

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
SOLO ADUBADO COM DEJETOS ANIMAIS DURANTE NOVE SAFRAS

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
MAIO - 2019

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

**PRODUTIVIDADE DE GRÃOS E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM
SOLO ADUBADO COM DEJETOS ANIMAIS DURANTE NOVE SAFRAS**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior.

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
MAIO - 2019

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

Cruz, Nayara Fernanda Ferraz da Silva
Produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes em solo adubado com dejetos animais durante nove safras / Nayara Fernanda Ferraz da Silva Cruz; orientador(a), Luiz Antônio Zanão Júnior, 2019.
55 f.

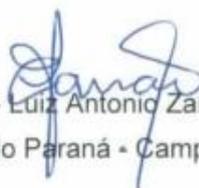
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do Oeste do Paraná, , Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura, 2019.

1. Cama de aviário. 2. Dejetos líquidos de suíno. 3. Fósforo. 4. Potássio. I. Zanão Júnior, Luiz Antônio. II. Título.

NAYARA FERNANDA FERRAZ DA SILVA CRUZ

Produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes em solo adubado com dejetos animais durante nove safras

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestra em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia, linha de pesquisa Biomassa e Culturas Energéticas, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:



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



Reginaldo Ferreira Santos
Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Cascavel (UNIOESTE)



Luciene Kazue Tokura

Cascavel, 22 de março de 2019

“Dedico a minha avó Ana (in memoria), minha grande sonhadora”.

AGRADECIMENTOS

Primeiro agradeço a Deus, criador de tudo.

Aos meus pais, Carlos e Luzia, e ao meu irmão William, pela oportunidade de estudar, pelo amor incondicional e apoio em tudo.

A toda minha família pelo amparo, carinho, amor e compreensão que me fazem grata de ser parte desta união.

À minha cunhada, Laís Juchem, pelo incentivo e companheirismo nos trabalhos, provas, apresentações, artigos e também em várias etapas desse projeto. Por dividir seu quarto comigo, por ser amiga e minha irmã de coração. Sem você, isso não seria possível.

Ao meu marido Fernando e minha filha Sara pelo apoio, paciência e amor em todas as etapas, desde a graduação.

À minha sogra Amália, pelo incentivo nesta jornada e por cuidar tão bem da nossa Sara.

Ao meu sócio e amigo Lorenzo por me cobrir nos experientes do trabalho para que eu pudesse participar das aulas do mestrado.

Ao professor Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior, que me orientou com paciência e sabedoria.

Ao IAPAR de Santa Tereza do Oeste e a todos os colaboradores dos experimentos de campo e laboratório que proporcionaram os dados para este trabalho.

Aos professores Dra. Luciene Kazue Tokura, Dr. Carlos Eduardo Camargo Nogueira, Dr. Deonir Secco e Dr. Jair Antonio Cruz Siqueira pela disposição em sempre orientar e ajudar com valiosas sugestões nesta caminhada.

Aos colegas do mestrado pelo companheirismo, risadas e aprendizagens, com vocês a trajetória foi mais divertida: Laís, Bianca, Soni, Everton, Marina, Júlio e Ricielly.

A toda a equipe do PPGEA, principalmente a assistente Vanderléia L. S. Schmidt por todas as orientações e auxílios.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Quantidade de N, P e K em cama de aviário sob maravalha em relação aos lotes de ocupação.	16
Tabela 2. Produção média de efluente em quatro granjas de suínos e teores médios de matéria seca (MS), resíduo mineral (RM), matéria orgânica (MO), fósforo (P) e nitrogênio (N) no efluente.	17
Tabela 3. Estimativa da quantidade de N total, P ₂ O ₅ e K ₂ O na massa seca do DLS determinada pela escala de Bouyoucos.	18
Tabela 4. Sequência de cultivos realizados no experimento de 2011 a 2016.	19
Tabela 5. Análise química inicial do solo da área em que o experimento foi instalado, coletada em 2011.	20
Tabela 6. Teores médios de nutrientes nas camas de aviário utilizadas no experimento (79-85 % de massa seca).....	21
Tabela 7. Dose de adubação animal e mineral para cada cultura/safra.....	22
Tabela 8. Teor de fósforo no solo (mg/dm ³) em função de diferentes doses de adubação com cama de aviário, dejetos líquidos de suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférrico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR.....	24
Tabela 9. Teor de potássio no solo (cmol _c /dm ³) em função de diferentes doses de adubação com cama de aviário, dejetos líquidos de suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférrico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR.....	26
Tabela 10. Produtividade de grãos de soja, aveia branca, milho, aveia preta, trigo, feijão e crame (t/ha) em função de doses de dejetos animais de aves e suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférrico típico no Oeste do Paraná de 2012 a 2016.....	28

CRUZ, Nayara Fernanda Ferraz da Silva. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, maio/2019. **Produtividade de grãos e acúmulo de nutrientes em solo adubado com dejetos animais durante nove safras**. Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior.

RESUMO

Com a evolução da sociedade em geral, é necessário o crescimento da produtividade de grãos. Com isso, um dos impactos ambientais ocasionados é o uso superestimado de fertilizantes agrícolas. Dessa forma, aproveitando a geração de resíduos regionais como é o caso do oeste do Paraná, com a cama de aviário e efluentes de suinocultura, pode-se incorporar em solo agrícola alternativas em fontes de nutrientes. Assim, a hipótese é que a soja, milho, feijão, trigo, aveia e crambe possam apresentar efeitos positivos na sua produtividade, em razão da adição de cama de aviário (CA) e dejetos líquidos de suínos (DLS) no solo. O objetivo foi verificar o desenvolvimento destas culturas e o efeito acumulado dos nutrientes no solo durante nove safras seguidas, de 2011 a 2016, analisando a viabilidade da adubação orgânica e alterações químicas provocadas no solo. Os tratamentos avaliados foram três doses de cama de aviário, três de dejetos líquidos de suínos e testemunha, com adubação mineral. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com três repetições. As unidades experimentais foram compostas de 12 linhas, de 5 m de comprimento, espaçadas 34 cm, totalizando 50 m². Após a colheita de cada safra foi calculada a produtividade (t/ha) e no término das nove safras a produtividade acumulada de grãos. Após a última safra, foram coletadas amostras de solo para análises de fósforo e potássio. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os resultados apontam que os DLS aumentaram os teores de P no solo e a cama de aviário elevou os teores de K. A produtividade de grãos não diferenciou em função das fontes de adubação utilizadas nas culturas da aveia preta, aveia branca, milho, feijão e crambe. A adubação com DLS proporcionou maiores rendimentos de grãos de trigo e também a produtividade acumulada dos grãos das nove safras.

“Este trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001”.

PALAVRAS-CHAVE: cama de aviário, dejetos líquidos de suíno, fósforo, potássio.

CRUZ, Nayara Fernanda Ferraz da Silva. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, may/2019. **Grain productivity and nutrient accumulation in soil fertilized with animal waste during nine harvests.** Advisor: Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior.

ABSTRACT

With the evolution of society in general, it is necessary to grow grain productivity. Thus, one of the environmental impacts caused is the overestimated use of agricultural fertilizers. Thus, taking advantage of the generation of regional waste such as the west of Paraná, with the bed of poultry and swine effluent, it is possible to incorporate alternatives to nutrient sources in agricultural soil. Thus, the hypothesis is that soybeans, corn, beans, wheat, oats and crambe may have positive effects on their productivity, due to the addition of avian litter (AC) and liquid pig slurry (DLS) in the soil. The objective was to verify the development of these crops and the cumulative effect of nutrients in the soil during nine consecutive harvests, from 2011 to 2016, analyzing the viability of organic fertilization and chemical changes in the soil. The treatments evaluated were three doses of litter bed, three of swine net waste and control with mineral fertilization. The experimental design was a randomized block design with three replicates. The experimental units were composed of 12 lines, 5 m long, spaced 34 cm, totaling 50 m². After the harvest of each crop, the productivity (t / ha) was calculated and at the end of the nine harvests the accumulated grain yield. After the last harvest, soil samples were collected for phosphorus and potassium analysis. The data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The results showed that the DLS increased soil P content and the litter bed increased K. The grain yield did not differ according to the fertilization sources used in the crops of black oats, white oats, corn, beans and crambe. The DLS fertilization provided higher yields of wheat grains and also the accumulated grain yield of the nine harvests.

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

KEYWORDS: poultry litter, liquid swine, phosphorus, potassium.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	vi
ABSTRACT	vii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. A cultura da soja	3
2.2. A cultura do milho	4
2.3. A cultura do feijão	6
2.4. A cultura do trigo	7
2.5. A cultura da aveia preta	8
2.6. A cultura da aveia branca	10
2.7. A cultura da crambe	11
2.8. Uso de fertilizante na agricultura	13
2.9. Geração e utilização da cama de aviário na agricultura	14
2.10. Geração e utilização dos dejetos líquidos de suínos (DLS) na agricultura	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
3.1. Localização do experimento	19
3.2. Histórico da área	19
3.3. Aplicação dos tratamentos	20
3.4. Tratamentos e delineamento experimental	20
3.5. Avaliação da produtividade de grãos de cada safra	22
3.6. Avaliação da produtividade acumulada de grãos	23
3.7. Teores de fósforo e potássio no solo	23
3.8. Análise estatística	23
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5. CONCLUSÕES	32
6. REFÊRENCIAS	33

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, segundo a Embrapa (2017), apenas 7,6 % de seu território é utilizado com lavouras. Esse índice é baixo se comparado com países como Dinamarca, Irlanda, Reino Unido e Alemanha que apresentam mais de 50 % de seu território destinado à agricultura. Apesar dessa menor porcentagem de área destinada a esse fim, o Brasil, como o quinto país de maior extensão territorial, é um dos maiores produtores do mundo de diversas culturas e a sua produtividade é a que mais cresce: 4,28 % ao ano, seguido pela China (3,25 %), Chile (3,08 %) e Japão (2,86 %) (PEREIRA, 2017).

Para atingir essa produtividade, um dos impactos ambientais ocasionados é o uso superestimado de fertilizantes agrícolas (MUELLER et al., 2013). A aplicação de fertilizantes é um processo essencial para a manutenção de níveis de nutrientes no solo e para a disponibilidade em quantidade que seja suficiente ao pleno desenvolvimento das culturas. No entanto, a aplicação destes produtos, por vezes minerais, sem critérios de racionalidade e eficiência, origina impactos ambientais e tem custos econômicos e energéticos (SERRANO et al., 2014).

Diante desse cenário existe a necessidade de aumentar a produção de forma sustentável, com ênfase na preservação ambiental. Sendo assim, em substituição aos fertilizantes minerais, são crescentes os estudos alternativos de fertilização dos solos, em muitas regiões que existem a possibilidade de aproveitamento de resíduos de outras atividades, os quais constituem opção interessante, quando bem utilizados (CARVALHO et al., 2011).

Dentre os resíduos orgânicos gerados em grandes quantidades no Brasil, estão a cama de aviário (CA) e os dejetos líquidos de suínos (DLS). Isso porque, conforme a Embrapa (2017), o Brasil é o segundo maior produtor de carne de frango e o quarto de carne suína do mundo. Assim, os remanescentes dessas atividades devem ser destinados corretamente a fim de evitar a geração de impacto ambiental.

No caso das alternativas para destinação final adequada da CA e dos DLS tem-se o seu uso no solo agrícola, como fonte de nutrientes (CAPOANE et al., 2014; ANDRADE et al., 2015). Valendo ressaltar a importância da aplicação correta de concentração desses adubos orgânicos, sem a qual podem causar o acúmulo de nutrientes no solo (ANDREOLA et al., 2000).

A cama de aviário é uma fonte de nutrientes, principalmente de nitrogênio, que, quando bem manejada, pode suprir a necessidade de fertilizante mineral para diversas culturas. Além disso, a mesma proporciona matéria orgânica ao solo, que melhora seus atributos físicos, a capacidade de retenção de água, diminuindo a erosão e elevando a porosidade total (BLUM et al., 2003; COSTA et al., 2009) promovendo a elevação da rentabilidade das culturas e a sustentabilidade da produção agrícola (FELINI; BONO 2011).

Com relação aos dejetos líquidos de suínos, estes são ricos em nutrientes como o nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, manganês, ferro, zinco, cobre, dentre outros (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002), sendo o nitrogênio encontrado em maior proporção (AITA; GIACOMINI, 2008). Perdomo e Lima (1998) afirmam que o DLS apresenta pouca quantidade de matéria orgânica e que sua qualidade nutricional depende do sistema de criação, armazenamento e manejo adotados. Entretanto, diversos trabalhos afirmam que a sua utilização como adubo aumenta a produtividade de grãos de várias culturas.

Logo, partindo da hipótese de que importantes culturas produzidas no Brasil como a soja, milho, feijão, trigo, aveia branca e aveia preta e crambe possam evidenciar efeitos positivos na sua produtividade de grãos, em razão da adição de cama de aviário e dejetos líquidos de suínos no solo, este trabalho teve por objetivo verificar a produção de grãos destas culturas e o efeito acumulado dos nutrientes fósforo e potássio no solo durante nove safras (inverno e verão) seguidas, de 2012 a 2016, analisando a viabilidade da adubação orgânica animal e alterações químicas provocadas no solo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura da soja

A soja (*Glycine max*), da família *Fabaceae*, apresenta elevada importância mundial no âmbito econômico e social, uma vez que é a principal oleaginosa produzida e consumida. Tem como aplicação da sua produção o consumo animal, por meio do farelo de soja, bem como ao consumo humano a partir do óleo, além de ser utilizada também na produção de biodiesel (MELLO FILHO et al., 2004). Isto se dá em razão de seu alto teor de óleo (19 %) e proteína (38 %), além da alta produtividade e versatilidade de uso. Constitui-se uma das principais commodities no mercado mundial (PIRES; SANTOS, 2013).

A soja começou a ser comercializada no Brasil na década de 70, obtendo a produtividade média de 1748 kg/ha. E, por meio dos avanços na genética e manejo, a produtividade média nacional foi de 3.364 kg/ha na safra 2016/17, sendo 114,1 milhões de toneladas produzidas e 35,100 milhões de hectares de área plantada (CONAB, 2017). O maior produtor dessa oleaginosa são os EUA, seguido pelo Brasil, que poderá ocupar o primeiro lugar nos próximos 10 anos, segundo projeções e estudos feitos pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2016).

Cultivada praticamente em todo o território nacional, a soja apresenta em algumas regiões brasileiras, como o Oeste do Paraná, médias de produtividade superiores às alcançadas pela soja norte-americana. Entretanto, para toda essa produtividade, é utilizada grande quantidade de fertilizantes. Segundo a CONAB (2017), o Estado do Paraná é o segundo maior produtor de soja do país. Na safra 2017/18, a produção paranaense foi de 19,070 milhões de toneladas de grãos, com produtividade média de 3503 kg/ha.

De acordo com EMBRAPA (2011), a técnica de manejo e a interação da planta com o ambiente determinam o desenvolvimento e produtividade da soja. A oleaginosa atinge a alta taxa de produtividade em condições ideais de ambiente e manejo. Assim, sua melhor adaptação a temperatura para seu crescimento e desenvolvimento é em torno de 30 °C. A necessidade hídrica aumenta em função do desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração e enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período. Além disso, uma das

técnicas de manejo mais importantes para obter o pleno desenvolvimento da cultura é a adubação. Seu objetivo é oferecer os nutrientes que a planta necessita, porém, o solo não é capaz de disponibilizar, bem como repor os nutrientes extraídos pela cultura por meio da aplicação de fertilizantes.

A maior parte dos nutrientes requeridos pela soja, no caso, é absorvida no solo com a água por meio das raízes da planta. Conforme Silva e Lazarini (2014), o potássio é o segundo nutriente requerido em maior quantidade pela soja, após o nitrogênio, que é suprido pela fixação biológica realizada por bactérias no interior dos nódulos nas raízes a partir de processo simbiótico. Já o K deve ser aplicado no solo por fertilizantes em razão da maioria das áreas exploradas com soja no território brasileiro se encontrar em regiões tropicais com baixos níveis desse nutriente e em solos com elevado grau de intemperismo.

A soja é muito utilizada no sistema de rotação de culturas, não só pelo aspecto econômico viável, mas, sobretudo, por ser uma leguminosa fixadora de N atmosférico, contribuindo com esse nutriente para culturas futuras. O nitrogênio é responsável pelo aumento da produtividade e do teor de proteína das sementes da soja (FAGAN et al., 2007). Essa fixação biológica acontece por meio da simbiose de plantas leguminosas e bactérias, como bactérias diazotróficas que intensificam a produção de soja e pertencem ao gênero *Bradyrhizobium* (SILVA et al., 2011).

A introdução de novas tecnologias, insumos e equipamentos proporciona o aumento da produtividade da soja, porém acrescenta certo custo para produção. Os fertilizantes atribuem de 27 a 32 % no custo total do sistema de produção. Além disso, o seu preço pode oscilar conforme o patamar da economia, podendo variar a cada safra e ocasionar prejuízos na produção da soja nacional (MENEGATTI; BARROS, 2007). Diante disso, vê-se a necessidade de pesquisas e desenvolvimento de formas mais sustentáveis de produção do grão.

2.2. A cultura do milho

O milho (*Zea mays* L.), pertencente à família *Poaceae*, é um dos mais importantes cereais usados, tanto na alimentação humana quanto na alimentação animal do hemisfério Ocidental (SOUSA, 2016). O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de milho (FIESP, 2019). Na safra 2018/19, o país obteve a produção estimada de 95.254 milhões de toneladas, crescimento de 18 % em relação à safra

anterior, em cerca de 17.242 milhões de hectares, o que caracteriza uma média de produtividade de 5.524 kg/ha (CONAB, 2019).

Dentre as vantagens da cultura do milho que justificam sua ampla distribuição está a sua composição e valor nutritivo, além da alta produtividade, sendo uma alternativa de nutrição de simples transporte, que permite um período longo de colheita (em várias regiões) e posterior armazenamento (PAVÃO; FILHO, 2011). Apresenta forte dispersão geográfica e, conseqüentemente, o período de semeadura é diferente entre as regiões (FORSTHOFER et al., 2006).

A cultura do milho é uma espécie anual e com alta adaptabilidade às diversas condições de ambiente. Suas sementes são classificadas botanicamente como cariopse e apresentam três partes: o pericarpo, o endosperma e o embrião. Para obter a máxima produtividade, o milho necessita de temperaturas e radiações solares elevadas, em torno de 24 e 30 °C, sendo que as superiores a 40 °C prejudiciais à cultura, além de adequada disponibilidade hídrica do solo (BARROS; CALADO, 2014).

A adubação com nitrogênio e a disponibilidade hídrica representam limitantes para a produtividade da cultura do milho. O nitrogênio é um dos nutrientes que apresenta influência no aumento da produção de grãos, pois é um fator determinante para a constituição de moléculas de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos e citocromos e ainda é essencial como integrante da molécula de clorofila (GROSS, VON PINHO; BRITO, 2006).

A cultura do milho possui alta dinâmica no solo e, conseqüentemente, um complexo manejo, que representa a parte mais onerosa do sistema de produção. A resposta à adubação nitrogenada deve-se à alta demanda por esse nutriente na cultura do milho, especialmente em solos com alta fertilidade ou corrigidos e também ao fato de que o N não seja acumulado no solo em formas prontamente disponíveis às plantas (PEREIRA et al., 2009).

Segundo Coelho e França (2009), o uso de fertilizantes na cultura do milho apresenta variação entre as várias regiões do país. O acréscimo das doses aplicadas na cultura provoca avanços consideráveis de produtividade. O nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio e magnésio, nessa ordem, são os nutrientes mais exigidos pelo milho (SOUSA et al., 2010).

2.3. A cultura do feijão

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), da família *Fabaceae*, é uma leguminosa rica em proteínas e aminoácidos muito importante ao consumo humano, principalmente por ser um alimento típico no Brasil, agregando renda às propriedades rurais (SILVA; SILVEIRA, 2004) por possuir subsistência em áreas pequenas com uso mínimo de insumos (BORÉM; CARNEIRO, 2006). O feijão, por possuir grande variabilidade genética, foi subdividido em grupos, sendo o carioca o mais comum. No entanto, o preto e outros tipos são relevantes em outras regiões específicas.

Na safra de 2016/17, a produção da cultura foi de 3,1 milhões de toneladas com uma área ocupada de 3,4 milhões de hectares, sendo os três maiores produtores o Estado do Paraná (23,1%), Minas Gerais (16,1%) e Mato Grosso (11,3%) (CONAB, 2017).

A leguminosa possui três safras anuais, sendo a primeira chamada de “safra das águas” (ou também “safra do Sul e Sudeste”), a segunda, “safra da seca” (ou “safrinha ou safra do Nordeste e Sudeste”) e, por último, “safra de outono/inverno” (ou “safra do Sudeste ou irrigada”) (MAPA, 2016). Dentre as etapas de produção, a colheita é a que mais solicita atenção, pois, quando mal processada, ocorrem perdas, problemas mecânicos e ainda o escurecimento dos grãos influenciando na qualidade e no valor comercial do produto. Dessa maneira, em cada etapa de produção existe uma temperatura ideal específica conforme a época de semeadura e colheita (PORTUGAL; PERES; RODRIGUES, 2015).

O feijão é considerado uma leguminosa herbácea, com ciclo em torno de 95 dias, sendo que a altura da planta, quantidade de nós, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, podem variar dependendo das condições ambientais. Para uma excelente produção, o déficit hídrico ou o excesso representa um dos fatores limitantes, principalmente em feijões crioulos, pois possuem uma ampla base genética (PIANA et al., 1999).

De acordo com Santi et al. (2013), o ciclo curto do feijão não permite que toda sua demanda de nitrogênio seja fornecida pela fixação biológica. Sendo assim, é necessária a aplicação de fertilizantes nitrogenados. Como em outras leguminosas, o manejo da adubação nitrogenada é um dos fatores de maior influência na produtividade da cultura. A deficiência nutricional de N proporciona

baixa produção de fitomassa, senescência prematura de folhas, além de baixa produtividade de grãos (SANTOS; FAGERIA, 2007).

O fósforo, bem como o nitrogênio, é um dos nutrientes mais limitantes ao crescimento do feijoeiro nos solos brasileiros. Dessa forma, a indicação das quantidades a serem aplicadas deve ser baseada nos resultados da análise de solo. O potássio também depende da análise prévia do solo para sua inserção correta no solo como fertilizante, associando o histórico de adubação da área e o conhecimento das quantidades extraídas e exportadas pelo feijoeiro, assim permitindo determinar, com boa precisão, as doses de fertilizantes a serem aplicadas, de acordo com a expectativa de produtividade de grãos (EMBRAPA, 2018).

2.4. A cultura do trigo

O trigo (*Triticum aestivum* L.) pertence à família *Poaceae* e é um antigo cereal de grande relevância mundial na dieta alimentar, principalmente pela farinha. É cultivado em ampla gama de ambientes e regiões geográficas. A cultura ocupa mais de 17 % da terra cultivável no mundo e representa aproximadamente 30 % da produção mundial de grãos (DE BONA, DE MORI; WIETHÖLTER, 2016).

Na safra de 2016, o Brasil obteve um total de 6,7 milhões de toneladas de grãos de trigo com produtividade média de 3175 kg/ha, o que representou 84 % da produção total de grãos entre as culturas cultivadas no período do inverno. O Estado do Paraná é, no cenário nacional, o maior produtor da cultura, proporcionando na mesma safra a produção de 3,4 milhões de toneladas e produtividade média de 3140 kg/ha (CONAB, 2017).

A cultura é uma monocotiledônea que possui características morfológicas semelhantes às dos demais cereais de inverno como a cevada, aveia, centeio e triticale (FONTANELI et al., 2012). Tem estrutura herbácea, é de ciclo anual e com estatura podendo variar de 0,60 a 1,10 m. O fruto é uma cariopse. O colmo é cilíndrico e oco separado por 4 a 7 entrenós, nos quais saem as folhas. Dos nós do colmo, na axila das bainhas foliares, surgem brotos ou afilhos (SCHEEREN; CASTRO; CAIERÃO, 2015).

Por se tratar de uma planta de origem de clima temperado, de acordo com Graybosch e Morris (1990), a temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura do trigo encontra-se entre 12 e 15 °C. Já temperaturas acima de 15 °C, na fase do

crescimento, podem influenciar o decréscimo de 3 a 5 % na massa do hectolitro. Dessa maneira, o clima é um dos fatores que mais limitam a produção do trigo, sendo que o excesso de calor aliado a baixas altitudes gera uma queda brusca na produção. Para isso, foram introduzidos na região do Brasil central genótipos superiores que são adaptados às temperaturas elevadas (OLIVEIRA et al., 2011). Outra questão é que a cultura do trigo apresenta ampla variabilidade genética, proporcionando o desenvolvimento da cultura em vários tipos de clima e solo (GUTKOSKI, et al., 2007).

Na cultura do trigo, o nitrogênio é o maior limitador da produtividade. Dessa maneira, ele pode influenciar na quantidade de perfilho, conseqüentemente na formação de nós, causando o alongamento do colmo. Quanto maior a quantidade e o tamanho de perfilho melhor será a captação da radiação solar, bem como maior a produtividade (FORNASIERI FILHO, 2008).

O fósforo também é um elemento essencial à nutrição das plantas, sendo responsável pela energia da planta que, por meio dos seus compostos orgânicos, caminha e se acumula nos tecidos vegetais (SILVEIRA, 2014). Com relação ao potássio, a sua disponibilidade estimula o aproveitamento do nitrogênio, possibilitando que sua absorção, assimilação, nutrição e, conseqüentemente, a produtividade, sejam aumentadas (VIANA; KIEHL, 2010).

A utilização de cultivares de trigo, com alto potencial produtivo de grãos e a adubação nitrogenada são essenciais para a obtenção de altas produtividades. Todavia, a adubação requer cuidados no que concerne à época e às doses de aplicação. Pequenas doses limitam a produtividade, mas altas doses podem levar ao acamamento, dificultar a colheita e causar queda de produtividade (TEIXEIRA FILHO et al., 2010).

2.5. A cultura da aveia preta

A aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) da família *Poaceae* é uma importante cultura anual de cobertura de solo, originária da Europa e predominante na região Sul do Brasil, principalmente na entressafra das culturas comerciais de verão (SANTI; AMADO; COSTA, 2003). Além disso, é uma das gramíneas de inverno mais cultivadas no Rio Grande do Sul (DEBIASI; MARTINS; MISSIO, 2007).

De acordo com Fontaneli et al. (2012), a planta é considerada uma forrageira de rápido crescimento inicial e alta produção de biomassa no primeiro corte. Ademais, é considerada uma espécie rústica, de fácil adaptação a vários tipos de solo e tolerante à acidez. Entretanto, para Zabalza et al. (2008), quando a aveia preta é semeada em solos considerados hidromórficos com acúmulo de água em determinados períodos, sobretudo no inverno, pode acarretar alterações negativas no seu desenvolvimento e produção de biomassa. Isso ocorre por conta do excesso de umidade que reduz a difusão do oxigênio, diminuindo as trocas gasosas entre o sistema radicular e espaço poroso do solo.

Apesar de ser uma planta de clima temperado, ela pode ser cultivada em regiões de clima subtropical ou mesmo tropical. No entanto, temperaturas acima de 32° C podem gerar esterilidade e também antecipar a maturação dos grãos. Além disso, a aveia preta se adapta melhor aos solos bem drenados, férteis, com teores altos de matéria orgânica e com pH entre 5,5 e 6,0 (DUCATI, 2014).

Segundo Floss (1988), o ciclo de crescimento da aveia-preta pode variar de 120 a 200 dias em função da espécie e das condições edafoclimáticas. Apresenta hábito de crescimento cespitoso, alcançando a estatura entre 0,7 a 2 m. Já em relação às condições botânicas, a planta tem um sistema radicular fasciculado, colmo ereto e cilíndrico e folhas com lígulas bem desenvolvidas, o que distingue a aveia dos outros cereais de inverno e não possui aurícula. Sua inflorescência é uma panícula piramidal, terminal e aberta, apresentando espiguetas que possuem entre um e três grãos. Os grãos de aveia são cariopses indeiscentes, com uma única semente por fruto. Os frutos são pequenos e possuem fina camada de pericarpo e o peso de 1.000 sementes varia conforme a espécie, de 15 a 18 g.

A cultura é empregada em sistemas de sucessão ou rotação de culturas por apresentar menor velocidade de decomposição da palhada e liberação gradual de nutrientes quando comparada com outras espécies de cobertura (CRUSCIOL et al., 2008). Conseqüentemente, possui alta produção de massa verde e capacidade de proteger o solo, evitando as perdas por erosão causadas pela chuva (COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA, 2006).

Apesar da aveia preta não evidenciar capacidade de fixar nitrogênio atmosférico, a sua importância na agricultura é associada à sua rusticidade, ao rápido crescimento inicial já citado, que favorece a cobertura do solo, à facilidade de produção de sementes e de semeadura e ao menor custo de produção, em

comparação às leguminosas (CERETTA et al., 2002). A planta é capaz de suprimir o desenvolvimento de plantas invasoras, pela ação do efeito alelopático com aspectos fitossanitários menos preocupantes do que nas leguminosas. Ainda, a aveia preta pode ser utilizada como planta de forragem, na alimentação de vacas leiteiras, aumentando o volume de leite produzido (SALGADO et al., 2013).

No tocante à exigência nutricional da aveia preta, Rozane, Prado e Romualdo (2008) afirmam que a omissão de N reduz drasticamente o desenvolvimento das plantas, afetando o número de folhas, de perfilhos e a altura em relação a concentração ideal, ocasionando o maior dano à planta quanto às deficiências dos demais macronutrientes. Concluem também que o déficit de K pode diminuir o número de folhas, perfilhos e matéria seca total.

2.6. A cultura da aveia branca

A aveia-branca (*Avena sativa* L.) possui grande importância como gramínea de inverno, considerando sua ampla área de cultivo no Brasil e de forma mais expressiva na região Sul. Além de utilizada como produção de forragem, seus grãos podem ser usados na indústria alimentícia (SILVA et al., 2012). Os fatores que contribuem para a implantação da cultura ao invés de outros cereais de inverno são o baixo custo e a facilidade de manejo (RASANE et al., 2013).

A morfologia de aveia branca é semelhante à da aveia preta. No entanto, o grão da aveia branca possui dimensão maior do que o da aveia preta, cerca do dobro do peso, sendo valorizado na alimentação humana (alto teor de proteínas de qualidade e fibras solúveis) e animal (forragem verde, feno, silagem e na composição de ração). Outra diferença com a aveia preta tem a ver com o fato de que a branca é considerada menos rústica sendo mais exigente em fertilidade do solo e menos resistente à seca, porém o mais tolerante ao frio. A época de semeadura da aveia branca acontece nos meses de março a maio, para a pastagem, já para produção de grãos depende da região (FONTANELI; SANTOS; FONTANELI, 2009).

A aveia branca também é empregada na prática de formação de palha para o sistema plantio direto. Ao recobrir o solo com seus resíduos, gera uma mudança do microclima para as plantas cultivadas sob plantio direto. Além disso, a massa seca pode influenciar no regime hidrotérmico do solo, na conservação da umidade e

na redução da evaporação e temperatura (UNGER, 1978). Todas essas alterações podem aumentar a infiltração de água no solo, controle de plantas daninhas e, sobretudo, auxiliar na disponibilidade de nutrientes, podendo existir alterações na resposta das plantas à adição de nutrientes no solo por meio da adubação (KOCHHANN; DENARDIN, 1997).

A disponibilidade de nitrogênio no ambiente de cultivo pode influenciar a altura das plantas de aveia branca (MANTAI et al., 2017). Dessa forma, a adição de N influencia no desenvolvimento vegetativo e aumento do comprimento dos entrenós. Por conseguinte, o sombreamento entre as plantas é maior, recebendo menor radiação o que pode alterar as propriedades biofísicas dos colmos ocasionando uma menor resistência ao acamamento (BERRY et al., 2003). Entretanto, a quantidade de adubação com N pode encarecer os custos da produção influenciando economicamente no lucro da cultura (BARRACLOUGH et al., 2010).

Segundo Ribeiro et al. (2016), a aveia branca é uma gramínea que não exige muito da condição do solo, mas demonstra ótima resposta à adubação nitrogenada, fosfatada e potássica. Além disso, a sua implantação promove a melhoria dos atributos químicos e físicos do solo e influencia o rendimento das culturas futuras (DERPSCH; CALEGARI, 1985).

2.7 A cultura da crambe

O crambe (*Abyssinica Hochst*) é uma planta da família *Brassicaceae*, proveniente da Etiópia, que possui grande potencial para produção de óleo para a fabricação de biodiesel, principalmente em estações e períodos de temperaturas baixas (PILAU et al., 2011) e necessita de temperaturas entre 15 °C e 25°C em seu período vegetativo (FALASCA et al., 2010).

No Brasil, as pesquisas referentes à cultura do crambe tiveram início, aproximadamente, no ano de 1995 no estado do Mato Grosso do Sul, quando se buscou estudar a oleaginosa como planta de cobertura para a rotação de culturas para o sistema de plantio direto (PITOL; BROCH; ROSCOE, 2010). Ainda no país, o crambe seria viável para a produção de biodiesel, pela falta de cultura de ciclo outono/inverno diminuindo a dependência de culturas de ciclo primavera/verão, e que ainda disputam para a produção de alimentos, cosméticos, entre outros (LIMA; FINAMORE, 2016).

Dessa maneira, o cultivo do crambe se tornou uma excelente opção para a produção de biodiesel, assim como uma nova cultura para os produtores agrícolas nacionais investirem na entressafra (SOUZA et al., 2009). O teor de seu óleo é cerca de 38 %, com 50 a 60 % de ácido erúxico, que é um graxo de cadeia longa que possui grande valor comercial por conta da ampla variação na indústria química (OPLINGER et al., 1991). O óleo possui também resistência à degradação e maior estabilidade quanto à oxidação o que, conseqüentemente, aumenta a sua vida útil sendo uma das vantagens competitivas a outros tipos de óleos (BISPO et al., 2010).

No Paraná, segundo Richart (2016), tal cultura ainda é pouco disseminada pelos agricultores, principalmente no Oeste do Estado tal como, por exemplo, o município de Toledo que é conhecido nacionalmente como produtor de soja, milho, frango, suínos e leite. Já para Oliveira et al. (2013), o Estado tem prospecção na área comercial da cultura, pelo fato das propriedades do óleo se adequarem ao setor industrial e elétrico, especialmente como fluido isolante vegetal de transformadores elétricos.

O crambe é uma planta rústica de cobertura, de ciclo curto, de 90 a 100 dias, tolera baixas temperaturas e até mesmo a seca no período da época de plantio, que vai de maio a junho, e ainda proporciona benefícios a fertilidade do solo, pois possui agressivo sistema radicular (OLIVEIRA et al., 2013). Para Pitol, Broch e Roscoe (2010), o seu cultivo é realizado de forma mecanizada e com menor quantidade de implementos que a soja. Além disso, a cultura necessita de umidade do solo próximo à capacidade de campo. No período da semeadura até o pleno florescimento, é necessário de 150 a 200 mm de água, sendo que, após este período, a ausência de chuva facilita um melhor desenvolvimento e reduz a incidência de doenças (MOERS, 2012).

Para Lunelli (2011), apesar de sua rusticidade, o crambe, além de solos férteis, profundos e corrigidos, na sua semeadura necessita de pH acima de 5,8 e baixa saturação por alumínio. A cultura é conhecida por sua ciclagem de nutrientes do solo, pois é capaz de aproveitar adubações residuais de espécies anteriores e adubações no plantio. Entretanto, mesmo respondendo aos nutrientes, não existe ainda com especificidade a quantidade de adubo aplicado.

Conforme Souza et al. (2009), as respostas em relação à adubação do crambe são pouco conhecidas, no entanto, é uma cultura exigente em nitrogênio devido ao seu elevado teor de proteínas nos grãos.

2.8 Uso de fertilizante na agricultura

De acordo com números da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA, 2017), o Brasil produziu 8.999 mil toneladas de fertilizantes no ano de 2016 e importou 24.485 mil toneladas, ou seja, 73 % dos fertilizantes utilizados no solo brasileiro foram importados, sendo em grande maioria exportados por fontes não renováveis. Comparando os anos de 2015 e 2016, nota-se uma queda de 1,3 % na produção nacional de fertilizantes, porém a demanda por importados aumentou em 16,1 %, identificando o crescimento da agricultura brasileira.

Os fertilizantes minerais ou adubos minerais são compostos químicos cujo objetivo é corrigir as deficiências nutricionais do solo e, conseqüentemente, elevar a produtividade. Os elementos químicos presentes nos fertilizantes podem ser divididos em macro e micronutrientes conforme suas quantidades e proporções. Macronutrientes são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) e os micronutrientes são: boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e níquel (Ni). Os nutrientes mais presentes nos adubos minerais são o nitrogênio, fósforo e potássio, sucessivamente, conhecidos como nutrientes primários NPK e expressos nas formas de nitrogênio (N), pentóxido de fósforo (P_2O_5) e óxido de potássio (K_2O) (FAQUIN, 2001).

Dias e Fernandes (2006) apontam que o nitrogênio está presente em todas as fases da planta como: crescimento, floração e frutificação. O nutriente atua na formação das proteínas e faz parte dos tecidos vegetais, visto que influencia indiretamente na fotossíntese fazendo parte da composição da clorofila, assim garantindo a absorção da luz solar e energia para a planta. Já a falta desse nutriente pode acarretar a redução no crescimento da planta, clorose generalizada e queda das folhas maduras.

O fósforo possui importância para metabolismo das plantas, pois determina a transferência de energia da célula, respiração e fotossíntese. As limitações de disponibilidade de P no início do ciclo vegetativo podem gerar restrições no desenvolvimento, pois a planta não se recupera em seguida, ainda que sejam elevadas as doses de P em níveis consideráveis. O fornecimento adequado é essencial desde os estádios iniciais de crescimento das plantas (GRANT et al., 2001).

Santos Junior (2003) evidencia que o potássio não é componente químico estrutural de compostos da planta, porém ele é regulador de muitas funções sendo necessário para ativar pelo menos 50 tipos de enzimas. Além disso, está relacionado tanto com a fotossíntese, quanto a síntese de ATP (adenosina trifosfato). Está também ligada à taxa de assimilação do CO₂ e a manutenção do turgor das células. A restrição de K não apresenta sintomas visuais imediatos, mas interfere na redução da taxa de crescimento da planta que torna perceptível as cloroses e necroses, principalmente nas folhas mais maduras.

Para Hoffmann et al. (2001), o Brasil busca soluções de adubação de solo para minimizar a dependência de fertilizantes importados. Sendo uma opção viável, o aproveitamento de resíduos locais em muitas regiões.

A adubação é uma tecnologia utilizada na agricultura a fim de proporcionar o aumento na produtividade e rentabilidade das culturas. Desse modo, existem tipos diferentes de adubação (orgânica e mineral) que têm a função de influenciar nas características agrônômicas das cultivares e modificar as propriedades químicas do solo (LIMA et al., 2007).

2.9 Geração e utilização da cama de aviário na agricultura

O Brasil é o segundo maior produtor de aves de corte do mundo, ficando atrás somente dos Estados Unidos. É uma das atividades que mais vem crescendo no país. Seu principal subproduto é a cama, composta normalmente por materiais de baixo custo e abundância na região com os dejetos dos animais, podendo ser (re)utilizada para a redução dos custos de produção e da poluição ambiental (COSTA, 2012).

Diante dessa atividade de produção intensiva de frangos, há também a produção dos resíduos na avicultura, que devem ser aproveitados ou tratados de forma correta para não ocasionar impactos ambientais. Terzich et al. (2000) destacam que a produção de frangos gera um grande volume de resíduos na forma de esterco, efluentes, dejeções, penas de galináceos, restos de rações, material orgânico em geral, absorvente da umidade usado sobre o piso do galpão (maravalha, palhas, cascas), entre outros. Todos esses elementos possuem significativas concentrações de nutrientes como o nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e zinco e uma alta carga de bactérias.

Os frangos exportados do Brasil no ano de 2016 totalizaram 4.399.979.661 kg ultrapassando cerca de 1,82 % o exportado em 2015, que foi de 4.321.444.234 kg. O Paraná neste mesmo período se manteve como o principal estado brasileiro exportador de carne de frango com 1.488.228.226 kg no ano de 2015 e no ano seguinte com aumento de 4,32 %, totalizando 1.552.555.829 kg (SINDIAVIPAR, 2017). Dessa maneira, considerando-se uma produção de 1,3 kg de cama por ave por ciclo é possível estimar uma elevada produção no Brasil (BELLAYER; PALHARES, 2003). Diante desses dados, a cama de aviário é relevante como fertilizante por apresentar características físico-químicas adequadas para uso agrícola (PREUSCH et al., 2002).

Para Gewehr et al. (2010), as características para uma excelente cama de aviário é apresentar tamanho médio do material picado, capacidade de absorção de umidade sem empastar, ter fácil liberação de ar da umidade absorvida, possuir capacidade amortecimento mesmo com elevada densidade, bem como possuir um baixo custo.

A cama de aviário pode conter características diferentes conforme a quantidade de lotes de frangos e a sua forma de disposição e acumulação. Por isso, segundo Bratti (2013), para uma correta adubação com utilização da cama aviária é necessário considerar a exigência da cultura, assim como a velocidade de decomposição e liberação de nutrientes da cama. É preciso também levar em consideração as significativas perdas de nitrogênio caso exista desequilíbrio na relação carbono/nitrogênio do material que, na maioria das vezes, é perdida por volatilização, na forma de amônia (ORRICO JÚNIOR; ORRICO; LUCAS JÚNIOR, 2009).

Roppa et al. (2012) observaram, ao buscar determinar os níveis de nitrogênio, fósforo e potássio na cama de aviário sob maravalha em diferentes lotes de ocupação, o aumento do teor de fósforo e potássio, relacionado com a elevação do número de lotes de frango e a diminuição do teor de nitrogênio a partir do sexto lote de aves (Tabela 1).

Tabela 1. Quantidade de N, P e K em cama de aviário sob maravalha em relação aos lotes de ocupação.

Lotes de ocupação	Teor de nutrientes (g/kg)		
	N	P	K
3	12,29	13,75	29,31
6	12,20	16,62	32,77
12	11,78	18,75	36,32

Fonte: Roppa et al. (2012).

Ávila et al. (2007) afirmam o valor agrônomo da cama de aviário para adubação de culturas e que a reutilização da cama de frango por até seis lotes melhora o seu valor como fertilizante. Logo, o aproveitamento deste como adubo orgânico deve ser de acordo com o princípio do balanço de nutrientes, ou seja, ser compatível simultaneamente com a fertilidade do solo, a exigência da cultura e com a composição química (teores de nutrientes) da cama de aviário.

2.10 Geração e utilização dos dejetos líquidos de suínos (DLS) na agricultura

O aumento da criação de suínos acarretou um problema ambiental, pois trouxe grandes quantidades de dejetos com alto potencial poluente. Para isso, com o intuito de mitigar esse problema, uma das soluções viáveis é a utilização desses dejetos como fertilizante orgânico (MIYAZAWA; BARBOSA, 2015).

Para Silva, França e Oyamada (2015), os dejetos líquidos de suínos podem conter grande variabilidade na quantidade de componentes, pois as variáveis como a quantidade de água, nutrientes e o sistema de manejo adotado influenciam na sua composição. Outra questão que interfere na quantidade de DLS é o peso do animal, o sexo, raça, além da dieta e a digestibilidade do organismo e conteúdo de fibra e proteína da dieta. Em geral, o esterco líquido dos suínos apresenta baixos teores de matéria seca. Nessa matéria orgânica há a presença de nutrientes como o nitrogênio, potássio, fósforo, cálcio, sódio, magnésio, manganês, ferro, zinco e cobre e outros elementos incluídos nas dietas dos animais (DIESEL; MIRANDA; PERDOMO, 2002).

Assim, conforme Konzen (2003), para a utilização de DLS se faz necessário o conhecimento do seu volume e também da composição pelos diversos sistemas ou núcleos de produção. O ciclo completo da criação de suínos origina cerca de 140 a 170 L/dia por fêmea no plantel. A estimativa de criação é de 1,14 a 1,30 t/ano por

suíno de 25 a 110 kg, respectivamente. Scherer, Aita e Baldissera (1996) demonstraram que a utilização de esterco como fertilizante na propriedade costuma ser economicamente viável, desde que apresente no mínimo 5 kg de nutrientes por metro volumétrico e uma densidade mínima de 1012 kg m³.

Os DLS são compostos de fezes, urina, restos de ração e água de lavagem das instalações. Os teores de nutrientes na massa seca variam muito, mas evidenciam a média de 3 % de nitrogênio, 4 % de fosfato (P₂O₅) e 4 % de potássio (K₂O). Em razão disso, o DLS é muito utilizado para fins agrícolas, trazendo vantagens ao produtor rural como a redução de fertilizantes minerais, diminuindo os custos de produção e também a poluição ambiental (MIYAZAWA; BARBOSA, 2015).

Souza et al. (2013) salientam que existe variação na composição dos DSL e um dos motivos está relacionado com aos aspectos construtivos das granjas e dos sistemas de armazenamento/tratamento dos efluentes, o que pode ser verificado em seu trabalho comparando quatro granjas de terminação de suínos com relação a matéria seca (MS), resíduo mineral (RM), matéria orgânica (MO), fósforo e nitrogênio (Tabela 2).

Tabela 2. Produção média de efluente em quatro granjas de suínos e teores médios de matéria seca (MS), resíduo mineral (RM), matéria orgânica (MO), fósforo (P) e nitrogênio (N) no efluente.

Granja	Efluentes (L/suíno/dia)	Teores médios (%)				
		MS	MO	RM	P	N
A	6,67	6,22	3,55	2,67	0,28	0,32
B	5,22	7,93	4,81	3,12	0,36	0,63
C	8,65	4,75	3,06	1,68	0,20	0,19
D	14,23	2,88	1,77	1,11	0,08	0,07

Fonte: Adaptado de Souza et al. (2013).

As condições construtivas da granja B favoreceram maior concentração de matéria seca, o que caracteriza seu maior valor fertilizante, consequência da menor diluição com água da chuva e de desperdício. Já a granja D apresentou elevada geração de efluente por suíno, o que dilui significativamente o dejetos, aumentando o volume armazenado e diminuindo sua qualidade como fertilizante. Nesses casos, pode-se verificar a relação direta entre a densidade e a concentração de nutrientes.

Sabendo da relação direta entre o teor de massa seca de DLS e a densidade do efluente, e que poderiam ser realizadas estimativas dos nutrientes N, P e K a partir da matéria seca, Miranda, Zardo e Gosmann (1999) substituíram a

utilização do balão volumétrico anteriormente utilizado nas análises, pelo densímetro de vidro. Isso diminuiu o número de amostras necessárias. Posteriormente, Miyazawa e Barbosa (2015) adaptaram este para o hidrômetro de Bouyoucos, o que facilita as análises e também sua interpretação. Logo, a partir de médias de diversos experimentos de valores encontrados de massa seca pela escala de Bouyoucos, estimaram a quantidade de N total, P_2O_5 e K_2O (Tabela 3).

Tabela 3. Estimativa da quantidade de N total, P_2O_5 e K_2O na massa seca do DLS determinada pela escala de Bouyoucos.

Bouyoucos	N total	P_2O_5	K_2O	Bouyoucos	N total	P_2O_5	K_2O
	(kg/m ³)				(kg/m ³)		
4,00	0,27	0,18	0,18	30,00	2,50	1,91	1,02
5,00	0,35	0,24	0,21	31,00	2,59	1,98	1,05
6,00	0,44	0,31	0,24	32,00	2,67	2,05	1,08
7,00	0,52	0,38	0,28	33,00	2,76	2,11	1,12
8,00	0,61	0,44	0,31	34,00	2,85	2,18	1,15
9,00	0,70	0,51	0,34	35,00	2,93	2,25	1,18
10,00	0,78	0,58	0,37	36,00	3,02	2,31	1,21
11,00	0,87	0,64	0,41	37,00	3,10	2,38	1,25
12,00	0,95	0,71	0,44	38,00	3,19	2,45	1,28
13,00	1,04	0,78	0,47	39,00	3,28	2,51	1,31
14,00	1,13	0,84	0,50	40,00	3,36	2,58	1,34
15,00	1,21	0,91	0,54	41,00	3,45	2,65	1,38
16,00	1,30	0,98	0,57	42,00	3,53	2,71	1,41
17,00	1,38	1,04	0,60	43,00	3,62	2,78	1,44
18,00	1,47	1,11	0,63	44,00	3,71	2,85	1,47
19,00	1,56	1,18	0,66	45,00	3,79	2,92	1,50
20,00	1,64	1,25	0,70	46,00	3,88	2,98	1,54
21,00	1,73	1,31	0,73	47,00	3,96	3,05	1,57
22,00	1,81	1,38	0,76	48,00	4,05	3,12	1,60
23,00	1,90	1,45	0,79	49,00	4,14	3,18	1,63
24,00	1,99	1,51	0,83	50,00	4,22	3,25	1,67
25,00	2,07	1,58	0,86	51,00	4,31	3,32	1,70
26,00	2,16	1,65	0,89	52,00	4,39	3,38	1,73
27,00	2,24	1,71	0,92	53,00	4,48	3,45	1,76
28,00	2,33	1,78	0,96	54,00	4,57	3,52	1,80
29,00	2,42	1,85	0,99	55,00	4,65	3,58	1,83

Fonte: Miyazawa e Barbosa (2015)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

A área experimental está localizada na Estação do Instituto Agrônomo do Paraná, no município de Santa Tereza do Oeste - PR, entre as coordenadas 25° 04' 57,22" de latitude sul e 53° 35' 03,33" de longitude oeste e altitude média de 757 m. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, de textura argilosa a muito argilosa (EMBRAPA, 2013).

3.2. Histórico da área

O estudo foi conduzido entre os anos de 2011 e 2016 com sistemas de plantio direto. A sequência dos cultivos nesse período encontra-se na Tabela 4.

No inverno de 2011, foi semeada aveia preta IAPAR 61 para formação de palhada em todas as parcelas. Quando estava em pleno florescimento, ela foi dessecada para aplicação dos tratamentos e semeadura da cultura da soja.

Tabela 4. Sequência de cultivos realizados no experimento de 2011 a 2016.

Safra	Cultura	Cultivar	Semeadura	Colheita
2011/2012 (V)	Soja	BMX Potência	03/11/2011	01/03/2012
2012 (I)	Aveia branca	URS Guria	15/05/2012	20/09/2012
2012/2013 (V)	Milho	P30F53 HX	22/11/2012	16/04/2013
2013 (I)	Aveia preta	IAPAR 61	04/05/2013	18/09/2013
2013/2014 (V)	Soja	BMX Apolo	18/10/2013	28/02/2014
2014 (I)	Trigo	CD 150	16/05/2014	22/09/2014
2014/2015 (V)	Feijão	IPR Tangará	06/11/2014	27/01/2015
2015 (I)	Crambe	FMT Brilhante	06/05/2015	31/08/2015
2015/2016 (V)	Milho	2A 401 PW	14/10/2015	07/03/2016

V = verão; I = inverno

Em 2011, antes da implantação da aveia preta, foram retiradas amostras de solo, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-40 cm, sendo encaminhadas para análise química, cujos resultados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Análise química inicial do solo da área em que o experimento foi instalado, coletada em 2011.

Prof.	pH	C	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	M
Cm	CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	----- cmol _c /dm ³ -----			----- % -----			
0-10	5,3	29,18	19,50	0,31	5,92	3,37	0	6,68	59	0
10-20	5,1	24,77	7,50	0,27	5,61	2,34	0	7,75	46	0
20-40	5,0	24,06	2,00	0,24	4,09	1,36	0	7,01	45	0

Extratores: P, K - Mehlich-1; Ca, Mg, Al - KCl 1 mol L⁻¹; H+Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L - pH 7,0.

3.3. Aplicação dos tratamentos

Todos os tratamentos foram realizados no dia da semeadura das culturas. Os dejetos líquidos de suínos foram mobilizados com auxílio de um tanque de sucção. A cama de aviário foi aplicada manualmente. Nas parcelas do tratamento, em que foi avaliado o adubo mineral, ele foi usado no sulco de semeadura.

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos avaliados foram três doses de cama de aviário, três de dejetos líquidos de suínos e testemunha, com adubação mineral. O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com três repetições.

As unidades experimentais foram compostas de 12 linhas, de 5 m de comprimento, espaçadas por 34 cm, totalizando 50 m². A área útil colhida foi formada pelas seis linhas centrais, descartando-se 2,5 m das extremidades, totalizando 11,22 m².

As camas de aviário foram adquiridas em uma propriedade da região de Lindoeste - PR e retiradas após a criação de oito lotes de frangos, sendo aplicadas no solo, sendo os teores médios de nutrientes apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Teores médios de nutrientes nas camas de aviário utilizadas no experimento (79-85 % de massa seca)

Determinação	%
N total	2,20
P ₂ O ₅ total	1,92
P ₂ O ₅ solúvel em (CNA+água)	1,91
P ₂ O ₅ solúvel em H ₂ O	1,01
K ₂ O	2,50
Ca	4,20
Mg	0,60
Na	0,52
Cu	0,01
Fe	0,68
Mn	0,03
Zn	0,02
B	0,04
S	0,90

Os dejetos líquidos de suínos utilizados foram obtidos de um biodigestor da Cooperativa Agroindustrial Cascavel (Coopavel). Apresentavam uma densidade média de 15, na escala do densímetro de Bouyoucos, o que corresponde, em kg/m³, a 1,21 de N total, 0,91 de P₂O₅ e 0,54 de K₂O, conforme metodologia proposta por Miyazawa e Barbosa (2015).

As doses de adubações com dejetos animais e da adubação mineral usadas com cada cultura podem ser verificadas na Tabela 7.

A doses 1 dos dejetos animais (cama de aviário e DLS) a serem aplicadas eram baseadas na quantidade de P₂O₅ e N (semeadura + cobertura) fornecidas por meio da adubação mineral. A cultura da soja era baseada na quantidade de P₂O₅ e para as outras culturas na quantidade de N. Assim, estabelecidas as doses 1, a 2 e a 3 eram o dobro e o triplo, respectivamente.

Tabela 7. Dose de adubação animal e mineral para cada cultura/safra.

Safra Ano	Cultura	DLS			CA			Mineral kg/ha de NPK + kg/ha de N
		D1	D2	D3	D1	D2	D3	
		m ³ /ha			t/há			
11/12	S	48	96	144	1,2	2,4	3,6	100 (04-30-10)
12	AB	26,4	52,8	79,2	4,8	9,6	14,4	300 (08-28-16) + 56 N
12/13	M	26,4	52,8	79,2	4,8	9,6	14,4	300 (08-28-16) + 56 N
13	AP	36,6	73,2	109,8	3,2	6,4	9,6	300 (08-28-16) + 56 N
13/14	S	48	96	144	1,2	2,4	3,6	300 (04-30-10)
14	T	36,6	73,2	109,8	3,2	6,4	9,6	300 (08-28-16) + 65 N
14/15	F	7	14	21	3,3	6,6	9,9	215 (08-28-16) + 45
15	C	-	-	-	-	-	-	-
15/16	M	53	106	159	3,6	7,2	10,8	350 (04-20-30) + 60 N

S = soja; AB = aveia branca; M = milho; AP = aveia preta; T = trigo; F = feijão; C = crambe; D1 = dose 1; D2 = dose 2 e D3 = dose 3.

Os tratos culturais, como controle de plantas invasoras, pragas e doenças, foram realizados de acordo com as necessidades de cada cultura, utilizando-se defensivos indicados.

A adubação nitrogenada de cobertura foi aplicada manualmente uma única vez, à lanço, utilizando-se a ureia (45 % N), sem incorporação, quando as plantas de milho, feijão e trigo apresentavam cinco folhas, primeiro trifólio e três folhas completamente desenvolvidas, respectivamente.

3.5 Avaliação da produtividade de grãos de cada safra

Na colheita do feijão, aveias, crambe, trigo e da soja foi utilizada colhedora automotriz de precisão desenvolvida para unidades experimentais, da marca Wintersteiger Seed Mech[®], modelo Nursery Master Elite[®]. Na cultura do milho, a colheita das espigas foi manual, com posterior debulha dos grãos.

Para determinar a produtividade, a área útil de colheita foi formada pelas linhas centrais, descartando-se 2,5 m das extremidades, totalizando 11,22 m² de área colhida.

Os grãos colhidos foram encaminhados ao laboratório para beneficiamento, pesagem e determinação da umidade. Posteriormente, foi calculada a produtividade (kg/ha) corrigindo a 13 % de umidade, conforme as Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 1992).

3.6 Avaliação da produtividade acumulada de grãos

Foram somadas às produtividades de grãos (kg/ha a 13 % de umidade) de cada safra (soja + aveia branca + milho + aveia preta + soja + trigo + feijão + cramebe + milho).

3.7 Teores de fósforo e potássio no solo

Após a colheita do milho da safra de verão de 2016, foram coletadas amostras de solo, em cada parcela, na profundidade de 0-10, 10-20 e 20-40 cm. Foram coletadas seis subamostras em cada parcela, sendo uma na linha e duas nas entrelinhas com auxílio de trado holandês. Após a coleta, as subamostras foram homogeneizadas e formaram uma amostra de aproximadamente 500 g que foi encaminhada ao laboratório. No laboratório, ela foi destorroada e passada em peneira de malha de 2 mm e colocada para secar ao ar. Em seguida, foram determinados os teores de P e K, utilizando-se o extrator Mehlich-1, conforme metodologia descrita em Pavan et al. (1992).

3.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa Assistat Versão 7.7 beta (SILVA, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teores de fósforo e potássio no solo

Nas três profundidades avaliadas, o teor de fósforo no solo foi maior quando aplicados os dejetos líquidos de suínos em comparação com a cama de aviário. Esta não diferiu estatisticamente da adubação mineral (Tabela 8). Nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm quanto maior a dose dos DLS maior foi o teor de P no solo.

Tabela 8. Teor de fósforo no solo (mg/dm^3) em função de diferentes doses de adubação com cama de aviário, dejetos líquidos de suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférrico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR.

Dejeto	Doses	Profundidade (cm)		
		0-10	10-20	20-40
Suínos	1	55,3 c	30,6 c	6,8 a
	2	75,5 b	43,7 b	8,5 a
	3	111,4 a	70,3 a	9,6 a
Aves	1	24,4 d	10,1 d	1,9 b
	2	23,8 d	11,5 d	2,3 b
	3	26,0 d	12,2 d	2,8 b
Mineral	-	22,6 d	10,2 d	2,1 b
CV (%)		12,7	8,6	9,7

No tocante à análise inicial do solo e a posterior adubação com DLS, as camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm de solo foram elevadas em até 571, 937 e 480 % o teor de P. E o aumento de P a partir da cama de aviário aplicada no solo para as mesmas profundidades foram de até 133, 162 e 140 %, respectivamente.

Os resultados demonstraram menor teor de P no solo quando utilizada a cama de aviário como adubo, sendo em média cerca de 76,70 % inferior que o valor obtido com DLS para a profundidade de 0-10 cm, 82,71 % menor na profundidade de 10-20 cm e 70,83 % menor na profundidade de 20-40 cm. Apesar disso, com relação à análise inicial do solo, o teor de P no solo com aplicação de cama de aviário se elevou em média 1,32 %.

Foi estatisticamente semelhante o teor de P no solo da adubação com cama de aviário e com adubação mineral. O mesmo foi identificado no trabalho de Santos et al. (2014) em que não foram constatadas diferenças estatísticas nos teores de fósforo, na substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango em nenhuma das camadas do solo avaliadas. Contudo, diferentemente do que foi encontrado por Amaral Filho (2017), ao ressaltar que o estoque de P no solo pela cama de aviário foi 1,84 vezes maior que o fósforo deixado pela adubação mineral.

O incremento no teor de P no solo foi crescente acerca das doses de DLS em todas as profundidades analisadas, apesar de não haver diferença estatística na camada de 20-40 cm de solo. Neste sentido, Ceretta et al. (2003) afirmam que o uso de DLS representa a adição de grande quantidade de nutrientes ao solo, assim como eleva principalmente os teores de P. Encontrou-se ainda que a concentração de P foi decrescente, conforme o aumento da profundidade, explanado pelo mesmo autor, este fato pode por conta da baixa mobilidade de P no solo.

Maggi et al. (2011) notaram em sua pesquisa sobre lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura que a percolação de fósforo no perfil do solo após a aplicação de DLS é pequena. Assim, os resultados encontrados na pesquisa proposta, os quais revelam grandes concentrações de P no solo são possíveis reflexos de uma grande sequência de cultivos e aplicações de DLS aliadas com a alta fertilidade inicial do solo em questão.

Com relação aos teores de potássio, a sua presença no solo foi estatisticamente similar para os tratamentos com DLS e o mineral para todas as profundidades (Tabela 9). E os maiores teores de K no solo foram para os tratamentos com cama de aviário, assim como Andreola et al. (2000) quando estudaram a associação de culturas de inverno em adubação com esterco de aves e minerais, isto é, ao notar que o uso do adubo orgânico proporcionou maior acúmulo de potássio no solo.

As adubações com dejetos animais demonstraram maior concentração do nutriente K na camada mais superficial do solo (0-10 cm). E o aumento da dose dos dejetos acarretou maior teor do nutriente no solo. Com isso, o teor máximo de K no solo foi obtido pela adubação com cama de aviário, sendo $0,60 \text{ cmol/dm}^3$, que corresponde a elevação de 194 % do teor inicial.

Tabela 9. Teor de potássio no solo ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$) em função de diferentes doses de adubação com cama de aviário, dejetos líquidos de suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR.

Dejeto	Doses	Profundidade (cm)		
		0-10	10-20	20-40
Suínos	1	0,31 c	0,27 b	0,22 b
	2	0,33 c	0,30 b	0,24 b
	3	0,36 c	0,31 b	0,25 b
Aves	1	0,43 bc	0,35 b	0,25 b
	2	0,50 b	0,42 ab	0,36 a
	3	0,60 a	0,49 a	0,41 a
Mineral	-	0,34 c	0,30 b	0,23 b
CV (%)		9,5	8,3	6,8

Apesar de neste estudo o teor de K ser praticamente constante desde a condição inicial do solo até o final do experimento para as parcelas com adubação de DLS, Lourenzi et al. (2016), analisando os atributos químicos de um Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de DLS, afirmam o aumento do teor de P e K, principalmente nas camadas superficiais de solo. Outros trabalhos como o de Lourenzi et al. (2016), Silva et al. (2011) e Scherer, Nesi e Massotti (2010) também indicam o aumento do teor de P e K nas camadas superficiais do solo adubado com efluente suíno. Dessa forma, os resultados indicam a necessidade de planejamento e monitoramento do uso dessa fonte de nutrientes para as plantas, em especial no perfil do solo para assegurar a sustentabilidade agrícola e ambiental do sistema de produção (SILVA et al., 2011).

Para Santos et al. (2014), a utilização de cama de aviário altera as propriedades físicas e químicas do solo, elevando os teores de matéria orgânica, porém reduz o K. Todavia, neste trabalho notam-se maiores teores de K nas parcelas adubadas com dejetos de aves do que naquelas com adubação com DLS e o mineral. Silva e Lazarini (2014) explicitam que isso acontece porque, diferentemente do fósforo, o potássio perde-se facilmente por lixiviação. Com isso, a aplicação total desse nutriente de forma antecipada, dependendo do tipo de solo, pode não ter o aproveitamento esperado. Neste estudo, o tipo de solo, de textura mais argilosa, propicia maior fixação de P e menores perdas de K por lixiviação do

que em solos de textura mais arenosa, o que se torna uma vantagem em termos de manejo da fertilização, conforme a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (SBCS, 2018).

A adição de cama de aviário no solo influencia pouco nos teores de micronutrientes, mas com relação aos macronutrientes como P e K o incremento chegou até 489 % e 424 %, respectivamente, no experimento de Amaral Filho (2017). Abdala (2008) afirma que a cama de aviário proporcionou ao solo incrementos nos teores de P e K equivalentes às aplicações de 125 kg/ha de P_2O_5 e a 190 kg/ha de K_2O em relação a adubação mineral. Por isso, tais estoques de nutrientes devem ser considerados com o objetivo de diminuir a concentração das adubações seguintes, bem como o produtor pode se beneficiar com o efeito residual da cama de aviário e economizar.

Já com relação a aplicação de DLS no solo, o principal manejo seria com o escoamento superficial, tanto pelo volume adicionado, quanto pela ocorrência de precipitações em solos com baixa permeabilidade e com pouca cobertura, podendo ser perdidos nutrientes fundamentais do efluente por meio do escoamento (CERETTA et al., 2005).

4.2. Produtividade de grãos

A produtividade de grãos com a adubação de dejetos de aves e suínos se equivaleram, neste experimento, com a adubação mineral, nas culturas da aveia branca e preta, milho (2013 e 2016), soja (safra 2014), feijão e crambe. Ou seja, as três fontes de adubação utilizadas nestas safras foram eficazes em proporcionar os nutrientes necessários às culturas, obtendo significativa produção de grãos (Tabela 10).

Na safra de soja/2012 e trigo, constatou-se uma diferença estatística na produtividade, com variação da produção com relação ao tipo de adubação e suas doses. Os menores rendimentos de grãos para a soja/2012 foram para os tratamentos de adubação com as menores doses de cama de aviário e de DLS, sendo que as outras doses dos dejetos animais se equivaleram a adubação mineral. Para a cultura do trigo, as maiores produções de grãos foram referentes a adubação com DLS nas três doses experimentais avaliadas e as doses de cama de aviário se sobressaíram com relação a adubação mineral (Tabela 10).

Tabela 100. Produtividade de grãos de soja, aveia branca, milho, aveia preta, trigo, feijão e crambe (t/ha) em função de doses de dejetos animais de aves e suínos e adubação mineral em um Latossolo Vermelho Distroférico típico no Oeste do Paraná de 2012 a 2016.

Cultura/ safra	Dejetos líquidos de suínos			Cama de aviário			Mineral	CV %	Teste F
	Dose 1	Dose 2	Dose 3	Dose 1	Dose 2	Dose 3			
Soja 2012	3,08 b	3,33 a	3,40 a	2,99 b	3,35 a	3,49 a	3,44 a	3,04	6,31
Aveia B 2012	1,58 a	1,54 a	1,78 a	1,51 a	1,65 a	1,70 a	1,72 a	15,10	0,53
Milho 2013	10,87 a	12,04 a	11,20 a	10,41 a	10,99 a	11,86 a	10,76 a	6,16	2,24
Aveia P 2013	1,51 a	1,65 a	1,70 a	1,58 a	1,54 a	1,78 a	1,72 a	15,01	0,52
Soja 2014	4,87 a	4,98 a	5,02 a	4,90 a	4,68 a	4,73 a	4,82 a	5,61	0,64
Trigo 2014	5,23 a	5,50 a	5,41 a	4,07 c	4,50 b	4,48 b	3,61 c	5,86	20,60
Feijão 2015	2,67 a	2,91 a	2,51 a	2,59 a	2,49 a	2,50 a	2,55 a	7,99	1,41
Crambe 2015	0,86 a	0,85 a	0,89 a	0,79 a	0,97 a	0,80 a	0,85 a	10,04	0,66
Milho 2016	11,26 a	11,06 a	10,67 a	10,78 a	11,63 a	11,41 a	10,83 a	3,06	2,82
Acumulada	41,93 a	43,87 a	42,59 a	39,63 b	41,80 a	42,77 a	40,30 b	2,46	7,03

Os acumulados de grãos produzidos sob adubação com as três doses de DLS foram estatisticamente superiores a menor dose de cama de aviário e também a adubação mineral. Isso constata que o fornecimento dos nutrientes na forma de DLS acarretou maiores produtividades ao longo dos nove ciclos das culturas, superando até mesmo a adubação mineral. Sendo assim, se disponíveis, os resíduos animais tornam-se uma alternativa de menor custo para aumentar a produtividade das culturas na região.

Os menores coeficientes de variação (CV) foram para o somatório dos acumulados de grãos (2,46 %), seguido das culturas de maiores produtividades soja/2012 (3,04 %), milho/2016 (3,06 %), soja/2014 (5,61 %), trigo/2014 (5,86 %) e milho/2013 (6,16 %), demonstrando uma produtividade de grãos mais homogênea. Já os maiores CV foram obtidos para as culturas de menores produtividades, demonstrando heterogeneidade para os tipos de adubações nas culturas da aveia branca (15,10 %), aveia preta (15,01 %) e crambe (10,04 %).

De forma geral, no experimento, foram obtidas médias de produtividade superiores à média nacional que, segundo Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), na safra 2017/2018 foi de 3,39 t/ha para a cultura da soja, 4,85 t/ha para o milho, 2,22 t/ha para o trigo e 0,98 t/ha para o feijão. A cultura da aveia não

ultrapassou a média brasileira (1,86 t/ha) e o crambe ainda não se tem dados suficientes para tal informação, visto que é uma cultura relativamente nova no país, mas trabalhos como o de Rezende, Marques e Masetto (2015) alcançaram médias de 0,9 t/ha em Dourados - MS.

A adubação com dejetos animais e a adubação mineral aumentaram significativamente a produtividade de grãos do experimento quando considerada com a média nacional da Conab, sendo superior ao dobro a produção de grãos de milho e soja/2014 e quase o triplo para o feijão.

Com referência ao cultivo da soja/2012, houve um crescimento de rendimento de grãos conforme aumento das doses de dejetos animais, tanto de aves, quanto de suínos sendo estes valores estatisticamente semelhantes à produção com adubação mineral. No trabalho de Konzem (2006), a análise da produtividade da soja com aplicação de DLS em comparação ao adubo mineral também foi equivalente em todas as doses de aplicação. Felini e Bono (2011) verificaram, ao avaliar a produtividade de soja no Estado de Mato Grosso do Sul, o aumento da produtividade de soja com a aplicação de até 8 t/ha de cama de aviário associada à adubação mineral. Já os resultados obtidos com a utilização de cama de peru e adubação mineral, no trabalho de Dias e Pohlmann (2012), demonstraram que a produtividade de grãos de soja não apresentou diferenças estatísticas entre si, diferindo apenas da testemunha, sem adição de nenhum adubo, o que demonstra a eficácia do adubo orgânico animal também em outros trabalhos.

A cultura do milho na safra 2013 e 2016 obteve produtividade estatisticamente igual para todos os tratamentos, assim como Seidel et al. (2010) relatam a igualdade estatística na produção de grãos sob solo adubado com dejetos suínos em comparação com a adubação mineral. Moraes et al. (2014) afirmam que a adubação mineral na cultura do milho pode ser substituída por doses de DLS a partir de 50 m³/ha sem que haja prejuízos dos componentes de rendimento e não ocorrendo incremento significativo na produtividade de grãos a partir desta dose. Pinto et al. (2014) expõem que a resposta do milho, para a dose de 80 m³/ha de DLS mostrou-se igual à da adubação mineral recomendada para a cultura. Do mesmo modo, a produtividade de milho com doses de 100 e 200 m³/ha de efluente de suínos em plantio direto foi semelhante à das doses menores, com a agravante ainda de oferecer riscos ao meio ambiente, tal como evidenciado por Konzem (2006). Já com relação à adubação do solo com cama de aviário, Goulart et al.

(2015) afirmam que a produtividade do milho também não diferiu da obtida com adubação mineral. Amaral Filho (2017) observou que a dose de 27,3 t/ha de cama de aviário foi suficiente para proporcionar produtividades maiores que a média nacional, assim como neste experimento.

A cultura do trigo foi a mais influenciada pelos tipos de adubações e suas doses, acarretando as maiores produtividades nas parcelas com adubação com DLS, seguida pelas doses 2 e 3 de cama de aviário e, por fim, com menor rentabilidade de grãos, a dose 1 de cama de aviário e a adubação mineral. Demari et al. (2016) afirmam, em seu trabalho visando a substituição parcial ou total do N mineral, que a adubação nitrogenada com o uso de cama de aves associada a ureia incrementa o rendimento de grãos sendo uma alternativa para a substituição parcial do nitrogênio para o trigo. Já no estudo de Figueroa, Escosteguy e Wiethölter (2012), a aplicação de 2,8 t/ha de esterco de aves poedeiras foi suficiente para suprir N à cultura do trigo proporcionando rendimento de grãos semelhante ao obtido com a aplicação de ureia, e em doses maiores que estas reduziram o rendimento de grãos. Com relação a adubação do trigo com DLS, Castamann (2005) verificou o aumento no rendimento de grãos com doses até 31,3 m³/há. No entanto, quando superior a tal dose, ocorreu o decréscimo de produtividade independente de que os dejetos tenham sido aplicados na superfície do solo ou no sulco de semeadura. Já para Schirrmann et al. (2013), a aplicação de DLS em seus estudos sobre dosagem única ou parcelada do efluente correlacionando com o acúmulo de N e a produtividade de trigo, proporcionou resultados similares aos observados com a adubação mineral recomendada à cultura.

Com referência ao feijoeiro, não houve diferença estatística na produtividade com relação a adubação neste estudo. Magalhães et al. (2017) concluíram, analisando a produtividade da cultura sob doses de cama de aviário, que o esterco de galinha supre os nutrientes essenciais e aumenta a produtividade de vagens, de 7,2 (sem adubação), para 16,3 t/ha (adubação com 40 t/ha de esterco de galinha). Guareschi et al. (2013) afirmam, na pesquisa da viabilidade da utilização de cama de frango e esterco bovino em substituição à adubação mineral, que os dois dejetos de animais são alternativas viáveis, pois proporcionam produtividade de grãos de feijão semelhante à adubação mineral. Lourenzi et al. (2014) relataram, ao avaliar os dejetos suínos como fonte de adubação de diversas culturas, que a produtividade de

grãos do feijoeiro aumenta até 20 m³/ha/ano de DLS, assim como esta dose deve ser considerada pela cultura a ser estabelecida.

Com referência à cultura da aveia branca e aveia preta, não houve diferença estatística na produtividade de grãos sob os diferentes tipos de adubações. Ferri e Jorge (2015) avaliaram, do mesmo modo, a viabilidade do uso de efluentes suínos e outros efluentes distintos para irrigação de um cultivo consorciado de aveia preta e aveia ucraniana, evidenciando que as produtividades não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Bratti (2013) estudando a produtividade de aveia, afirma que esta foi maior sob cama de frango de corte do que sob cama de aviário de matrizes, superando ainda a produção de forragem obtida com adubação mineral nas doses acima de 6,5 t/ha de cama e com máxima produção na dose de 13 t/ha de cama. Ademais, Santos et al. (2014) afirmam que a aplicação de cama de aviário na cultura da aveia favorece o aumento da produção de massa seca e o teor e acúmulo de N, sendo recomendadas doses superiores a 7,5 t/ha, nas condições estudadas de Latossolo Vermelho eutroférico na região de Marechal Cândido Rondon.

Não foram identificadas também diferenças estatísticas na rentabilidade de grãos do crambe, quanto à adubação animal ou mineral. Frediani e Fernandes (2012) também não encontraram diferença estatística na produtividade ao realizar a aplicação da cama de aviário sobreposta na cultura do crambe. Louzada (2015) encontrou rendimentos similares de grãos sob adubação com lodo de esgoto em comparação a adubação mineral. Dessa forma, Pereira (2017) afirma que o rendimento de grãos de crambe não sofre influência com o emprego de dejetos de animais desde que possua o fornecimento adequado de nutrientes. Kimoto (1993) aponta que as brássicas, como o crambe, respondem positivamente à adubação orgânica, permitindo a substituição dos adubos minerais com resultados satisfatórios.

5. CONCLUSÕES

A adubação do solo com DLS favoreceu os teores de P em comparação com a cama de aviário. Esta, por sua vez, não diferiu estatisticamente da adubação mineral.

A adubação do solo com cama de aviário favoreceu os teores de K em comparação com os DLS e, por conseguinte, não diferiu estatisticamente da adubação mineral.

A produtividade de grãos para as três formas de adubação do solo não foi diferenciada estatisticamente para as culturas de aveia, milho, feijão e crambe.

A cultura do trigo obtém maiores rendimentos de grãos com a adubação de dejetos suínos.

A produtividade acumulada dos grãos das nove safras foi maior para as culturas adubadas com DLS.

6. REFERÊNCIAS

ABDALA, D. B. **Produtividade de milho e potencial de perdas de fósforo em Argissolo fertilizado com cama de frango**. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 25 p. 2008.

AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Nitrato no solo com a aplicação de dejetos líquido de suínos no milho em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 32, p. 2101-2111, 2008.

AMARAL FILHO, J. **Produtividade do milho e estoque potencial de nutrientes em solo adubado com camas de aviário e fertilizantes minerais**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Agrônômica). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 31 p. 2017.

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

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

ANDA - ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS; **Estatísticas – Principais indicadores do setor de fertilizantes**, 2017. Disponível em: <<http://www.anda.org.br/>>. Acesso em: 3 fev. 2018.

AVILA, V. S.; ABREU, V. M. N.; FIGUEIREDO, E. A. P.; OLIVEIRA, U.; BRUM, P. A.. Valor agrônômico da cama de frango após reutilização por vários lotes consecutivos. Concórdia: **Embrapa Suínos e Aves**, 2007. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado técnico, 46).

BARRACLOUGH, P. B.; HOWARTH, J. R.; JONES, J.; LOPEZ-BELLIDO, R.; PARMAR, S.; SHEPHERD, C. E.; HAWKESFORD, M. J. Nitrogen efficiency of wheat: Genotypic and environment variation and prospects for improvement. **European Journal of Agronomy**, v. 33, n. 1, p. 1-11, 2010.

BARROS, J. F.; CALADO, J. G. **A cultura do milho**. Universidade de Évora. 2014. Disponível em: <<https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10804/1/Sebentamilho.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2018.

BELLAVER, C.; PALHARES, J. C. Uma visão sustentável sobre a utilização da cama de aviário. **Avicultura Industrial**, n. 6, p. 14-18, 2003.

BERRY, P. M.; SPINK, J. H.; GAY, A. P.; CRAIGON, J. A comparison of root and stem lodging risks among winter wheat cultivars. **The Journal of Agricultural Science**, v. 141, n. 02, p. 191-202, 2003.

BISPO, A. S.; DELFINO, L. D.; COSTA, B. J.; SUCHEK, E. M.; ADÃO, D. C.; FONSECA, F. C.; ZAGONEL, G. F.; ADAD, L. B.; MAIA, M.; SILVA, P. R.; VECHIATTO, W. W. D. Caracterização de óleos vegetais extraídos mecanicamente sob condições variadas, visando a produção de biodiesel. In: 4º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel; 7º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel, 2010, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte, MG: TECPAR, 2010.

BLUM LEB; AMARANTE CVT; GÜTTLER G; MACEDO AF; KOTHE D; SIMMLER A; PRADO G; GUIMARÃES L. Produção de moranga e pepino em solo com incorporação de cama aviária e casca de pinus. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 04, p. 627-631, 2003.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. **A cultura**. In: VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Ed.). Feijão. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, p. 13-18. 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 1992. 365p.

BRATTI, F. C. **Uso de cama de aviário como fertilizante orgânico na produção de aveia preta e milho**. Dissertação (Zootecnia). Universidade Federal Tecnológica, Dois Vizinhos, Paraná, 72 p. 2013.

CAPOANE, V.; TIECHER, T.; SHAEFER, G. L.; CIOTTI, L.H.; SANTOS, D.R. Transferência de nitrogênio e fósforo para águas superficiais em uma bacia hidrográfica com agricultura e produção pecuária intensiva no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 45 n. 4, p. 647-650, 2014.

CARVALHO E. R.; REZENDE P. M.; ANDRADE M. J. B.; PASSOS A. M. A.; OLIVEIRA J. A. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agrônômicas da soja e nutrientes no solo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 930-939, 2011.

CASTAMANN, A. **Aplicação de dejetos líquidos de suínos na superfície e no sulco em solo cultivado com trigo**. Dissertação (Mestrado em agronomia). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF. Rio Grande do Sul, p. 132, 2005.

CERETTA, C. A., BASSO, C. J., FLECHA, A. M. T., PAVINATO, P. S., VIEIRA, F. C. B., MAI, M. E. M. Manejo da adubação nitrogenada na sucessão aveia preta/milho, no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 1, 2002.

CERETTA, C. A.; BASSO, C. J.; VIEIRA, F. C. B.; HERBES, M. G.; MOREIRA, I. C. L. e BERWANGER, A. L. Dejeito líquido de suínos: I-Perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. **Ciência Rural**, v. 35, n. 6, p. 1296-1304, 2005.

CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R. & VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos

em pastagem natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 6, p. 729-735, 2003.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Nutrição e adubação do milho**. Brasília, DF: Embrapa/CNPMS, 2009. p 10.

COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE AVEIA. **Indicações técnicas para cultura da aveia**. Guarapuava: Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82 p.

CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 6 safra 2018/19 – n. 8 – Oitavo Levantamento. 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

COSTA, A. M.; BORGES, E. N.; SILVA, A. A.; NOLLA, A.; GUIMARÃES, E. C. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **COMUNICAÇÃO. Ciência & Agrotecnologia**, v. 33, p. 1991-1998, 2009.

COSTA, L. V. C. **Produção de biogás utilizando cama de frango diluída em água e em biofertilizante de dejetos suínos**. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu/SP, p. 75, 2012.

CRUSCIOL, C. A. C.; MORO, E.; LIMA, E. V.; ANDREOTTI, M. Taxas de decomposição e de liberação de macronutrientes da palhada de aveia preta em plantio direto. **Bragantia**, v. 67, p. 481-489, 2008.

DE BONA, F. D.; DE MORI, C.; WIETHÖLTER, S. Manejo nutricional da cultura do trigo. **Embrapa Trigo**, Piracicaba, v. 1, n. 154, p. 1-16, jun. 2016.

DEBIASI, H.; MARTINS, J. D.; MISSIO, E. L. Produtividade de grãos e componentes do rendimento da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) afetados pela densidade e velocidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 37, n. 03, p. 649- 655, 2007.

DEMARI, G. H.; CARVALHO, I. R.; NARDINO, M.; FOLLMANN, D. N.; SOUZA, V. Q.; SOMAVILLA, L.; BASSO, C. J. Cama de aves como alternativa para adubação nitrogenada em trigo. **Cultivando o Saber**, v. 9, n. 02, p. 224 a 242, 2016.

DERPSCH, R.; CALEGARI, A. **Guia de plantas para adubação verde de inverno**. Londrina: IAPAR, 1985. 96p. (IAPAR. Documentos, 9).

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. **Fertilizantes: uma visão global sintética**. Rio de Janeiro, setembro de 2006. BNDES Setorial. p. 138.

DIAS, L. C.; POHLMANN, R. A. C. Rendimento de soja (*Glycine max*) submetido a substituição do adubo químico por cama de peru. **Engenharia Agrônômica**. Mineiros, Goiás, 2012.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. **Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves e Extensão EMATER/RS, n. 14, 2002. Boletim Informativo de Pesquisa.

DUCATI, C. **Integração lavoura pecuária com uso de aveia preta e cornichão no inverno e milho em sucessão**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon, p. 72. 2014.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, 2013. 353 p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologia de produção de soja - região central do Brasil 2012 e 2013**. Londrina: Embrapa Soja. 2011. 261 p.

EMBRAPA. **Árvore do conhecimento: Feijão. Adubação**. 2018. Disponível em: < http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_81_13112_00215104.html>. Acesso em: 02 jun. 2018.

EMBRAPA. EMBRAPA suínos e aves. **Central de inteligência de aves e suínos**. Estatísticas/ mundo / frango de corte. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/mundo>>. Acesso em: 28 jun. 2018.

FAGAN, E. B.; MEDEIROS S. L. P., P. A., MANFRON D. CASAROLI; SIMON J., D. D.; LIER Q. J.; SANTOS, O. S.; MÜLLER E L. Fisiologia da fixação biológica do nitrogênio em soja-revisão. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 1, p. 89-106, 2007.

FALASCA, S. L.; LAMAS, M. C.; CARBALLO, S. M.; ANSCHAU, A. Crambe abyssinica: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **International Journal of Hydrogen Energy**, v. 35, n. 11, p. 5808- 5812, 2010.

FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação. **Perspectivas agrícolas 2015-2024**. 2016. Disponível em: <<http://docente.ifsc.edu.br/odivar.marcos/MaterialDidatico/agroneg%C3%B3cio/Mercados%20Agricolas/FAO%20%20Perspectivas%20Agricolas%202015-2024%20-%20Brasil.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2018.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Especialização. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2001. 182p.

FELINI, F. Z.; BONO, J. A. M. Produtividade de soja e milho, em sistema de plantio com uso de cama de frango na região de Sindrolândia-MS. **Ensaio e Ciência, Ciências Agrárias, Biológicas e de Saúde**, v. 15, n. 05, p. 9-18, 2011.

FERRI, G. A.; JORGE, R. R. **Utilização de água residuária para irrigação de cultivo consorciado de aveia preta e aveia ucraniana**. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC: Fortaleza-CE, 2015.

FIESP – Federação das indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho 2018/19** - 12º levantamento da USDA. Informativo abril de 2019. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/safra-mundial-de-milho-2/attachment/file-20190415194851-boletimmilhoabril2019/>>. Acesso em: 11 mai. 2019.

FIGUEROA, E. A.; ESCOSTEGUY, P. A. V.; WIETHÖLTER, S. Dose de esterco de ave poedeira e suprimento de nitrogênio à cultura do trigo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 7, p. 714–720, 2012.

FLOSS, E. L. Manejo forrageiro de aveia (*Avena sp.*) e azevém (*Lolium sp.*). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 9., 1988, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1988, p. 231-268.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P. dos; FONTANELI, R. S. **Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Embrapa Trigo, 2009. p. 274.

FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; OLIVEIRA J. T.; FONTANELI, R. S.; LEHMEN, R. I.; DREON G. GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS ANUAIS DE INVERNO. In: FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FONTANELI, R. S. (Ed.) **Forrageiras para integração lavoura-Pecuária-floresta na região Sul-Brasileira**. 2.ed. Brasília-DF: Embrapa, 2012. p. 127-172.

FORNASIERI FILHO, D. **Manual da cultura do trigo**. Jaboticabal: Fundação de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão; 2008. p. 338.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F.; STRIEDER, M. L., RAMBO, T. M. L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. Desempenho agrônômico e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

FREDIANI, F. R. e FERNANDES, F. C. S. Avaliação de adubação orgânica em crambe. **Cultivando o saber**, v. 5, n. 3, p. 7-13, 2012.

GEWEHR, C. E. et al. Rendimento do capim elefante com adubação orgânica para uso em cama de aviário. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 5, n. 1, p. 32-36, 2010.

GOULART, E. C.; RIBEIRO, M. C.; LIMA, L. M.; RODRIGUES, B. M. A. Uso de cama de aves na adubação da cultura do milho. **Enciclopédia biosfera**, v.11, n. 22; p. 2742-2748, 2015.

GRANT, C. A.; FLATEN, D. N.; TOMASIEWICZ, D. J.; SHEPPARD, S. C. A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta. **Informações Agronômicas**. 2001, p. 16.

GRAYBOSCH, R. A.; MORRIS, R. An improved SDS-PAGE method for the analysis of wheat endosperm storage proteins. **Journal of Cereal Science**, v. 11, n. 3, p. 201-212. 1990.

GROSS, M. R.; VON PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 3, p. 387-393, 2006.

GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; ROCHA, A. C.; ANDRADE, D. N. Adubação com cama de frango e esterco bovino na produtividade de feijão azuki (*Vigna angularis*). **Agrarian**, v. 6, n. 19, p. 29-35, 2012.

GUTKOSKI, L. C.; KLEIN, B.; PAGNUSSATT, F. A.; PEDÓ, I. Características tecnológicas de genótipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivados no cerrado. **Ciência Agrotécnica**, v. 31, n. 3, p. 786-792, 2007.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; USMAN, B. K.; BIELFELDF, A. M. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, n. 3, p. 263-275, 2001.

KIMOTO, T. Nutrição e adubação de repolho, couve-flor e brócolo. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.149-178.

KOCHHANN, R. A; DENARDIN, J. E. Comportamento das culturas de trigo, soja e milho à adubação fosfatada nos sistemas plantio direto e preparo convencional, 1997. In: seminário internacional do sistema plantio direto, 2., 1997, Passo Fundo. **Anais...** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1997. p. 243-246.

KONZEN, E. A. **Aproveitamento de dejetos líquidos de suínos para fertirrigação e fertilização em grandes culturas**. Embrapa Milho e Sorgo, 2003. p. 11.

KONZEN, E. A. Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2006. p. 25.

LIMA, J. J.; MATA, J. DE D. V. DA; PINHEIRO NETO, R.; SCAPIM, C. A. Influência da adubação orgânica nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distrófico e na produção de matéria seca de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 29, n. 01, p. 715-719, 2007.

LIMA, V. S.; FINAMORE W. L. DE M. A cultura do crambe como alternativa para a produção de óleo. **A Revista Eletrônica da Faculdade de Ciências Exatas e da Terra Produção/construção e tecnologia**, v. 5, n. 8, p. 56-64, 2016.

LOURENZI, C.R.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; TIECHER, T.L.; VIEIRA, R.C.B.; CANCIAN, A.; FERREIRA, P.A.A. Pig slurry and nutrient accumulation and dry matter and grain yield in various crops. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 03, p. 949-958, 2014.

LOURENZI, C. R.; SCHERER, E. E.; CERETTA, C. A.; TIECHER, T. L.; CANCIAN, A.; FERREIRA, P. A. A.; BRUNETTO, G. Atributos químicos de Latossolo após sucessivas aplicações de composto orgânico de dejetos líquidos de suínos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 3, p. 233-242, 2016.

LOUSADA, L. L. **Nutrição e crescimento de sorgo sacarino e alterações nos atributos do solo pela aplicação de lodo de esgoto doméstico**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos/RJ, p. 122. 2015.

LUNELLI, I. E. **Efeitos de arranjos nutricionais de NPK na produtividade de grãos e rendimento de óleo da cultura do crambe**. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel/PR, p. 40. 2011.

MAGALHÃES, I. P. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SILVA, F. D. B.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; LOPES, I. P. C. Produtividade e exportação de nutrientes em feijão-vagem adubado com esterco de galinha. **Revista Ceres**, v. 64, n.1, p. 98-107, 2017.

MAGGI, C. F.; FREITAS, P. S. L.; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J. Lixiviação de nutrientes em solo cultivado com aplicação de água residuária de suinocultura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v. 15, n. 2, p. 170–177, 2011.

MANTAI, R. D.; SCREMIN, O. B.; MAROLLI, A.; SCREMIN, A. H.; MAMMANN, A. T. W. Produtividade de grãos de aveia pela adubação nitrogenada e análise de componentes adaptativos. Gramados/RS: **SBMAC**, v. 5, n. 1, 2017, 07 p.

MAPA. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Perfil do feijão no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>.> Acesso em: 10 mar. 2018.

MELLO FILHO, O. L.; SEDIYAMA, C. S.; MOREIRA, M. A.; REIS, M. S.; MASSONI, G. A.; PIOVESAN, N. D. Grain yield and seed quality of soybean selected for high protein content. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 5, p. 445-450. 2004.

MENEGATTI, A. L. A.; BARROS, A. L. M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 45, n. 1, p. 163-183, 2007.

MIRANDA, C. R.; ZARDO, A.; GOSMANN, H. **Uso de dejetos na agricultura**. Concórdia: EMBRAPA-CNPSA, 1999. 2p. (EMBRAPA - CNPSA. Instrução técnica para o suinocultor, 11).

MIYAZAWA, M; BARBOSA, G. M. C. **Dejetos líquidos de suíno como fertilizante orgânico: método simplificado**. Londrina: IAPAR, 2015. 26 p.

MOERS, É. M. **Ocorrência de doenças na cultura do crambe (Crambe abissínia Hochst) cultivado na região oeste do Paraná e efeito de Xanthomonas campestris pv. campestris na produção da cultura**. Dissertação (Mestrado em agroenergia) Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel, p. 74. 2012.

MORAES, M. T.; ARNUTI, F.; SILVA, V. R.; SILVA R. F.; BASSO, C. J.; ROS, C. O. Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 2945-2954, 2014.

MUELLER, N. D.; GERBER, J. S.; JOHNSTON, M.; RAY, D. K.; RAMANKUTTY, N.; FOLEY, J. A. Closing yield gaps through nutrient and water management. **Nature**, v. 494, n. 7437, p. 390-390, 2013.

OLIVEIRA, D. M.; SOUZA, M. A.; ROCHA, V. S.; ASSIS, J. C. Desempenho de genitores e populações segregantes de trigo sob estresse de calor. **Bragantia**, v. 70, n. 1, p. 25-32, 2011.

OLIVEIRA, R. C.; AGUIAR, C. G., VIECELLI, C. A.; PRIMIERI, C.; BARTH, E. F.; JUNIOR, H. G. B.; SANDERSON, K.; ANDRADE, M. A. A.; VIANA, O. V.; SANTOS, R. F.; PARIZOTTO, R. R. **Cultura do crambe**. Cascavel: ASSOESTE, 2013. p. 70.

OPLINGER, E. S.; OELKE, E. A.; KAMINSKI, A. R.; PUTNAM, D. H.; TEYNOR, T. M.; DOLL, J. D.; KELLING, K. A.; DURGAN, B. R.; NOETZEL, D. M. **Crambe: alternative field crops manual**, 1991. Disponível em: <<http://docshare03.docshare.tips/files/4774/47746137.pdf>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. Compostagem da fração sólida da água residuária de suinocultura. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 483-491, 2009.

PAVAN, M. A.; BLOCH, M. de F.; ZEMPULSKI, H. da C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D. C. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. Londrina: IAPAR, 1992. 40p.

PAVÃO, A. R.; FILHO, J. B. S. F. Impactos econômicos da introdução do milho Bt11 no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral inter-regional. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 49, n. 1, p. 81-108, 2011.

PERDOMO, C. C.; LIMA, G. J. M. D. **Considerações sobre a questão dos dejetos e o meio ambiente**. In: Suinocultura: produção, manejo e saúde do rebanho. Concórdia: CNPSA/EMBRAPA, 1998. p. 223-234.

PEREIRA, H. S.; LEÃO, A. F.; VERGINASSI, A.; CARNEIRO, M. A. C. Ammonia volatilization of urea in the out-of-season corn. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 06, p. 1685-1694, 2009.

PEREIRA, M. Z. Embrapa. **Brasil lidera produtividade agropecuária mundial**. 2017. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/noticias/brasil-lidera-productividade-agropecuaria-mundial>>. Acesso em 28 jun. 2018.

PIANA, C. F. B.; ANTUNES, I. F.; SILVA, J. G. C.; SILVEIRA, E. P. Adaptabilidade e estabilidade do rendimento de grãos de genótipos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 4, p. 553-564, 1999.

PILAU, F. G.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; SCHWERZ, L. Temperatura basal, duração do ciclo e constante térmica para a cultura do crambe. *Agrometeorologia*. **Bragantia**, v. 70, n. 4, p.958-964, 2011.

PINTO, M. A. B.; FABBRIS, C.; BASSO, C. J.; SANTI, A. L.; GIROTTO, E. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 205-212, 2014.

PIRES, M. J. S.; SANTOS, G. R. **Modelo agroexportador, política macroeconômica e a supremacia do mercado: uma visão do modelo brasileiro de exportação**. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013. 29p.

PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju. Fundação MS. 2010.

PORTUGAL, J. R.; PERES, A. R.; RODRIGUES, R. A. F. **Aspectos climáticos no feijoeiro**. In: ARF, O.; LEMOS, L. B.; SORATTO, R. P.; FERRARI, S. (Ed.) Aspectos gerais da cultura do feijão *Phaseolus vulgaris* L. Botucatu: FEPAF, 2015. p. 65-75.

PREUSCH, P.L.; ADLER, P.R.; SIKORA, L.J.; TWORKOSKI, T.J. Nitrogen and phosphorus availability in composted and uncomposted poultry litter. **Journal of Environmental Quality**, v. 31, p. 2051-2057, 2002.

RASANE, P.; JHA, A.; SABIKHI, L.; KUMAR, A.; UNNIKRISHNAN, V. S. Nutritional advantages of oats and opportunities for its processing as value added foods - a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 02, p. 662–675, 2013.

REZENDE, R. K. S.; MARQUES, R. F.; MASETTO, T. E. Características morfológicas e produtividade do crambe em função da adubação nitrogenada. **Agrarian**, v. 8, n. 29, p. 279-286, 2015.

RIBEIRO, W. S.; CARVALHO, J. V. B.; ANJOS, R. S.; NETO, E. A. D.; DAL MOLIN, A. L.M. Produção de matéria verde e matéria seca de aveia branca. **Anais...** Cascavel: SEAGRO, 2016.

RICHART, A. Diferentes períodos de aplicação de nitrogênio na cultura do crambe. **Varia Scientia Agrárias**, v. 5, n. 2, p. 55-67, 2016.

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**. Universidade Federal de Santa Maria. Frederico Westphalen, 2012.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da aveia-preta cultivar comum. **Científica**, v.36, n.2, p.116-122, 2008.

SALGADO, P.; THANG, V. Q.; TRACH, N. X.; CUONG, V. C.; LECOMTE, P.; RICHARD, D. Oats (*Avena strigosa*) as winter forage for dairy cows in Vietnam: an on-farm study. **Tropical Animal Health and Production**, v. 45, n. 02, p. 561-568, 2013.

SANTI, A. L. BASSO, C. J.; LAMEGO, F. P.; DELLA FLORA, L. P.; AMADO, T. J. C.; CHERUBIN, M. R. Épocas e parcelamentos da adubação nitrogenada aplicada em cobertura na cultura do feijoeiro, grupo comercial preto e carioca, em semeadura direta. **Ciência Rural**, v. 43, n. 5, p. 816-822, 2013.

SANTI, A.; AMADO, T. J. C.; ACOSTA, J. A. A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 06, p. 1075-1083, 2003.

SANTOS JUNIOR, L. F.; **Estudo das frações obtidas no processo de extração alcalina de substâncias Húmicas da turfa**. Dissertação (Engenharia de Minas) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 21, 2003.

SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Manejo do nitrogênio para eficiência de uso por cultivares de feijoeiro em várzea tropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1237-1248, 2007.

SANTOS, L. B., CASTAGNARA, D. D., BULEGON, L. G., ZOZ, T., OLIVEIRA, P. S. R., GONÇALVES, A. C., JR., e NERES, M. A. Substituição da adubação nitrogenada mineral pela cama de frango na sucessão aveia/milho. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 272-281, 2014.

SCHEEREN, P. L.; CASTRO, R. L.; CAIERÃO, E. Botânica, Morfologia e Descrição Fenotípica. **Trigo do plantio a colheita**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2015. 260 p.

SCHERER, E. E.; AITA, C.; BALDISSERA, I. T. **Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante**. Florianópolis: EPAGRI, 1996, 46p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 79).

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 4, p. 1375-1383, 2010.

SCHIRMANN, J.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; PUJOL, S. B.; GIACOMINI, D. A.; GONZATTO, R.; OLIVO, J. Inibidor de nitrificação e aplicação parcelada de dejetos de suínos nas culturas do milho e trigo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, n. 1, p. 271-280, 2013.

SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JUNIOR, E. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010.

SERRANO, J., PEÇA, J., SILVA, J. M., SHAHIDIAN, S. (2014). Aplicação de Fertilizantes: Tecnologia, Eficiência Energética e Ambiente. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 270-279, 2014 .

SILVA, A. F.; CARVALHO, M. A. C.; SCHONINGE, E. L.; MONTEIRO S.; CAIONE, G.; SANTOS, E. P. A.. 2011. Doses de inoculante e nitrogênio na semeadura da soja em área de primeiro cultivo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 27, n. 3, p. 404-412, 2011.

SILVA, A. F.; LAZARINI, E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 179-192, 2014.

SILVA, C. M.; DE FRANÇA, M. T.; OYAMADA, G. C.. **Características da suinocultura e os dejetos causados ao ambiente**. Connection Line, v. 1, n. 12, p. 44-59, 2015.

SILVA, J. A. G.; FONTANIVA, C.; COSTA, J. S. P.; KRÜGER, C. A. M. B.; UBESSI, C.; PINTO, F. B.; ARENHARDT, E. G.; GEWEHR, E. Uma proposta na densidade de semeadura de um biotipo atual de cultivares de aveia. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 18, n. 04, p. 253-263, 2012.

SILVA, J. G.; SILVEIRA, P. M. Colheita mecanizada do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 138-144, 2004.

SILVA, F. A. S. **Assistat**. versão 7.6 beta. Universidade Federal de Campina Grande. Paraíba. 2015.

SILVEIRA, P. R. de S. **Adubação e espaçamento entre linhas na produtividade de milho (Zea mays) Híbrido BRAS 3010**. Dissertação (Mestrado em manejo de solo e água) - Universidade Federal Rural do Semiárido – UFRSA. Mossoró/RN, p. 77. 2014.

SINDIAVIPAR – Sindicato das indústrias e de produtos avícolas do Estado do Paraná. **Estatísticas: Frango 2017**. Disponível em: <<http://www.sindiavipar.com.br/index.php?modulo=8&acao=frango>>. Acesso em: 24 ago. 2018.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – SBCS. Boletim informativo. **Desafios para o manejo de solos arenosos**. Campinas: SBCS. v. 44, n. 1. p. 52. 2018.

SOUSA, G. G.; LACERDA, C. F.; CAVALCANTE, L. F.; GUIMARÃES, F. V. A.; BEZERRA, M. E. J.; SILVA, J. L. Nutrição mineral e extração de nutrientes de planta

de milho irrigada com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1143–1151, 2010.

SOUSA, J. G. **Resistência por antibiose de genótipos de milho ao ataque do gorgulho-do-milho**. TCC (Engenharia Agrônômica) - Universidade de Brasília – UnB, Brasília, p. 31. 2016.

SOUZA, A. D. V.; FÁVARO, S. P., ÍTAVO, L. C.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo-forageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 10, p. 1328-1335, 2009.

SOUZA, M. L., NARDI, V. K., PIEROZAN, E. A., NETO, A. C., OLIVEIRA, V., WARPECHOWSKI, M. B. Produção de efluente de suínos em terminação sob diferentes condições estruturais e de manejo. **III Simpósio de Sustentabilidade e ciências animal**. Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Santa Maria, RS, 2013.

TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; BUZETTI, S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; BENETT, C. G. S. Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em trigo irrigado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 8, p. 797-804, 2010.

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

UNGER, P. W. Straw mulch effects on soil temperatures and sorghum germination and growth. **Agronomy Journal**, v. 70, n. 5, p. 858-864, 1978.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. DE C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

ZABALZA, A.; DONGEN, J. T. V.; FROELICH, A.; OLIVER, S. N.; FAIX, B.; GUPTA, K. J.; SCHMÄLZLIN, E.; IGAL, M.; ORCARAY, L.; ROYUELA, M.; GEIGENBERGER, P. Regulation of respiration and fermentation to control the plant internal oxygen concentration. **Plant Physiology**, v. 149, n. 01, p. 1087-1098, 2008.