

NATÁLIA PEREIRA

ADUBAÇÃO DO CRAMBE COM DEJETOS DE ANIMAIS

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2017

NATÁLIA PEREIRA

ADUBAÇÃO DO CRAMBE COM DEJETOS DE ANIMAIS

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: Pesq. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior

Coorientador: Prof. Dr. Deonir Secco

CASCADEL
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

P493a

Pereira, Natália
Adubação do crambe com dejetos de animais. Natália Pereira. Cascavel,
2017.
35 f.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior
Coorientador: Prof. Dr. Deonir Secco

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná,
Campus de Cascavel, 2017
Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura

1. *Crambe abyssinica Hochst* ex R.E.Fr. 2. Cama de aviário. 3. Dejeito
líquido de suíno. 4. Adubação residual. I. Zanão Júnior, Luiz Antônio. II.
Secco, Deonir. III. Universidade Estadual do Oeste do Paraná. IV. Título.

CDD 21.ed. 633.85
CIP-NBR 12899

Ficha catalográfica elaborada por Helena Soterio Beijo – CRB 9º/965

NATÁLIA PEREIRA

Adução do crambe com dejetos de animais

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:



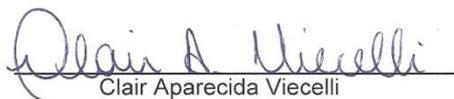
Orientador(a) - Luiz Antonio Zanão Júnior

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



Reginaldo Ferreira Santos

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



Clair Aparecida Viecelli

Faculdade Assis Gurgacz (FAG)

Cascavel, 14 de fevereiro de 2017

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Cultivos realizados no experimento durante cinco anos.....	09
Tabela 2. Análise química inicial do solo da área em que o experimento foi instalado, coletada em 2013	10
Tabela 3. Descrição dos tratamentos avaliados no experimento e respectivas quantidades de N, P ₂ O ₅ e K ₂ O fornecidas.....	11
Tabela 4. Teores de nutrientes na cama de aviário utilizada no experimento (79 % de massa seca)	11
Tabela 5. Teor foliar de N (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....	14
Tabela 6. Teor foliar de N (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....	15
Tabela 7. Teor foliar de P (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....	15
Tabela 8. Teor foliar de P (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....	16
Tabela 9. Teor foliar de K (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....	17

LISTA DE TABELAS

- Tabela 10. Teor foliar de K (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....17
- Tabela 11. Teor foliar de Cu (mg/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....18
- Tabela 12. Teor foliar de Cu (mg/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....19
- Tabela 13. Teor foliar de Zn (mg/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....20
- Tabela 14. Teor foliar de Zn (mg/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....20
- Tabela 15. Acamamento de plantas de crambe (%) em função de fontes de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....21
- Tabela 16. Acamamento de plantas de crambe (%) em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....21

LISTA DE TABELAS

- Tabela 17. Produtividade de grãos de crambe (kg/ha) em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....22
- Tabela 18. Produtividade de grãos de crambe (kg/ha) em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....23
- Tabela 19. Teor de óleo nos grãos de crambe (%), em função de fontes de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....25
- Tabela 20. Teor de óleo nos grãos de crambe (%) em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015.....25

PEREIRA, Natália. Ma. Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Fevereiro de 2017. **Adubação do crambe com dejetos de animais**. Orientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior. Coorientador: Dr. Deonir Secco.

RESUMO

A inserção de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr.) nos sistemas de produção sob sistema plantio direto possibilita o aproveitamento da adubação residual da cultura anteriormente implantada. De modo geral, a oferta de nutrientes às plantas é feita por meio de adubação química e esta representa grande parte dos custos para produção. Uma alternativa para reduzir os custos e fornecer nutrientes de qualidade é por meio da utilização de dejetos de animais. O objetivo do presente trabalho é avaliar o nível de aproveitamento nutricional residual pelo crambe e o seu desempenho produtivo após o cultivo de feijão adubado com diferentes doses de adubação com dejetos de animais e adubação química. A área experimental localiza-se na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná, no município de Santa Tereza do Oeste - PR. Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial (2x3)+1+1, sendo dois dejetos (líquido de suínos e cama de aviário) e três doses de cada (cama de aviário: 3,3; 6,6 e 9,9 t/ha (base úmida) e dejetos líquidos de suínos: 60; 120 e 180 m³/ha). Os tratamentos adicionais utilizados foram a testemunha (sem adubação) e o com adubação mineral (215 kg/ha do formulado 08-28-16). Foram avaliados os teores foliar de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e zinco, o acamamento, produtividade de grãos e produtividade de óleo. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA); o efeito do tipo e das doses dos dejetos animais foi avaliado pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade; e os tratamentos adicionais foram comparados por meio de análise de contraste. A adubação residual com dejetos de animais resultou em maior teor foliar de P e Zn em plantas de crambe. Houve um maior percentual de plantas acamadas, em relação à testemunha e à adubação residual mineral. A produtividade de grãos e o rendimento de óleo foram equivalentes, em relação às adubações residuais com dejetos de animais e mineral.

Palavras-chave: *Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr., cama de aviário, dejetos líquidos de suíno, adubação residual.

PEREIRA, Natália. Ma. Western Paraná State University, February 2017. **Fertilization with animals manure in crop crambe**. Adviser: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior. Co-adviser: Dr. Deonir Secco.

ABSTRACT

The insertion crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr.) on the production systems with no tillage crop makes possible the residual fertilizations harnessing of the previously implanted crop. Generally, on the most production systems, the nutrition offer for the plants is made by chemical fertilizations that represents majority of the production costs. One alternative to reduce the costs and to provide quality nutrients is by the waste animals utilization. The aim of this study is evaluated the harnessing nutrient level of the residues extracted by crambe and its productive performance after the crop bean fertilized with different doses application of poultry litter, pig slurry and chemical fertilization. The experimental area is located at the Experimental Station of the Agronomic Institute of Paraná, in Santa Tereza do Oeste - PR. The treatments were generated by factorial (2x3)+1+1, being two waste (liquid swine and poultry litter) with three doses of each (poultry litter: 3.3, 6.6 and 9.9 t/ha (wet basis) and pig slurry: 60, 120 and 180 m³/ha. Others additional treatments were the control (no fertilization) and mineral fertilization (215 kg/ha of the formulated 08-28-16). Was evaluated the leaf content of nitrogen, phosphorus, potassium, copper and zinc, the lodging, grain yield and oil yield. The data were submitted to variance analysis (ANOVA); the effect and kind of animal waste were evaluated by the Tukey test with 5 % of probability; and the additional treatments were compared by contrast analysis. The residual fertilizers with animal manure results in crambe plant with bigger leaf content of P and Zn. And also was a bigger percentation of lodging in relation to control and mineral residual fertilization. The grain productivity and oil yield was equivalent, compared with residual fertilization with animals waste and mineral.

Keywords: *Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr., poultry litter, liquid swine waste, residual fertilization.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	III
RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1. A cultura do crambe.....	3
2.2. Uso de fertilizantes na agricultura	4
2.3. Geração de dejetos de animais e utilização como adubação orgânica.....	5
2.4. Cama de aviário	6
2.5. Dejeito líquido de suínos	7
2.6. Adubação residual	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Localização do experimento	10
3.2. Histórico da área	10
3.3. Aplicação dos tratamentos.....	11
3.4. Tratamentos e delineamento experimental.....	11
3.5. Avaliações.....	13
3.5.1. Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e zinco	13
3.5.2. Acamamento.....	13
3.5.3. Produtividade de grãos.....	13
3.5.4. Produtividade de óleo	14
3.6. Análise estatística	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1. Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio.....	14

4.2. Teores foliares de Cu e Zn.....	18
4.3. Acamamento	20
4.4. Produtividade de grãos.....	21
4.5. Teor de óleo nos grãos	25
5. CONCLUSÕES.....	27
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28

1. INTRODUÇÃO

O cultivo de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr.) destina-se principalmente para obtenção de óleo vegetal que pode ser utilizado como biodiesel ou como isolante térmico no setor elétrico. Além de apresentar alta capacidade de produção de óleo, que varia de 26 a 38 % (OLIVA, 2010), é uma alternativa para entressafra por ser de ciclo precoce e tolerante ao frio, sendo possível sua inserção como componente de sistemas de produção de culturas (OLIVEIRA et al., 2013).

A inserção do crambe nos sistemas de produção que sejam de plantio direto possibilita o aproveitamento da adubação residual da cultura anteriormente implantada. Uma das características das plantas pertencentes à família Brassicaceae, como o crambe, é a capacidade de extrair grandes quantidades de nutrientes do solo (PITOL; BROCH; ROSCOE, 2010).

De modo geral, nos sistemas de produção mais difundidos, a oferta de nutrientes às plantas é feita por meio de adubação química e esta representa grande parte dos custos para produção. Uma alternativa para reduzir os custos e fornecer nutrientes de qualidade é por meio da utilização de dejetos de animais. O uso racional de adubação, além de aumentar a produtividade das culturas, reduz os custos de produção e os riscos de poluição ambiental.

A cama de aviário e o dejetos líquido de suínos são os tipos de dejetos que foram utilizados no presente experimento. A cama de aviário é considerada um valioso fertilizante devido ao alto teor nutricional que apresenta além da possibilidade de melhorar os atributos químicos e físicos do solo. E o dejetos líquido de suíno também representa uma excelente fonte nutricional para o solo, se utilizado de forma adequada.

Em um ensaio de longa duração que foi conduzido há mais de três safras sob sistema plantio direto pelo IAPAR na Estação experimental de Santa Tereza do Oeste, foram avaliadas as produtividades de culturas com a utilização de adubação com dejetos de animais. E o objetivo do presente trabalho é avaliar o nível de aproveitamento nutricional residual pelo crambe e o seu desempenho

produtivo após o cultivo de feijão adubado com diferentes doses de dejetos animais e adubação química.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A cultura do crambe

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst ex R.E.Fr.) é uma espécie vegetal pertencente à família Brassicaceae. Originou-se na região do Mediterrâneo e é cultivado na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul (OPLINGER et al., 1991).

O óleo de crambe possui ótima qualidade para a produção de biodiesel. Segundo Bispo et al. (2010) ele possui resistência a degradação e elevada estabilidade a oxidação o que aumenta o seu tempo de vida útil, apresentando vantagem para a produção de biodiesel em relação a outros óleos com estabilidade reduzida. Por isso o crambe é uma alternativa importante para a produção de biodiesel e tornar a matriz energética do país mais sustentável.

Além disso, no estado do Paraná há uma nova perspectiva para a área comercial do crambe devido as propriedades do óleo serem ideais para uso industrial e elétrico, principalmente como fluido isolante vegetal de transformadores elétricos (OLIVEIRA et al., 2013).

O crambe é uma planta de ciclo anual, com sistema radicular pivotante e profundo, apresenta folhas grandes e largas, possui sementes pequenas esféricas e envolvidas pelo pericarpo (PEREZ, 1998; TOEB et al., 2010).

Segundo Broch e Roscoe (2010), o sistema radicular agressivo, profundo e pivotante do crambe, favorece o aproveitamento e a reciclagem dos nutrientes do solo, aproveitando as adubações residuais das culturas anteriores, desde que o solo esteja adequadamente corrigido.

Sabe-se que as espécies da família Brassicacea extraem grandes quantidades de nutrientes do solo (PITOL; BROCH; ROSCOE, 2010), porém ainda são desconhecidas as exigências nutricionais do crambe devido à existência de poucos estudos sobre este assunto.

2.2. Uso de fertilizantes na agricultura

Os fertilizantes ou adubos químicos são compostos químicos com a função de fornecer minerais ao solo para que este disponibilize às plantas e, atualmente, são a principal fonte nutricional para os vegetais. Considerado um insumo básico para agricultura, o fertilizante deve ser utilizado de forma criteriosa, com a finalidade de aumentar a qualidade e a produtividade dos cultivos agrícolas (ALACARDE; GUIDOLIN; LOPES, 1998).

Os elementos químicos presentes nos fertilizantes podem ser divididos em macro e micronutrientes de acordo com suas quantidades e proporções. Macro nutrientes minerais são: nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e enxofre (S) e os micronutrientes são boro (B), cobre (Cu), cloro (Cl), zinco (Zn), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e níquel (Ni). Caso o solo não contenha quantidades suficientes desses nutrientes haverá prejuízos no crescimento e desenvolvimento das plantas. N, P e K representam as deficiências mais comuns, por esse motivo as formulas básicas dos fertilizantes são NPK, que especifica o percentual de N na forma elementar, o percentual P na forma de pentóxido de fósforo, P_2O_5 e o percentual de K na forma de óxido de potássio, K_2O (DIAS; FERNANDES, 2006).

O N é o nutriente responsável pelo crescimento das plantas e pelo aumento da produtividade agrícola, pois é um importante componente das proteínas e clorofila. A clorofila combina $CO_2 + H_2O$ formando açúcares, que a planta necessita para o seu crescimento e produção de grãos e frutos. A clorofila é composta de C, H, O, N e Mg; destes, somente o nitrogênio e o magnésio são oriundos do solo. Na proteína, o principal elemento é o nitrogênio, quando há um suprimento adequado deste nutriente, as plantas crescem rapidamente, ao contrário, quando há deficiência, o crescimento é lento (NOVAIS et al., 2007).

O P promove o crescimento de raízes, ajuda a melhorar a qualidade dos grãos, além de acelerar o amadurecimento dos frutos. O K é um importante regulador de cargas no interior das células vegetais, responsável pelo controle de absorção de água e pelo mecanismo de defesas contra doenças (NOVAIS et al., 2007).

Em 2014 o Brasil alcançou novo recorde em quantidade de fertilizantes NPK usados pelos produtores. Foram usados em 2012, 29,25 milhões de toneladas, 30,7

milhões em 2013 e 32,21 milhões em 2014, sendo 75 % proveniente de importação (Associação Nacional para Difusão de adubos - ANDA, 2015).

Segundo CONAB (2013), a adubação química, forma mais utilizada para fornecer nutrientes as plantas, representa grande parte dos custos para produção agrícola, podendo ser de 25 a 35 % do custo total de insumos. Justamente porque a maior parte do fertilizante químico utilizado no Brasil é proveniente de importação. Além disso, a produção desses fertilizantes exigem energia de combustíveis fósseis em sua fabricação resultando na emissão de uma grande quantidade de gases tóxicos na atmosfera. Além dos gases tóxicos há a geração de efluente líquidos e resíduos sólidos potencialmente perigosos, os quais devem ser tratados adequadamente sob pena de causar sérios danos ao meio ambiente (DIAS, 1999; KAISER, 2001).

2.3. Geração de dejetos de animais e utilização como adubação orgânica

A suinocultura e avicultura são atividades agropecuárias de grande importância na economia. São responsáveis, essencialmente, pelo suprimento de alimentos proteicos, mas também pela produção de bens como medicamentos, corantes, biodiesel, entre outros. Os modernos sistemas de criação se caracterizam em confinamento que geram uma grande quantidade de dejetos (KUNZ, 2009). Apenas uma parte do que é consumido pelo animal é convertido em manutenção corporal e produção. De forma generalizada, entre 10 e 50 % de todo nutriente consumido pelos animais são retidos, logo 50 a 90 % são eliminados, basicamente em forma de dejetos (fezes e urina) (FAO, 2006).

Esses dejetos, quando são utilizados na agricultura, apresentam alto poder energético e efeito fertilizante. Porém, quando não utilizados e descartados indiscriminadamente podem ser responsáveis por impactos ambientais de grande magnitude como poluição dos corpos hídricos e poluição atmosférica (KUNZ; OLIVEIRA, 2006; SOUSA et al., 2014; RIZZONI et al., 2012) Mas, com um bom manejo de armazenamento e uso podem significar um fator de agregação de valor e fonte de renda à atividade pecuária, além de torná-la mais sustentável (ORRICO JUNIOR; ORRICO; LUCAS JUNIOR, 2010).

Segundo dados do IBGE (2013) e SINDIAVIPAR (2015), o Brasil é o maior produtor de carne de aves no mundo, sendo que o estado do Paraná é o primeiro do

país com a região oeste representando a maior parte, responsável por 31 % da produção. Em relação ao suínos, o Brasil ocupa a quarta posição no mundo, o estado do Paraná é o terceiro maior produtor do país e tem a região oeste como a maior produtora, responsável por 45 % de toda a produção do estado. Totalizando na região oeste paranaense, segundo os mesmos dados, 482 milhões de aves e 2,4 milhões de suínos em 2014. De acordo com banco de dados online do IBGE (2016), a produção de aves cresceu 5,4 % e a de suínos 5,7 %, no ano de 2015 em relação a 2014.

O modelo de integração de aves e suínos adotado no Brasil, com destaque para a região do oeste paranaense, que é bastante diversificado e produtivo, e o advento de maior produção no futuro, geraria um grande volume de dejetos. Esses resíduos gerados da produção necessitariam de correta destinação. Segundo Costa et al. (2009), o uso de resíduos de animais como a cama de aviário e o dejetos líquido de suínos, no solo tem aumentado. Existem vários estudos que demonstram a viabilidade da utilização desses dejetos animais como adubação orgânica (MELLO; VITTI, 2002; MENEZES et al., 2004; MENEZES et al., 2007; RIBEIRO et al., 2009; COSTA et al., 2009; FÁVERO, 2012).

Adubos orgânicos provenientes de dejetos de animais como suínos e aves, além de possuírem custo reduzido em relação aos adubos químicos, destacam-se por promover benefícios para a fertilidade e conservação do solo e, simultaneamente, diminuir os danos ao meio ambiente (GALVÃO; MIRANDA; SANTOS, 1999).

2.4. Cama de aviário

A cama de aviário é composta por uma mistura de fezes, restos de ração, penas e materiais utilizados na cama como cascas de arroz, maravalha, sabugo de milho triturado, entre outros (WILKINSON et al., 2011; KIM et al., 2012). Um frango produz em média 1,75 kg de cama (matéria seca) por ciclo (FUKAYAMA, 2008), implicando em 843,5 milhões de toneladas de cama de aviário produzida em 2014 na região oeste do Paraná. Os dejetos dessas aves contém significativas quantidades de nutrientes devido a presença de altos níveis de proteínas e aminoácidos em suas dietas (CHEN; JIANG, 2014). Em razão desse alto teor

nutricional, a cama de aviário tem sido considerada um dos esterco mais valiosos na adubação do solo.

O uso de cama de aviário como fertilizante orgânico no solo deve seguir critérios agronômicos quanto o tipo de solo e a determinação da taxa de aplicação. Práticas de manejo e conservação do solo devem ser adotadas em todas as situações de aplicação, para evitar escoamento superficial e contaminação de corpos d'água (CORRÊA; MIELE, 2011). Essa ação pode representar a substituição parcial ou integral dos adubos químicos e potencializar a absorção dos nutrientes através da mineralização mais lenta no solo frente aos fertilizantes químicos, favorecendo o aproveitamento dos nutrientes pelas plantas em diferentes estádios fenológicos e épocas (SCHERER; BALDISSERA; NESI, 2007)

Observa-se a melhoria dos atributos do solo pela aplicação adequada e contínua da cama de aviário (CORRÊA; MIELE, 2011), principalmente em virtude da matéria orgânica, que além de estar relacionada a disponibilidade de nutrientes às culturas, é responsável pelo aumento da capacidade de troca catiônica, redução da densidade do solo, aumento da porosidade e da taxa de infiltração de água.

Contudo, a quantidade de nutrientes da cama de aviário varia muito em função do manejo de produção adotado, para a mensuração específica de nutrientes antes da aplicação no solo é recomendada a análise química da amostra (CHASTAIN; CAMBERATO; SKEWES, 2003).

2.5. Dejeito líquido de suínos

O dejeito líquido de suíno é constituído de fezes, urina, restos de ração e água proveniente das lavagens das instalações (SOUZA et al., 2009). De acordo com Angonese et al. (2006), são produzidos entre 5,7 a 7,6 litros de dejetos por dia, para suínos com faixa de peso entre 57 a 97 kg e a produção pode chegar a 10 % da massa do animal. Possui potencial poluente de 260 vezes maior que o esgoto doméstico, segundo Hachmann et al. (2013). Esse potencial de poluição é medido através da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) que é referente a quantidade de oxigênio necessária para oxidar o conteúdo de matéria orgânica presente em um resíduo pelo período mínimo de cinco dias (OLIVEIRA; DUDA, 2009). Além da elevada carga de matéria orgânica pode conter metais pesados como Cu e Zn (STEINMETZ et al., 2009).

Entretanto, se armazenado e tratado adequadamente pode ser uma excelente fonte de nutrientes para a agricultura. A sua quantificação depende da composição da ração e a da proporção de fezes e urina misturados a água da lavagem (AMARO et al., 2006). A massa seca do dejetos líquido de suíno contém considerável teor de nutrientes essencial para o desenvolvimento das plantas. Desse modo, a viabilidade agrícola do uso desse dejetos depende do teor de massa seca, pois este é o parâmetro mais importante para estimar o conteúdo nutricional e a dose que será aplicada na lavoura. Através de um método simplificado com a utilização de densímetro de Bouyoucos é possível determinar os teores de NPK presentes no dejetos líquido de suíno e proceder a aplicação baseando-se na necessidade de cada cultura (MIYAZAWA; BARBOSA, 2015).

2.6. Adubação residual

A adubação residual define-se como a quantidade de nutriente disponível para a cultura sucessiva e o seu efeito é correspondente a resposta da cultura ao teor dos nutrientes aplicados no solo no cultivo antecedente (FAGERIA; STONE; SANTOS, 1999). O efeito residual da adubação depende do tipo de solo, da quantidade de nutrientes aplicados e da capacidade de adsorção e remoção dos nutrientes pela cultura (MATOCHA et al., 1970; MALAVOLTA et al., 1974; FASSBENDER, 1980). Em cultivos sucessivos é normal existir o efeito residual dos fertilizantes, particularmente de fosfatados (SILVA; SILVA FILHO; ALVARENGA, 2001).

A possibilidade de aproveitamento de adubação residual pelos cultivos subsequentes se dá, principalmente no caso do P em virtude de seu alto poder de fixação ao solo e, em seguida o K com menor grau de perda por lixiviação, permanecendo no solo por mais tempo. Em relação ao N, o aproveitamento residual é menor, pois consiste em um nutriente que é facilmente perdido por lixiviação, especialmente através da umidade do solo. No entanto, em solos argilosos que o retêm mais facilmente devido a sua maior capacidade de troca de cátions ou devido a utilização de altas doses, é mais provável o seu aproveitamento (COSTA; SILVA; GRANGEIRO, 2012).

Esse aproveitamento se caracteriza principalmente como uma chance de redução dos custos de produção, eliminando a necessidade de nova adubação,

formando um cultivo mais sustentável e de menor impacto ambiental (FIGUEIREDO, 2008).

Assim como a fertilização mineral, a adubação com resíduos orgânicos também promove efeito residual no solo. Segundo Santos et al. (2001), a adição de matéria orgânica ao solo na forma de adubos orgânicos, conforme o grau de decomposição dos resíduos é possível obter efeito imediato no solo, ou tardio através de um processo mais lento de decomposição.

Segundo Diniz (2011) a disponibilidade de N, por exemplo, proveniente de adubo orgânico pode ser variável, sendo uma parte do nutriente prontamente mineralizada, outra parte pode ser perdida por lixiviação e volatilização e uma fração pode ficar imobilizada no solo e ser disponibilizada somente em cultivos subsequentes. A decomposição pode ser variável dependendo da origem, das condições climáticas, do tipo de cultivo e da dose aplicada. Diniz et al. (2014) explica que os processo que envolvem a decomposição e mineralização da matéria orgânica pode estar diretamente relacionada com o fator de quantidade de massa, ou seja, na quantidade de nutrientes aplicada.

Vários estudos apontam a viabilidade do uso de adubação residual em diversas culturas. Costa, Silva e Grangeiro (2012) relatam que o uso de adubação residual aumenta a relação custo benefício por meio do aproveitamento de cultivos sucessivos. Silva, Silva Filho e Alvarenga (2001) verificaram viabilidade no aproveitamento nutricional residual para a produção de feijão-vagem após a adubação realizada em plantio antecedente de batata, especialmente no aproveitamento de P e Ca. Em cultivos sucessivos de cana, Vitti et al. (2007) comprovaram que a adubação nitrogenada correlaciona-se positivamente com o conteúdo de N e S disponível para a segunda safra. Chaves (2014) observou diferentes acúmulos de NPK em plantas de abóbora provenientes do efeito residual de distintas doses de adubação mineral.

A soja também apresenta capacidade de aproveitamento de adubação residual mineral, especialmente P, segundo Mascarenhas, Esteves e Wutke (2014). Gergelim e milho apresentam respostas positivas em relação ao aproveitamento de adubação residual orgânica segundo Cruz et al. (2013) e Campos (2015), respectivamente. Sendo o crambe uma cultura considerada recicladora de nutrientes do solo, devido a seu sistema radicular expressivo, denota potencial para o aproveitamento de adubações residuais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Localização do experimento

A área está localizada na Estação Experimental 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 na entressafra de 2015, em sistema de plantio direto, com a cultura do crambe sobre a palhada do feijão. O experimento foi planejado para ser executado por cinco anos. A distribuição dos cultivos nesse período se encontra na tabela 1.

Tabela 1. Cultivos realizados no experimento durante cinco anos

Safra	Cultura
Inverno 2011	Aveia preta (semfertilizantes)
Verão 2011/2012	Soja
Inverno 2012	Aveia branca
Verão 2012/2013	Milho
Inverno 2013	Aveia preta
Verão 2013/2014	Soja
Inverno 2014	Trigo
Verão 2014/2015	Feijão
Inverno 2015	Crambe (sem fertilizantes).

Em 2013, antes da implantação da aveia, 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 2.

Tabela 2. Análise química inicial do solo da área em que o experimento foi instalado, coletada em 2013

Prof. Cm	pH CaCl ₂	C g/dm ³	P --- mg/dm ³ --	K -----	Ca -----	Mg -----	Al -----	H+Al -----	V -----	M -----
0-10	4,57	25,5	18,8	137	5,26	2,06	0,3	8,88	46	4
10-20	4,50	22,1	5,8	126	4,54	1,61	0,4	9,12	41	8
20-40	4,43	15,8	2,3	100	3,03	1,44	0,4	8,85	35	7

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

3.3. Aplicação dos tratamentos

Todos os tratamentos foram aplicados no dia da semeadura do feijão (06/11/2014). O dejetto líquido de suínos foi aplicado 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 aplicado no sulco de semeadura.

3.4. Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram gerados pelo esquema fatorial (2x3)+1+1, sendo dois dejetos (líquido de suínos e cama de aviário) e três doses de cada dejetto (cama de aviário: 3,3; 6,6 e 9,9 t/ha (*in natura*) e dejetto líquido de suínos: 60; 120 e 180 m³/ha). Os tratamentos adicionais utilizados foram a testemunha (sem adubação) e um tratamento com adubação mineral (215 kg/ha do formulado NPK 08-28-16) (Tabela 3). O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As quantidades de N, P₂O₅ e K₂O fornecidas por cada tratamento também são apresentadas na Tabela 3.

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

Tabela 3. Descrição dos tratamentos avaliados no experimento e respectivas quantidades de N, P₂O₅ e K₂O fornecidas

Descrição do tratamento	Dose	N total	----- kg/ha -----	
			P ₂ O ₅	K ₂ O
Cama de aviário	3,3 t/ha	67	60	87
	6,6 t/ha	135	120	175
	9,9 t/ha	202	180	262
Dejeto líquido de suínos	60 m ³ /ha	73	55	32
	120 m ³ /ha	145	109	65
	180 m ³ /ha	218	164	97
Adubo mineral NPK 08-28-16	215 kg/ha	17	60	34
Testemunha	-	-	-	-

A cama de aviário foi adquirida em uma propriedade da região de Lindoeste - PR. Fora retirada após a criação de oito lotes de frangos, sendo aplicada no solo, tendo sua análise química apresentada na Tabela 4.

Tabela 4. Teores de nutrientes na cama de aviário utilizada no experimento (79 % de massa seca)

Determinação	%
N total	2,04
P ₂ O ₅ total	1,82
P ₂ O ₅ solúvel em (CNA+água)	1,81
P ₂ O ₅ solúvel em H ₂ O	1,03
K ₂ O	2,65
Ca	3,16
Mg	0,66
Na	0,63
Cu	0,01
Fe	0,88
Mn	0,04
Zn	0,03
B	0,05
S	0,91

O dejeto líquido de suínos utilizado foi de origem de um biodigestor da Cooperativa Agroindustrial Cascavel (Coopavel). Apresentava uma densidade de 15, na escala do densímetro de Bouyoucos, o que corresponde, em kg/m³, a 1,21 de N

total, 0,91 de P_2O_5 e 0,54 de K_2O , conforme metodologia proposta por Miyazawa e Barbosa (2015).

3.5. Avaliações

3.5.1. Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e zinco

Quando as plantas entraram em estágio fenológico de pleno florescimento, em cada parcela foram coletados 30 folhas recém-maduras, com pecíolo. Após a coleta, elas foram lavadas com água destilada, acondicionados em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, por 72 h, para secar. Em seguida, foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de malha 0,84 mm. A matéria seca foi mineralizada pela mistura nítrico-perclórica (3:1 v/v), determinando-se os teores de K por fotometria de emissão de chama e os de P por colorimetria e os teores de Cu e Zn por espectrometria de absorção atômica. Para determinar o teor de N, foi utilizado o método semimicro Kjeldahl, com mineralização das amostras com ácido sulfúrico. Todas as análises químicas dos tecidos foliares foram realizadas conforme metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

3.5.2. Acamamento

No dia da colheita, realizada em 31/08/2015, foi avaliada a porcentagem de plantas acamadas. Sendo definida pela contagem do número de plantas acamadas, em relação ao total de plantas em uma área de 10 m² de cada unidade experimental.

3.5.3. Produtividade de grãos

Na colheita foi utilizada colhedora automotriz de precisão desenvolvida para unidades experimentais, da marca Wintersteiger Seed Mech[®], modelo Nursery Master Elite[®]. Para determinar a produtividade, a área útil de colheita foi formada pelas seis 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).

3.5.4. Produtividade de óleo

Após a etapa de limpeza e pesagem dos grãos de crambe, o grãos passaram por processo de extração de óleo. Realizado por meio de espectrometria em espectrômetro de RMN Bruker mq-20 operando a 0,5 Tesla, observando o núcleo de ^1H a 19,95 MHz, equipado com uma sonda de 18 mm de diâmetro. O teor de óleo nos grãos foi expresso em porcentagem (%). A produtividade do óleo foi expressa em kg/ha, obtidos com base nos respectivos teores de óleo, bem como na produtividade de grãos.

3.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). O efeito do tipo e das doses dos dejetos animais foi avaliado pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Os tratamentos adicionais foram comparados por meio de análise de contraste. As análises estatísticas foram realizadas, utilizando-se o programa Assistat Versão 7.7 beta (SILVA, 2015).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio

A aplicação de dejetos de animais no solo não proporcionou diferenças significativas no teor de N nas folhas em comparação à testemunha e à adubação mineral (Tabela 5). O teor foliar de N adequada para plantas pertencentes à família Brassicaceae, segundo Trani e Raji (1996) é de 30 a 50 g/kg, portanto os teores foliares obtidos neste trabalho estão acima desta faixa. Isto demonstra que o teor de N presente no solo foi suficiente para suprir a necessidade do crambe. Pitol, Broch e Roscoe (2010), destacam que o crambe, embora tenha potencial de aproveitamento de adubações residuais de culturas de verão, não exhibe resposta significativa à adubações em solos com bons níveis de nutrientes.

Tabela 5. Teor foliar de N (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor foliar de N	51,72	52,35	-0,63	0,23 ^{ns}
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor foliar de N	51,72	51,97	-0,25	0,00 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor foliar de N	51,97	52,35	-0,38	0,11 ^{ns}

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. **, * = significativo a 1 % e a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^{ns}= não-significativo a 5%.

Similarmente, não houve interação significativa entre os dejetos e suas doses avaliadas nos teores foliares de N. Também não houve diferença significativa entre a aplicação do dejetos líquido de suíno e da cama de aviário, sequer entre as doses aplicadas (Tabela 6). A razão para que não tenha ocorrido diferença significativa entre doses e fonte de adubação se deve às boas condições de fertilidade preexistentes no solo (Tabela 2).

Tabela 6. Teor foliar de N (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquido de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Dejeto líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	52,36	52,96	52,66 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	52,43	52,97	52,70 A
Dose 3 ^{3/}	52,99	50,36	51,69 A
Média	52,59 a ^{4/}	52,09 a	

^{1/} Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquido de suínos = 60 m³/ha; ^{2/} Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquido de suínos = 120 m³/ha; ^{3/} Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquido de suínos = 180 m³/ha; ^{4/} Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

A adubação com dejetos de animais propiciou maior teor de P nas folhas em comparação com a adubação mineral e a testemunha (Tabela 7). O P é encontrado no solo nas formas inorgânica e orgânica. Em Latossolos o P encontra-se fortemente fixado, pela adsorção nas frações coloidais inorgânicas das argilas, causando grande indisponibilidade deste nutriente para as plantas (NOVAIS et al., 2007). Na adubação orgânica acontece a ciclagem do P orgânico em que a sua disponibilidade está diretamente ligada à susceptibilidade de decomposição do material (GATIBONI et al., 2008). Assim, a adição de matéria orgânica no solo, através da aplicação de dejetos de animais e outras formas, gera o maior aproveitamento de P pelas plantas (GEORGE et al., 2006), aumentando a absorção desse elemento pelas plantas, como ocorrido com o crambe.

Tabela 7. Teor foliar de P (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor foliar de P	4,64	7,12	-2,48	25,92**
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor foliar de P	4,64	5,25	-0,61	0,67 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor foliar de P	5,25	7,12	-1,87	9,53**

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. **, * = significativo a

1 % e a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente. ^{ns}= não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Observa-se na Tabela 8, não ter havido diferença significativa para o teor foliar de P nas plantas de crambe, conforme as doses aplicadas. A absorção de P pelas plantas depende da ação conjunta de vários componentes, além da concentração desse nutriente deve-se considerar o seu coeficiente de difusão e a magnitude do sistema radicular (PARFITT, 1989; COSTA et al., 2006). Marcolan (2006) encontrou baixos valores de difusão de P em Latossolo Vermelho distrófico com 53 % de argila, mesmo com elevada concentração de fósforo na solução. Vale salientar que existem vários parâmetros envolvidos no cálculo de coeficiente de difusão, além do teor de argila, a qualidade da argila, o nível de compactação, teor de água, pH e temperatura.

Novais, Smyth e Nunes (2007), relatam que, embora a dissolução acumulada de P aumente com o aumento da dose aplicada no solo, a taxa de dissolução (unidade dissolvida/unidade aplicada) diminui, gerando uma limitação na absorção de P pelas plantas. Desta forma, pode-se inferir que a baixa difusão e dissolução de P no solo são responsáveis pelo teor foliar de P em plantas de crambe se manter constante em função de doses de dejetos de animais. Seidel et al. (2010), também não verificaram diferença na concentração de P nos tecidos foliares de milho adubado com diferentes doses de dejetos animais.

Tabela 8. Teor foliar de P (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Dejetos líquidos de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	7,98	5,49	6,73 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	7,99	6,93	7,46 A
Dose 3 ^{3/}	7,36	6,96	7,15 A
Média	7,77 a ^{4/}	6,46b	

^{1/}Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 60 m³/ha; ^{2/}Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 120 m³/ha; ^{3/}Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 180 m³/ha; ^{4/}Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

No entanto a absorção de P foi significativamente diferente no tocante aos tipos de dejetos aplicados, sendo maior com a aplicação de dejetos líquidos de suínos comparado a aplicação de cama de aviário (Tabela 8). Isto demonstra que o efeito

residual do dejetto líquido de suíno disponibiliza às plantas mais P do que a cama de aviário. Zenatti et al. (2012) também observaram maior teor foliar de P em gramínea adubada com dejetto líquido de suíno.

Em relação ao teor foliar de K não houve diferença significativa em nenhum dos tratamentos (Tabela 9). Também não houve diferença entre as doses e entre fontes de adubação com dejetos de animais (Tabela 10). Ao contrário de Rosolem e Steiner (2014) que observaram um aumento no teor foliar de K em crambe conforme o aumento das doses, em Latossolo Vermelho distrófico típico. No entanto, no trabalho de Rosolem e Steiner o teor de K no solo era baixo, cerca de 0,07 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$ e no presente trabalho era de 0,31 $\text{cmol}_c/\text{dm}^3$, valor considerado alto. O alto teor de K no solo, no presente experimento, provavelmente explica este resultado.

Tabela 9. Teor foliar de K (g/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor foliar de K	28,17	31,11	-2,94	0,07 ^{ns}
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor foliar de K	28,17	30,03	-1,86	0,73 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor foliar de K	30,03	31,11	1,08	0,21 ^{ns}

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. ^{ns}= não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 10. Teor foliar de K (g/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetto líquido de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Desejo líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	29,17	30,50	29,83 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	32,91	33,14	33,02 A
Dose 3 ^{3/}	30,28	30,66	30,47 A
Média	32,13 a ^{4/}	32,51 a	

^{1/} Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetto líquido de suínos = 60 m^3/ha ; ^{2/} Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetto líquido de suínos = 120 m^3/ha ; ^{3/} Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetto líquido de suínos = 180 m^3/ha .

m³/ha;⁴Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

O teor foliar de K nas plantas de crambe encontrado foi cerca de 30 g/kg. Rosolem e Steiner (2014), concluíram que o nível de suficiência de K em folhas de crambe para atingir produtividade de grãos relativa de 90 % é de 26 g/kg. Portanto, os teores de K verificados em todos os tratamentos podem ser considerados suficientes.

4.2. Teores Foliares de Cu e Zn

Conforme os resultados apresentados na Tabela 11, não verificou-se diferença no valores de Cu em folhas de crambe em função das adubações. Também não foi observada diferenças entre as doses e os tipos de dejetos de animais aplicados (Tabela 12).

Tabela 11. Teor foliar de Cu (mg/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor foliar de Cu	5,17	5,27	-0,10	0,16 ^{ns}
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor foliar de Cu	5,17	5,03	0,14	0,02 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor foliar de Cu	5,03	5,27	-0,24	0,09 ^{ns}

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. ^{ns}= não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 12. Teor foliar de Cu (mg/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Desejo líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	5,74	5,22	5,47 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	5,60	5,14	5,37 A
Dose 3 ^{3/}	4,83	5,13	4,98 A
Média	5,39 a ^{4/}	5,16 a	

^{1/}Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 60 m³/ha; ^{2/}Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 120 m³/ha; ^{3/}Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 180 m³/ha; ^{4/}Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

As folhas de crambe extraíram cerca de 5 mg/kg de Cu e, segundo Malavolta Vitti e Oliveira (1997), abaixo do valor considerado críticos em tecidos vegetais de plantas oleaginosas, a partir de 10 mg/kg. Plantas que apresentam maior teor de Cu em seus tecidos se constituem em plantas indicadoras, em que as concentrações do metal refletem os teores do solo (ANTOSIEWICZ, 1992; SIMÃO; SIQUEIRA, 2001). Portanto, os tratamentos com dejetos de animais não se comportaram como possíveis fontes de contaminação do solo por Cu.

O teor foliar de Zn foi maior quando foi realizada adubação com dejetos de animais, tanto quando comparado com a adubação mineral ou à testemunha. Não houve diferença significativa entre a testemunha e a adubação mineral, quanto ao teor foliar de Zn (Tabela 13). Isso ocorreu devido às aplicações de dejetos líquidos de suínos no solo, conforme pode ser observado na Tabela 14.

A aplicação de dejetos líquidos de suínos proporcionou maiores teores de Zn nas folhas que a aplicação da cama de aviário (Tabela 14). Este resultado pode ser atribuído ao consumo de Zn em rações fornecidas aos suínos, que é pouco assimilado no trato digestivo em virtude de sua baixa solubilidade (ANDRIGUETTO et al., 1998; JONDREVILLE; RAVY, DOURMAD, 2003). Porém ainda ficou abaixo da faixa de 100 a 400 mg/kg, considerada nociva às culturas de acordo com Kabata-Pendias e Pendias (2000).

Tabela 13. Teor foliar de Zn (mg/kg) em plantas de crambe em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor foliar de Zn	33,64	45,69	-12,05	134,69**
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor foliar de Zn	33,64	33,67	-0,03	1,77 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor foliar de Zn	33,67	45,69	-12,02	18,74**

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. ^{ns}= não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F.

Tabela 14. Teor foliar de Zn (mg/kg) em plantas de crambe em função da aplicação de doses de dejetos líquido de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Desejo líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	51,25	32,71	41,98 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	65,20	29,72	47,46 A
Dose 3 ^{3/}	68,99	26,25	46,62 A
Média	61,82 a ^{4/}	29,56 b	

^{1/} Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquido de suínos = 60 m³/ha; ^{2/} Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquido de suínos = 120 m³/ha; ^{3/} Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquido de suínos = 180 m³/ha; ^{4/} Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.3. Acamamento

A adubação com os dejetos resultou em acamamento de plantas de crambe superior em comparação com a adubação mineral e com a testemunha (Tabela 15). O acamamento de plantas é comum ocorrer em solos com alta fertilidade, particularmente com elevado teor de N, pois este nutriente em excesso induz as plantas à um crescimento vegetativo abundante (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

Segundo Taiz e Zeiger (2004), o excesso de N causa o crescimento da parte aérea superior ao das raízes levando ao acamamento.

Tabela 15. Acamamento de plantas de crambe (%) em função de fontes de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Acamamento	0	17,22	-17,22	63,63**
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Acamamento	0	3,33	-3,33	0,97 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Acamamento	3,33	17,22	-13,89	14,34**

^{1/} Comparação entre a média de acamamento obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de acamamento obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. ** e ^{ns}= significativo e não-significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

É possível constatar que as doses influenciaram significativamente o percentual de acamamento, alcançando maiores percentuais de acordo com o aumento das doses (Tabela 16). Sem ocasionar, no entanto, uma menor produtividade, conforme indicado nas tabelas 17 e 18. Em relação ao tipo de dejetos aplicado também verificou-se influência, uma vez que o maior percentual de acamamento foi obtido com a aplicação de dejetos líquido de suínos. De fato, isso ocorreu porque a quantidade de nitrogênio, fornecida por este dejetos, é maior que a fornecida pela cama de aviário, conforme verificado na Tabela 2.

Tabela 16. Acamamento de plantas de crambe (%) em função da aplicação de doses de dejetos líquido de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Dejeto líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	13,33	8,33	10,83 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	21,67	13,33	17,50B
Dose 3 ^{3/}	23,33	23,33	23,33 C
Média	19,44 a ^{4/}	15,0 b	

^{1/}Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquido de suínos = 60 m³/ha; ^{2/}Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquido de suínos = 120 m³/ha; ^{3/}Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquido de suínos = 180 m³/ha; ^{4/}Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4. Produtividade de grãos

A adubação com dejetos de animais e a adubação mineral elevaram significativamente a produtividade de grãos de crambe, em relação à testemunha. Entre a adubação com dejetos animais e a adubação mineral não houve diferença significativa na produtividade (Tabela 17). Isso demonstra que, neste solo, a adubação da cultura do crambe foi necessária, não importando, porém, se o fornecimento dos nutrientes foi realizado com aplicação de fertilizante químico ou através de dejetos animais (cama de aviário ou dejetos líquido de suínos).

Tabela 17. Produtividade de grãos de crambe (kg/ha) em função de fontes e doses de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Produtividade	627,13	861,84	-234,71	5,91*
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Produtividade	627,13	852,989	-225,86	5,15*
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Produtividade	852,99	861,84	-8,85	0,91 ^{ns}

^{1/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de produtividade obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. * e ^{ns} = significativo e não-significativo a 5 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Outro autores também não encontraram diferença na produtividade milho adubado com dejetos líquido de suíno e adubos minerais em Latossolo Vermelho distroférico no Oeste do Paraná (SEIDEL et al., 2010; DAL MORO et al., 2010). Já Bulegon et al. (2012), observaram maior produtividade de milho com a utilização de cama de aviário aplicada em cultivo anterior em comparação à adubação química aplicada na semeadura, em Latossolo Vermelho eutroférico na região Oeste do Paraná. Neste caso, os autores atribuem a maior produtividade do milho ao alto valor de N contido na cama de frango e também à liberação contínua de nutrientes no solo e seu efeito residual na cultura subsequente.

Desde que haja um fornecimento de nutrientes adequado, o emprego de dejetos de animais como adubação no cultivo de crame não traz prejuízos ao rendimento de grãos. Louzada (2016) verificou rendimentos semelhantes de grãos de crame adubados com lodo de esgoto e com adubação mineral. Segundo Kimoto (1993), as brássicas estão entre as culturas que mais respondem à adubação orgânica, possibilitando a substituição dos adubos minerais com resultados satisfatórios.

Segundo Briedis et al. (2011) aplicações constantes de dejetos de animais no solo podem proporcionar um efeito residual benéfico, contribuindo para o melhor desempenho das culturas agrícolas que são implantadas posteriormente. E, de acordo com Rodrigues et al. (2009), a matéria orgânica de origem animal aumenta o rendimento das culturas precisamente devido ao seu conteúdo complexo de nutrientes. O efeito positivo na produtividade das culturas ocasionado pela aplicação de dejetos de animais também está relacionado às melhorias nas propriedades físicas (COSTA et al., 2009) e químicas (BRITO; VENDRAME, BRITO, 2005) do solo.

Foi constatado ainda não haver interação significativa, entre os dejetos e as doses avaliadas. Também não houve diferença significativa entre a aplicação do dejetos líquido de suíno e da cama de aviário, assim como entre as doses utilizadas dos dois dejetos (Tabela 18). A menor dose foi suficiente para atingir a mesma produtividade atingida com a adubação mineral.

Provavelmente, os altos teores de nutrientes contidos nas maiores doses encontram-se nos valores correspondentes ao consumo de luxo, em que a absorção de nutrientes não mais incrementa o rendimento de grãos, pois as plantas já atingiram seu máximo potencial produtivo.

Tabela 18. Produtividade de grãos de crambe (kg/ha) em função da aplicação de doses de dejetos líquidos de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Dejeto líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	859,20	792,26	825,733 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	852,25	971,03	911,637 A
Dose 3 ^{3/}	894,85	801,42	848,136 A
Média	868,76 a ^{4/}	854,90 a	

^{1/}Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 60 m³/ha; ^{2/}Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 120 m³/ha; ^{3/}Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquidos de suínos = 180 m³/ha; ^{4/}Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

De acordo com Ceretta et al. (2005), é importante utilizar doses adequadas e evitar a aplicação excessiva de dejetos, pois assim diminui-se o risco de contaminação ambiental. Silva et al. (2015) utilizou as mesmas doses de dejetos líquidos de suínos que foi utilizado neste experimento, em cultivo de *Brachiaria decumbens* em Latossolo Vermelho distrófico, com conteúdo nutricional de 2,75 kg/m³ de N total; 0,85 kg/m³ de P₂O₅ total; 0,83 kg/m³ de K₂O total. E obtiveram a mesma produtividade de matéria seca, considerando, portanto, que o mais adequado seria aplicar a menor dose, ou seja 60 m³/ha de dejetos líquidos de suínos.

A escolha da menor dose está associada ao dano ambiental, pois, conforme descrito por Araújo et al. (2010), muitas áreas que receberam dejetos líquidos de suínos em excesso, já foram grandemente degradadas em função da percolação de nutrientes até o lençol freático. Além disso, a utilização de doses elevadas tanto de dejetos líquidos de suínos quanto de cama de aviário, podem proporcionar desequilíbrio nutricional no solo e consequentes perdas no desenvolvimento e rendimento final das culturas (OLIVEIRA et al., 2009). Todavia, neste experimento, embora tenha sido observada faixa de consumo de luxo, não foi confirmada a dose limitante para a produtividade, baseado nas doses utilizadas.

4.5. Teor de óleo nos grãos

O teor de óleo nos tratamentos que receberam dejetos de animais foi significativamente menor do que o tratamento testemunha (Tabela 19). Entre a adubação mineral e a testemunha não houve diferença significativa no teor de óleo.

No entanto, também não houve diferença significativa entre a adubação com dejetos de animais e a adubação mineral.

A adubação com dejetos de animais resultou em teor de óleo nos grãos 9,80 % menor quando comparado com a testemunha. Tanto a adubação com dejetos animais quanto a adubação mineral não foram eficientes para aumentar o rendimento de óleo de grãos de crambe. O teor de óleo nos grãos foi de aproximadamente 32 %.

Freitas (2010), observou que doses crescentes de N diminuíram o teor de óleo em grãos de crambe. Como os dejetos de animais utilizados neste experimento possuem altos teores de N, provavelmente isso tenha causada a redução no teor de óleo dos grãos. Pois, adubações ricas em N podem promover uma alteração na proporção lipoproteica de sementes oleaginosas, fazendo com que o conteúdo de óleo diminua e o de proteína aumente (CARLOTA; CARVALHO, 1984).

Tabela 19. Teor de óleo nos grãos de crambe (%), em função de fontes de dejetos animais em comparação à testemunha (sem aplicação de fertilizantes) e adubação mineral em um Latossolo Vermelho distroférrico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Testemunha	Adubação com dejetos	Diferença	Teste F ^{1/}
Teor de óleo	34,62	31,53	-3,09	7,61**
	Testemunha	Adubação mineral		Teste F ^{2/}
Teor de óleo	34,62	32,82	-1,8	2,85 ^{ns}
	Adubação mineral	Adubação com dejetos		Teste F ^{3/}
Teor de óleo	32,82	31,53	-1,29	1,72 ^{ns}

^{1/} Comparação entre a média de teor de óleo obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com doses e fontes dos dejetos; ^{2/} Comparação entre a média de teor de óleo obtida no tratamento testemunha (sem adubação) e a média obtida com a adubação mineral; ^{3/} Comparação entre a média dos resultados obtidos com adubação mineral e a média obtida com doses e fontes dos dejetos. ** e ^{ns}= significativo e não-significativo a 1 % de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Apesar disso, o aumento da produtividade de grãos ocasionado pelas adubações compensa a redução no teor de óleo. Considerando que a produtividade de grãos com o uso de dejetos de animais foi 37,43 % maior que a testemunha (Tabela 17), resultando numa produção de óleo final de 271,74 kg/ha contra 217,11 kg/ha produzidos no tratamento testemunha. Isto é, embora a ausência de adubação tenha elevado o teor de óleo nos grãos, a maior produtividade de grãos obtida com adubação orgânica ou mineral elevou a produção de óleo em 27,08 %.

Tabela 20. Teor de óleo nos grãos de crambe (%) em função da aplicação de doses de dejetos líquido de suínos e cama de aviário em um Latossolo Vermelho distroférico típico no Oeste do Paraná. Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Santa Tereza do Oeste, PR. 2015

	Dejetos líquido de suínos	Cama de aviário	Média
Dose 1 ^{1/}	33,77	32,36	33,06 A ^{4/}
Dose 2 ^{2/}	31,21	32,48	31,84 A
Dose 3 ^{3/}	31,14	31,20	31,17A
Média	32,04 a ^{4/}	32,01a	

^{1/}Dose 1: cama de aviário = 3,3 t/ha e dejetos líquido de suínos = 60 m³/ha; ^{2/}Dose 2: cama de aviário = 6,6 t/ha e dejetos líquido de suínos = 120 m³/ha; ^{3/}Dose 3: cama de aviário = 9,9 t/ha e dejetos líquido de suínos = 180 m³/ha; ^{4/}Médias seguidas de letras iguais, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem entre si a 5 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

Analisando-se o efeito do tipo de dejetos animal e as doses aplicadas, torna-se possível verificar que não houve diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 20). Viana (2013), também não verificou nenhuma diferença na produção de óleo de crambe com aplicação de diferentes doses de fertilizantes no Oeste do Paraná.

5. CONCLUSÕES

A adubação residual com dejetos de animais resultou em maior teor foliar de P e Zn em plantas de crambe. Também houve um maior percentual de plantas acamadas, em relação à testemunha e à adubação residual mineral.

A produtividade de grãos e o rendimento de óleo foram equivalentes, em relação às adubações residuais com dejetos de animais e mineral, porém superiores à testemunha, demonstrando que ambos residuais são eficazes em fornecer nutrientes para a cultura da crambe.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALACARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPES, A. S. Os **adubos e a eficiência das adubações**. 3. ed. São Paulo, ANDA, 1998.

AMARO, S; RIBEIRO, L.; PARALTA, E.; CARDOSO PINTO, F. Aplicação de Efluentes de Suiniculturas como Fertilizantes na Agricultura: Impacto na Qualidade dos Meios Hídricos (Santiago do Cacém, Alentejo). In: 8º Congresso da água, Figueira da Foz. Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos, **Anais...** 2006. 9p.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY - AOCS. **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists Society**. 5.ed. Champaign, IL: AOCS, v. 1, 1997.

ANDA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARADIFUSÃO DE ADUBOS. **Anuário Estatístico do Setor de Fertilizantes**. São Paulo, 2015.

ANDRIGUETTO, J. M.; et al. **Nutrição animal: As bases e os fundamentos da nutrição animal**. 4.ed. São Paulo, Nobel, 1981. v.1. 394 p.

ANGONESE, A. A. et al. Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006.

ANTOSIEWICZ, D. M. Adaptation of plants to an environment polluted with heavy metals. **Acta Societatis Botanicorum Poloniae**, v. 61, p. 281-299, 1992.

ARAUJO, E. S.; BRAZ, L. B. P.; ALMEIDA, A. P. S.; BILIBIO, K.C.; MENEZES, J. F. S.; Lixiviação de nitrato com aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4.; FÓRUM DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE, **Anais...**, 2010, Rio Verde.

BISPO, A.S. et. al. 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.

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.

BRIEDIS, C. et al. Efeito primário e residual de resíduos orgânicos de abatedouro de aves e suínos na produtividade do trigo. **Revista Verde**, v.6, p. 221-226, 2011.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo Vermelho distroférrico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, p. 33-40, 2005.

BROCH, D. L.; ROSCOE, R. Fertilidade do solo, adubação e nutrição do crambe. In: FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, p. 22-36, 2010.

CALAROTA, N. E.; CARVALHO, N. M. Efeitos da adubação nitrogenada sobre os conteúdos de óleo e proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). **Revista Brasileira de Sementes**, v. 6, p. 41-48, 1984.

CAMPOS, S. A. **Resíduos avícolas na produção de milho e qualidade da silagem**. 2015. 59 f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Viçosa, MG, 2015.

CHASTAIN, J. P.; CAMBERATO, J. J.; SKEWES, P. Poultry manure production and nutrient content. Chapter 3b In: **Confined Animal Manure Managers Certification Program Manual B Poultry Version 2**. Clemson University Cooperative Extension Service, 2003.

CHAVES, A. P. **Efeito residual da adubação fosfatada sobre produção e acúmulo de nutrientes de abóbora**. 2014. 51f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2014.

CHEN, Z.; JIANG, X. Microbiological Safety of Chicken Litter or Chicken Litter-Based Organic Fertilizers: A Review. **Agriculture**, v. 4, p. 1-29, 2014.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, v1. 2013. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>> Acesso em 23 out 2014.

COSTA, J. P. V. et al. Fluxo difusivo de fósforo em função de doses e da umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, p. 828-835, 2006.

COSTA, A. M. et al. Potencial de recuperação física de um latossolo vermelho, sob pastagem degradada, influenciado pela aplicação de cama de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, edição especial, p. 1991-1998, 2009.

COSTA, N. L. da; SILVA, A. R. da; GRANGEIRO, L. C. Efeito residual da adubação da cebola no rendimento de cenoura. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v. 8, n. 1, p. 07-11, 2012.

CORRÊA, J. C.; MIELE, M. A cama de aves e os aspectos agrônômicos, ambientais e econômicos. In: PALHARES, J.C.P.; KUNZ, A. (Ed.). **Manejo ambiental na avicultura, 2011**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 125-152. (Embrapa Suínos e Aves. Documentos, 149).

CRUZ, R.B. da et al. Adubação orgânica residual no crescimento e produção do gergelim irrigado com água residuária. **Revista Verde**, v. 8, n. 1, p. 257-263, 2013.

DAL MORO, H. G.; MOREIRA, G. C.; SONCELA, A. S. Efeito da aplicação com dejetos líquidos de suíno na cultura do milho. **Cultivando o Saber**, v. 3, p. 154-166, 2010.

DIAS, M. do C. O. (Coord.) **Manual de impactos ambientais: orientações básicas sobre aspectos ambientais de atividades produtivas**. Fortaleza: Banco do Nordeste, 1999. 297 p.

DIAS, V. P.; FERNANDES, E. Fertilizantes: uma visão global sintética. **BNDES Setorial**, n. 24, p. 97-138, set. 2006.

DINIZ, E. R et al. Decomposição e mineralização do nitrogênio proveniente do adubo verde *Crotalaria juncea*. **Científica**, v. 42, n. 1, p. 51-59, 2014.

DINIZ, E. R. **Efeito de doses de adubo verde em cultivos sucessivos de brócolis, abobrinha e milho**. 2011. 101 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, MG, 2011.

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

FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. dos. **Maximização da eficiência de produção das culturas**. EMBRAPA, Brasília, DF, 1999. 294 p.

FASSBENDER, H. W. **Química de suelos; con énfasis en suelos de América Latina**. San José, Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, 1980. 398 p.

FÁVERO, F. **Uso da cama de frango associada à adubação mineral no sistema de produção de grãos da região oeste do Paraná**. 2012, 79 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, 2012.

FIGUEIREDO, R. T. et al. Aproveitamento do efeito residual da adubação com composto orgânico de boi e de aves sobre a produção de rúcula. **Horticultura brasileira**, v. 26, p. 5998-6001, 2008.

FREITAS M. E. E. **Comportamento agrônomico da cultura do crambe (*crambe abyssinica* hoechst) em função do manejo empregado**. 2010. 42 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal). Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD. Dourados, MS, 2010.

FUKAYAMA, E. H. **Características quantitativas e qualitativas da cama de frango sob diferentes reutilizações: efeitos na produção de biogás e biofertilizante**. 2008, 99 f. Tese (doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2008.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, I. C. Adubação orgânica: chance para os pequenos. **Cultivar**, v. 9, p. 38-41, 1999.

GATIBONI, L. C. et al. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, p. 1085-1091, 2008.

GEORGE, T. S. et al. Depletion of organic phosphorus from Oxisols in relation to phosphatase activities in the rhizosphere. **European Journal of Soil Science**, v. 57, p. 1-47, 2006.

HACHMANN, T. L. et al. Resíduos de aves e suínos: potencialidades. **Revista Verde**, v. 8, n. 5, p. 59-65, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA. **Produção pecuária municipal**, Rio de Janeiro, v. 41, p. 1-108, 2013.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFICA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa trimestral do abate de animais**. Sistema IBGE de recuperação automática. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>> Acesso em: 21 de Junho de 2016.

JONDREVILLE, C.; REVY, P. S.; DOURMAD, J. Y. Dietary means to better control the environmental impact of copper and zinc by pigs from weaning to slaughter. **Livestock Production Science**, v. 84, p. 147-156, 2003.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace Elements in Soils and Plants**. 3 ed, London: CRC Press, 2000. 413 p.

KAISER, J. The other global pollutant: nitrogen proves tough to curb. **Science**, v. 94, p. 1268-1269, 2001.

KIM, J. et al. Validating thermal inactivation of *Salmonella* spp. in fresh and aged chicken litter. **Appl. Environ. Microbiol.**, v. 78, p. 1302–1307, 2012.

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.

KUNZ, A. Transformações da Produção Animal no Brasil e suas Consequências Ambientais. In: I Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos de Animais, **Anais...** Florianópolis/SC, 2009.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. Aproveitamento de dejetos de animais para geração de biogás. **Revista de Política Agrícola**, v. 15, n. 3, p. 28-35, 2006.

MALAVOLTA, E. et al. **Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas**. São Paulo, Ed. Pioneira, 1974. 727 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARCOLAN, A. L. **Suprimento e absorção de fósforo em solos submetidos a diferentes sistemas de preparo**. 2006. 107 p. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

MASCARENHAS, H. A. A.; ESTEVES, J. A. F.; WUTKE, E. B. Efeito residual da adubação fosfatada aplicada na cultura que antecede o cultivo da soja. **Nucleus**, v. 11, n. 1, 2014

MATOCHA, J. E. et al. Residual value of phosphorus fertilizer on a calcareous soil. **Agronomy Journal**, v. 62, n. 5, p. 572-574, 1970.

MELLO, S. C.; VITTI, G. C. Desenvolvimento do tomateiro e modificações nas propriedades químicas do solo em função da aplicação de resíduos orgânicos, sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 2, n. 2, p. 200-206, 2002.

MENEZES, J. F. S. et al. **Cama de frango na agricultura: perspectivas e viabilidade técnica econômica**. Rio Verde: FESURV, 2004. 28 p. (Boletim Técnico, 3).

MENEZES, J. F. S. et al. **Estimativa da composição química de dejetos líquidos de suínos da região de Rio Verde - GO em função da densidade**. Rio Verde: FESURV, 2007. 28 p. (Boletim Técnico, 5).

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

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2005. 31 p.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. VIII – Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. 8.

NOVAIS, R. F. et al. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.

OLIVA, A. C. E. **Qualidade de sementes de crambe submetida a métodos de secagem e períodos de armazenamento**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2010.

OLIVEIRA, R. A. de; DUDA, R. M. Tratamento de águas residuárias de suinocultura em reator anaeróbio operado em batelada sequencial. **Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 14, n. 4. p. 533-542, 2009.

OLIVEIRA, R. C., et al. **Cultura do crambe**. 1ed. Cascavel: Assoeste, 2013.

OLIVEIRA, F. de A. et al. Desenvolvimento inicial da mamoeira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 206-211, 2009.

OPLINGER, E. S, et al. **Crambe: alternativefieldcrops manual**. Purdue University, 1991.

- ORRICO JUNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A; LUCAS JUNIOR, J. de. Compostagem de Resíduos da Produção Avícola: Cama de Frangos e Carcaças de Aves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 3, p. 538-545, 2010.
- PARFITT, R. L. Phosphate reactions with natural allophane, ferrihydrite and goethite. **Journal of Soil Science**, v. 40, p. 359-369, 1989.
- PEREZ, S. C. J. G. A. Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophoriumdubium*. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 20, p. 134-142, 1998.
- PITOL, C.; BROCH, D. L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 2010. 60p.
- RIBEIRO, D. O. et al. Comparação de adubação química com cama de frango na cultura da soja (*Glycine max*) em Latossolo vermelho amarelo distrófico no sudoeste goiano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 5., 2009, Goiânia. **Anais...** Londrina: EMBRAPA Soja, 2009.
- SIMÃO, J. B. P.; SIQUEIRA, J. O. Solos contaminados por metais pesados: características, implicações e remediação. **Informe Agropecuário**, v. 22, p. 18-26, 2001.
- RIZZONI, L. B. et al. Biodigestão anaeróbia no tratamento de dejetos de suínos. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, v.9, n.18, p.1-20, 2012.
- RODRIGUES, P. N. F. et al. Crescimento e composição mineral do milho em função da compactação do solo e da aplicação de composto orgânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, p. 94-99, 2009.
- ROSOLEM, C. A.; STEINER, F. Adubação potássica para o crambe. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 140-146, 2014.
- SANTOS, R. H. C. et al. Efeito residual da adubação com composto orgânicosobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1395-1398, 2001.
- SEIDEL, E. P. et al. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum: Technology**, v. 32, p. 113-117, 2010.
- SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 123-131, 2007.
- SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. A New VersionoftheAssistat - StatisticalAssistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, Orlando-FL-USA: **Anais...**Orlando: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006. p. 393-396.

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

SILVA, A. de A. et al. Fertilização com dejetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* e alterações no solo. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 245-265, 2015.

SILVA, E. C.; SILVA FILHO, A. V.; ALVARENGA, M. A. R. Efeito residual da adubação efetuada no cultivo da batata sobre a produção do feijão-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 3, p. 180-183, 2001.

SINDIAVIPAR. **Anuário Paranaense de Avicultura 2015**. Disponível em: < <http://www.sindiavipar.com.br> > Acesso em: 21 de Junho de 2016.

SOUSA, F. A. et al. Redução do potencial poluidor de dejetos de suínos em lagoas de estabilização em série. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 65-73, 2014.

SOUZA, P. A. de et al. Características químicas de folhas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 754-757, 2005.

SOUZA, C. F. et al. Caracterização de dejetos de suínos em fase de terminação. **Revista Ceres**, v. 56, p. 128-133, 2009.

STEINMETZ, R. L. R. et al. Study of metal distribution in raw end screened swine manure. **Clean - Soil, Air, Water**, v.37, p. 239-244, 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 722p.

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.

TOEBE, M. et al. Estimativa da área foliar de *Crambe abyssinica* por discos foliares e por fotos digitais. **Ciência Rural**, v. 40, p. 475-478, 2010.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. van. Hortaliças. In: RAIJ B van; CANTARELLA H; QUAGGIO JA; FURLANI AMC. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC. p. 157/-185, 1996.

VIANA, O. H. **Cultivo de crambe na região Oeste do Paraná**. 2013. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – Cascavel, PR. 2013.

VITTI, A. C. et al. Produtividade da cana-de-açúcar relacionada ao nitrogênio residual da adubação e do sistema radicular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 249-256, 2007.

WILKINSON, K. G. et al. Effect of heating and aging of poultry litter on the persistence of enteric bacteria. **Poultry Science**, v. 90, p. 10-18, 2011.