respectivamente, na camada de 0 – 5 cm e um aumento na camada de 0 – 10 cm para 36 e 55 mg dm⁻³ respectivamente, em profundidades maiores não ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, reforçando a imobilidade do P no perfil do solo (GIROLOMETO, 2021).

7 CONCLUSÃO

O uso de cama de aviário de frango de corte apresenta potencial de suprir a demanda de nutrientes para milho e soja.

Não deve ser considerada a adubação de cama de aviário para suprir N para cultura do milho, deve ser complementada através da aplicação de nitrogênio em cobertura.

A combinação de 6 t ha⁻¹ de cama de aves com 75 kg de N apresenta-se como uma recomendação promissora para milho e soja em sucessão.

A adubação com cama de aves condiciona efeito residual suficiente de nutrientes para cultivo da soja em ano seguinte a sua aplicação.

Apresenta um ótimo custo benefício para o agricultor em função da alta nos fertilizantes, diminuindo assim o custo para implantação, aumentando a rentabilidade das culturas.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v.22, n.6, p.711–728, 2013.

ANDREOTTI, M.; NAVA, I.A.; WIMMER NETO, L.; GUIMARÃES, V. F.; FURLANI JUNIOR, E. Fontes de nitrogênio e modos de adubação em cobertura sobre a produtividade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) na “safra das águas”. **Acta Scientiarum Agronomia**, v. 27, n. 4, p. 595-602, 2005.

ANGELO, J. C.; GONZALES, E.; KONGO, N.; ANZAI, N. H.; CABRAL, M. M. C. Material de cama: qualidade, quantidade e efeito sobre o desempenho de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 1, p. 121-130, 1997.

APBA – **Associação Brasileira de Proteína Animal. Produção de carne de frango em 2021**. Disponível em: http://abpa-br.org/wpcontent/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf . Acesso em: 06 jul. 2021.

APROSOJA. **A história da soja**. Disponível em: <http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/a-historia-dasoja/>. Acesso em: 13 ago. 2021.

ASSMANN, T. S.; ROZELLI JUNIOR, P.; MORAES, A.; ASSMANN, A. L.; KOEHLER, H. S.; SANDINI, I. Rendimento de milho em área de integração lavourapecuária sob o sistema de plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 4, p. 675683, 2003

BHERING, S.B.; SANTOS, H.G.; BOGNOLA, I.A.; CÚRCIO, G.R.; MANZATTO, C.V.; CARVALHO JUNIOR, W.; CHAGAS, C.S. & ÁGLIO, M.L.D. & SOUZA, J.S. **Mapa de solos do Estado do Paraná**: Legenda atualizada. Rio de Janeiro, Embrapa/IAPAR, 2008. 73p. disponível em:<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/339505> . Acesso em: 28 ago. 2021.

BLANCO, I. B. **Soybean fertilization with animals manure in western Paraná**. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015. Disponível em: <http://tede.unioeste.br/handle/tede/768> . acesso em: 31 jul. 2021.

BRATTI, Fabio Cesar. Uso da cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho. 2013. 70 f. Dissertação (**Mestrado em Zootecnia**) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2013.

CAIONI, Sheila. Doses de molibdênio e nitrogênio em milho safrinha e efeito residual na cultura da soja em plantio direto. 2015. 54 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/124430>. Acesso em: 29 mai. 2022.

CAMPOS, A. V. de.; SARTOR, L. R.; CASTANHA, A. A.; SOLETTI, A. J.; FAVERO, M. N. de. S.; RIBEIRO, M. **XXV seminário de iniciação científica e tecnológica**. Cama de aviário de frango de corte como fertilizante na produção de soja. Toledo, PR. Disponível em: <http://seisicite2020.td.utfpr.edu.br/>. Acesso em: 29 mai. 2022.

CARVALHO, C. da C. et al. **Conforto térmico animal e humano em galpões de frangos de corte no semiárido mineiro**, 2014.

CARVALHO, E. R. et al. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira 2020/2021. 11º levantamento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos> acesso em: 13 ago. 2021.

COSTA, A.; DE CESARE BARBOSA, G. M.; COSTA, M. A. T. **Cama de aviário alternativa à adubação mineral da soja em argissolo do noroeste do paraná**. Disponível em: http://rpcs2019.com.br/trabalhos_aprovados/arquivos/05192019_190550_5ce1d9cea13e1.pdf . Acesso em: 31 jul. 2021.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUARIA DO BRASIL – CNA. **PIB e Performance do Agronegócio**. Brasília. Fevereiro, 2017. Disponível em: http://www.cnabrazil.org.br/sites/default/files/sites/default/files/uploads/02_pib.pdf. Acesso em: 14 ago. 2021.

DANILUSSI, M. T. Y. **Germinação de soja e milho com uso de biofertilizantes**. Dissertação de mestrado em Tecnologia de Bioprodutos Agroindustriais – Universidade Federal do Paraná, Palotina, 2019. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/61893> . Acesso em: 31 jul. 2021.

DELAUNE, P. B.; MOORE, P. A.; LEMUNYON, J. L. Effect of Chemical and microbial amendment on phosphorus runoff from composted poultry litter. **Journal of Environmental Quality**. v. 35, p. 1291-1296, 2006.

DE PAULA JUNIOR, S. E. M. avaliação das alternativas de disposição final do resíduo da produção de frango de corte: cama de frango. 2014. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://repositorio.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10010833.pdf> . Acesso em: 06 jul. 2021.

EDWARDS, D. R. e DANIEL, T. C. Effects of poultry litter application rate and rainfall intensity on quality of runoff from fescue grass plots. **Journal of Environmental Quality**, v.22, p.361-365, 1993.

FRANZ, M. R.; LOPES, L. L.; ANDRADE, E. A de.; JÚNIOR, L. A. Z. Composição química de cama de aviário condicionada com gesso agrícola ou cal virgem. **Acta Iguazu**, v. 9, n. 4, p. 24-32.

FORNAESIERI FILHO, D. **Manual da cultura do milho**. Jaboticabal: Funep, 2007. 576 p.

GIROLOMETO, D. **Atributos químicos do solo produção de aveia e milho sob doses de cama de aviário**, 2021. 26 f. Trabalho de conclusão de curso de graduação. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

GONZÁLES, H. E. **Encefalopatia Espongiforme Bovina - MVZ-CORDOBA**. 2000. HAHN, L. 2004. **Processamento da cama de aviário e suas implicações nos agrossistemas**. 2004. Programa de Pós-graduação em Agrossistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado, 127 p.

HODGKINSON, R. A.; CHAMBERSA, A, B. J.; WITHERSB, P. J. A. e CROSSC, R. Phosphorus losses to surface waters following organic manure applications to a drained clay soil. **Agricultural Water Management**, 57:155-173, 2002.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U. B.; MANÉ-BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. Agriculture, **Ecosystems and Environment**, v. 86, n. 3, p. 263-275, 2001.

IAP - instituto ambiental do paraná. **Portaria IAP nº 56**. 16 abr. 2008. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=143884>. Acesso em: 29 Jul. 2021.

INFORAGRO. Cama para codornas. 2011. Disponível em: <http://inforagro.wordpress.com>. Acesso em: 13 ago. 2021.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: **Agriculture, Forestry and Other Land Use**, v.4, 2006.

FELINI, Z. F.; BONO, M. A. J. Ensaio e ciência: Ciências agrárias, biológicas e da saúde. **Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sidrolândia-MS**. v.15, n. 5, 2011. Disponível em:

<https://ensaioseciencia.pgsskroton.com.br/article/view/2848>. acesso em: 28 mai. 2022.

KONZEN, E. A. **Estabilização de resíduos orgânicos em processos de compostagem e vermicompostagem**. Sete Lagoas: Embrapa, CNPMS, 1999. 6 p. (Comunicado técnico, 12).

KURIHARA, C. H. et al. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em soja, como variável do potencial produtivo. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 5, p. 690-698, 2013.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. A. O.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 27, n. 5, p. 821-832, 2003.

Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. 2. ed. Curitiba: SBCS, 2019. 289 p. v. 1. ISBN 978-85-69146-07-0.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/> . Acesso em: 10 jul. 2021.

MAPA – **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-pecuarios/alimentacao-animal/arquivos-alimentacao-animal/legislacao/instrucao-normativa-no-8-de-25-de-marco-de-2004.pdf/view>. Acesso em: 12 jul. 2021.

MELLO, W.Z. Precipitation chemistry in the coast of the Metropolitan Region of Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental Pollution**, v.114, n.2, p.235-242, 2001.

MELO, W. J.; MARQUES, M. O. Potencial do lodo de esgoto como fonte de nutrientes para as plantas. In: BETTIOL, W.; CAMARGO, O. A.(eds). **Impacto ambiental do uso do lodo de esgoto**. Jaguariúna, Embrapa, p.109-141. 2000.

MEURER, E. J.; INDA JUNIOR, A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A. et al. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Genesis, 2004. p. 139-151.

MORETI, D. et al. Atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p. 167-175, 2007.

NASCIMENTO, P. C.; BISSANI, C. A.; LEVIEN, R.; LOSEKANN, M. E.; FINATO, T. Uso da terra e atributos de solos do estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.9, p.920–926, 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000900007 . Acesso em: 06 jul. 2021.

NICHOLSON, R.J.N; WEBB, J. e MOORE, A. A review of the environmental effects of different livestock manure storage systems, and a suggested procedure for assigning environmental ratings. **Biosystems Engineering**, v.81, n.4, p.363-377, 2002.

NOVAKOWISKI, J. H. et al. Adubação com cama de aviário na produção de milho orgânico em sistema de integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1663-1672, 2013. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744122018.pdf> . Acesso em: 31 jun. 2021.

OLIVEIRA, F. A. de; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. de F. da; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C. de; FILHO, J. F. da C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 4, n. 3, p. 238-244, 2009.

OLIVEIRA, N. G.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. Plantio direto de alface adubada com cama de aviário sobre coberturas vivas de grama e amendoim forrageiro. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n.1, p. 353-385, 2006.

PATERNIANI, E.; CAMPOS, M.S. **Melhoramento do Milho**. In: Borém, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV. 2005. p.491 – 552.

PENÃ, J.A.G.A. 2010. **Produtividade de milho, perdas de nitrogênio e compartimentos de matéria orgânica**. Programa de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, p. 105.

PIANO, J. T. Produtividade de milho, propriedades químicas e físicas de um latossolo influenciadas pelo uso de cama de aviário. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 2, p. 51-62, 2012. Disponível em: <http://saber.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/4508> acesso em: 31 jul. 2021.

PIRES; RICCI; MENDES. **Características de cama de aviário e sua reutilização**: III Simpósio de sustentabilidade e saúde Animal. Porto Alegre, RS, 2013.

PIZZATTO, I. F. Cama de aviário como fertilizante na produtividade de milho e no acúmulo de nutrientes no solo em experimento de longa duração. 2017. 54 f. Dissertação (**Mestrado em Zootecnia**) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2017. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2424>. Acesso em: 14 ago. 2021.

REZZADORI, Cleiton. Níveis de cama de aviário e nitrogênio em cobertura na cultura do milho. 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (**Bacharelado em Agronomia**) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/10727>. Acesso em: 28 mai. 2022.

RODRIGUES, Leandro Rebuá. Culturas de cobertura, residual de nitrogênio e reaplicação de calcário em sistema plantio direto: cultura da soja. 2012. 99 f. **Dissertação (mestrado)** - Universidade Estadual Paulista, Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/111094>. Acesso em: 29 mai. 2022.

RODRIGUES, P.N.F. et al. **Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.13, n.1, p.94–99, 2009.

ROPPA, A.; ROSA, G. M.; GABRIEL, M.; WASTOWSKI, A. D.; SILVA, J. C.; ZENI, C. Análise dos teores de nitrogênio, fósforo e potássio em camas de aviário para adubação orgânica. **Centro de Educação Superior Norte-RS-CESNORS**, 2010.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; HIRATA, A. C. S. Produtividade de batata-doce e propriedades físicas e químicas de solo em função de adubação orgânica e mineral. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 205-214, 2014.

SANDINI, I. E.; MORAES, A. de; PELISSARI, A.; NEUMANN, M.; FALBO, M. K.; NOVAKOWISKI, J. H. Efeito residual do nitrogênio na cultura do milho no sistema de produção integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1315-1322, 2011.

SANTOS, T. M. B., LUCAS JR., J. **Utilização de resíduos da avicultura de corte para a produção de energia**. In: ZOOTEC'2003; CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 5.; CONGRESSO NACIONAL DE ZOOTECNIA, 13, 2003, UberabaMG, Brasil, 131-141.

SCHERER, E. E; NESI, C. N. Características químicas de um Latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 715721, 2009.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de milho em diferentes sistemas produtivos. **Revista Verde**, Mossoró, v. 2, n. 2, p. 136-141, 2007.

SISTANI, K. R.; SIKORA, F. J.; RASNAKE M. **Poultry litter and tillage influences on corn production and soil nutrients in a Kentucky silt loam soil**. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 98, n.2, p. 130-139, 2008.

STEVENSON, M. A.; WILESMITH, E. J.; RYAN, J. B. M.; MORRIS, R. S.; LOCKHART, J. W.; LIN, D.; JACKSON, R. 2000. Temporal aspects of the epidemic of bovine spongiform encephalopathy in Great Britain: individual animals associated risk factors for the disease. **Vet. Rec.** v. 147, p. 349-354. 2000.

TABOLKA, C. L. Características químicas do solo e desempenho de culturas após quatro anos de aplicações de cama de aviário em diferentes épocas e níveis. 2016. 75 f. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/1781> acesso em: 14 ago. 2021

TERZICH, M.; POPE, M. J.; CHERRY, T. E.; HOLLINGER, J. Survey of pathogens in poultry litter in the United States. **Journal of Applied Research**. v. 9, n. 2, p. 287 – 291, 2000.