

CAROLINE KOCH SCHUROFF

**ADUBAÇÃO DA CULTURA DA SOJA COM TORTA DE CRAMBE**

CASCVEL  
PARANÁ - BRASIL  
FEVEREIRO - 2018

CAROLINE KOCH SCHUROFF

## **ADUBAÇÃO DACULTURA DA SOJA COM TORTA DE CRAMBE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Paraná em cumprimento aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia de Energia na Agricultura, área de concentração Agroenergia.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior  
Coorientador: Prof. Dr. Reginaldo Ferreira Santos

CASCADEL  
PARANÁ - BRASIL  
FEVEREIRO- 2018

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

Schuroff, Caroline Koch  
Adubação da cultura da soja com torta de crambe  
/ Caroline Koch Schuroff; orientador(a), Luiz  
Antônio Zanão Júnior; coorientador(a),  
Reginaldo Ferreira Santos , 2018.  
32 f.

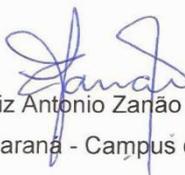
Dissertação (mestrado), Universidade Estadual do  
Oeste do Paraná, Campus de Cascavel, Centro de  
Ciências Exatas e Tecnológicas, Graduação em  
Agronomia Programa de Pós-Graduação em  
Engenharia de Energia na Agricultura, 2018.

1. Torta de Crambe. 2. Soja. 3. Resíduos  
agroindustriais. I. Zanão Júnior, Luiz Antônio . II. Santos  
, Reginaldo Ferreira. III. Título.

CAROLINE KOCH SCHUROFF

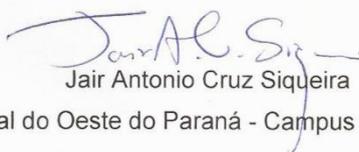
## ADUBAÇÃO DA CULTURA DA SOJA COM TORTA DE CRAMBE

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)



Jair Antonio Cruz Siqueira

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



Clair Aparecida Viecelli

Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Toledo (PUC-Toledo)

Cascavel, 8 de fevereiro de 2018

*“O futuro pertence aqueles que acreditam  
na beleza de seus sonhos”*

*(Elenor Roosevelt)*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por sempre ter me oferecido saúde, sabedoria e alegria.

A todos os meus familiares, em especial aos meus pais Genezio Schuroff e Oneide Beatriz Koch Schuroff, minha irmã Camila Koch Schuroff e ao Fernando Turcatto, por toda contribuição e incentivo ao longo desse período de estudos.

A todos os meus amigos, especialmente a Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karina Sanderson, Prof. MSc. Ana Claudia, Prof.<sup>a</sup> MSc. Daniele Sanderson Silva, as mestrandas Patrícia Caroline Kostaneski e Andressa Carla Grosbelli.

Ao Prof. Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior, pela excelente orientação e ensinamentos realizados durante esses dois anos, além, da amizade.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Energia na Agricultura da Universidade Estadual do Oeste do Paraná “Unioeste” (Campus de Cascavel), pelos ensinamentos.

Aos amigos de Pós-Graduação, pela contribuição para realização desse trabalho.

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Caracterização química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. Santa Tereza do Oeste, 2016 .....8
- Tabela 2 – Quantidade de nutrientes aplicada em cada tratamento avaliado.....09
- Tabela 3 – Altura de plantas e acamamento da soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017..... 11
- Tabela 4 – Massa de mil grãos e produtividade da soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017..... 12
- Tabela 5 – Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017 ..... 14
- Tabela 6 – Teores foliares de cálcio e magnésio em folhas de soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017..... 15
- Tabela 7 – Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésioem solo em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral, após colheita da soja. Santa Tereza do Oeste, 2017 ..... 15

SCHUROFF, Caroline Koch. Ma, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, fevereiro de 2018. **Adubação da cultura da soja com torta de crambe.** Orientador: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior. Coorientador: Dr. Reginaldo Ferreira Santos.

## RESUMO

A preocupação com as fontes renováveis de energia fizeram com que as pessoas buscassem alternativas para um desenvolvimento sustentável com novas perspectivas e viabilidades. Entre essas fontes de energia, destaca-se o biodiesel. Para a produção desse combustível são utilizadas sementes oleaginosas, como a soja. No entanto, com a intenção de não competir com o mercado alimentício uma opção é a utilização de sementes de crambe. Durante o processo de extração do óleo vegetal é gerado um subproduto denominada torta. O objetivo deste trabalho foi avaliar a adubação da cultura da soja com torta de crambe, em comparação com a adubação mineral. O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná em Santa Tereza do Oeste, PR. Foram avaliadas doses de 0, 2, 4 e 8 t ha<sup>-1</sup> de torta de crambe aplicadas a lanço e um tratamento adicional, com adubação mineral. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados com quatro repetições. As variáveis analisadas foram produtividade, altura de plantas, massa de mil grãos, acamamento e teores de nutrientes no solo e foliares. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A torta de crambe pode ser utilizada na adubação da cultura da soja em solos com boa fertilidade. Nesses casos, a adubação mineral pode ser substituída pela adubação com torta de crambe.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Crambe abyssinica* Hochst, *Glycine max*, resíduos agroindustriais.

SCHUROFF, Caroline Koch. Ma, State University of West Paraná, February 2018.  
**Fertilization of soybean crop with crambe cake.** Advisor: Dr. Luiz Antônio Zanão Júnior. Co-advisor: Dr. Reginaldo Ferreira Santos.

## ABSTRACT

Due to a concern with renewable energy sources, there has been a search for alternatives to sustainable development with new perspectives and viability. Among these energy sources, biodiesel has received great attention. For the production of this fuel, oilseeds, such as soybeans, are used. However, in order not to compete with the food market, crambe seeds come as an option. During the process of extracting its oil, a by-product is generated, which is called cake. The objective of this work was to evaluate the fertilization of the soybean crop with crambe cake, in comparison to the mineral fertilization. The experiment was conducted at the Agronomic Institute of Paraná, in Santa Tereza do Oeste, state of Parana. Rates of 0, 2, 4 and 8 t ha<sup>-1</sup> of crambe cake applied by broadcasting were evaluated, as well as an additional treatment with mineral fertilization. The experimental design was a randomized block design with four replications. The variables analyzed were productivity, plant height, thousand grain mass, lodging and nutrient contents in soil and foliar. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA). The averages were compared with the use of Tukey test at 5 % probability. The crambe cake can be used to fertilize the soybean crop in soils with good fertility. In these cases, mineral fertilization can be substituted by crambe cake fertilization.

**KEYWORDS:** *Crambe abyssinica* Hochst, *Glycine max*, agro industrial waste.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	3
2.1 Matriz Energética .....	3
2.2 Cultura do Crambe .....	4
2.3 Cultura da Soja.....	5
2.5 Nutrição das plantas.....	6
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	11
4.1 Alturas de plantas e acamamento .....	11
4.2 Massa de mil grãos e produtividade .....	12
4.3 Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio .....	13
4.4 Teores foliares de cálcio e magnésio .....	14
4.5 Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no solo.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com as questões ambientais vem aumentando, com isso, o mundo tem buscado um desenvolvimento sustentável, ambientalmente correto, socialmente justo e economicamente viável, trazendo novas perspectivas e viabilidades para direcionar o modelo energético. As fontes renováveis de energia, sem dúvida, terão uma participação cada vez mais relevante na matriz energética global devido às pressões legais, sociais e econômicas que esse setor vem sofrendo. Novos incentivos vêm sendo lançados para desenvolvimento e utilização de fontes energéticas renováveis e menos poluidoras, como eólica, solar, ondas e biomassa.

Outra fonte renovável de energia que se tornou foco de atenção pelas suas características de redução de poluição e a fácil produção foi o biodiesel. A crise política e econômica de países produtores de petróleo fez com que países importadores procurassem investir em pesquisa e desenvolvimento de soluções alternativas para reduzir a dependência desse minério, uma das alternativas foi à utilização de óleo vegetal ao invés de óleo diesel.

No Brasil, a utilização dessa tecnologia vem crescendo cada vez mais já que nosso país é um dos maiores produtores de soja e possui grandes perspectivas para a produção de outras sementes oleaginosas.

Uma alternativa para a produção do biodiesel é a cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst). Com a extração do óleo é gerado um resíduo denominado torta, que na maioria das vezes é desprezado. Porém possui quantidades significativas de nutrientes. Dentre estes nutrientes destaca-se a quantidade de nitrogênio existente na torta, sendo esse nutriente um dos mais absorvidos pelas culturas.

Dentre essas culturas destaca-se a implantação da soja, que é uma planta oleaginosa, cultivada no verão e apresenta altos índices de produtividade e exigência nutricional, principalmente o nitrogênio (EMBRAPA, 2016).

Por apresentar altos índices de rentabilidade a soja é a cultura mais cultivada no Oeste do Paraná. No entanto, sua exigência por nutrição eleva o custo de produção. Uma alternativa para redução dos custos é a adubação alternativa, implicando também na redução de impactos ambientais, pois em sua maioria é

realizada com subprodutos agroindustriais.

Visto a importância de alternativas aos produtores, o objetivo deste trabalho foi avaliar a adubação da cultura da soja com torta de crambe, em comparação com a adubação mineral.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Matriz Energética

Segundo Shahamat et al. (2013) e Mobtaker et al. (2010) para se obter uma agricultura sustentável faz-se necessário pensar no uso eficiente da energia. Afirmam ainda que o aumento do padrão de vida da população, bem como um número cada vez maior de habitantes na sociedade, eleva a utilização de energia na agricultura na forma de defensivos agrícolas, fertilizantes, máquinas agrícolas entre outros. O uso frequente dessas energias fósseis pode gerar problemas à saúde pública e ao meio ambiente. Uma alternativa para a redução desses problemas é o uso eficiente da energia ou novas alternativas oriundas de recursos naturais e/ou reciclagem de subprodutos agroindustriais.

Junqueira, Criscuolo e Pino (1982) e Innocente (2015) estão de acordo quando dizem que a energia na agricultura é armazenada e disponibilizada nos produtos finais, como alimentos, sementes e até combustíveis, uma vez que a energia empregada na agricultura é fornecida e sintetizada na grande maioria das vezes por fertilizantes e defensivos.

Para Cattaneo (2014) a maioria da energia consumida no mundo, é proveniente dos derivados de petróleo como da queima do carvão e do gás natural. A dependência dessas fontes preocupa o homem, instigando a busca por outras formas de energia.

Porém Soranso et al. (2008) salientam que essa preocupação também está ligada pelos resultados apontados por alguns estudos que afirmam que a demanda por energia está aumentando e as reservas de petróleo diminuindo, crescendo a necessidade e urgência em substituir os combustíveis de origem fósseis por fontes renováveis.

Fornasari (2014) alega que dentre as opções de fontes renováveis está à produção de óleos vegetais para a geração de biocombustíveis, os quais estão presentes em vários países e são considerados fontes viáveis. O Brasil possui grande potencial na produção de matéria prima no meio agrícola.

## 2.2 Cultura do Crambe

O crambe tem sua origem na Etiópia e, teve seus primeiros experimentos na antiga União Soviética e nos Estados Unidos nos anos 1930 e 1940. A atividade desenvolvida era apenas extração de óleo, estendendo-se assim para a Ásia e Europa (OLIVEIRA et al., 2013).

Após 55 anos o crambe passou a ser pesquisado no Brasil pela Fundação MS com a finalidade de produção de biodiesel e como resultado das pesquisas desenvolveu-se a cultivar FMS - Brilhante. O Paraná passou a ter interesse nessa cultura em função das propriedades do óleo para o setor elétrico e uso industrial (PITOL, 2008).

O interesse pelo óleo de crambe aumentou por ser uma oleaginosa cultivada na entressafra, onde algumas áreas ficam ociosas. É cultivada no inverno e possui uma porcentagem considerável de óleo em sua composição além de não competir com a indústria alimentícia, pois o crambe possui altos teores de ácido erúico (OLIVEIRA et al. 2013).

A temperatura ideal para o período vegetativo é de 15 a 25 °C, tolerando temperaturas até -6 °C por algumas horas não causando grandes danos à cultura (FALASCA et al., 2010). O crambe é sensível ao pH ácido do solo e é considerada uma cultura recicladora de nutrientes (PITOL, BROCH e ROSCOE, 2010; LUNELLI, 2011).

Devido às características de estabilidade a oxidação e alta taxa de biodegradabilidade o óleo do crambe é considerado isolante, tornando-se mais segura sua utilização próximo a nascentes de água, plataformas marítimas entre outros, aumentando seu uso e procura (WILHELM, TULIO e UHREN 2009).

De acordo com Oliveira et al. (2015) para obtenção do óleo de crambe, são necessárias duas etapas: extração de óleo bruto e o refino do mesmo.

O processo de óleo bruto é considerado desde a colheita, onde a mesma deve ser realizada apenas quando a cultura do crambe atingir uniformidade de grãos secos com umidade inferior a 12 % (OLIVEIRA et al., 2015). Mandarino (2001) alerta para a importância do processo de refino e classificação dos óleos oriundos de grãos armazenados. Se feita de forma errônea provoca modificações no sabor e aroma dos farelos e óleos.

Após o processo de classificação o grão entra na extrusora, passa por todo

o processo de retirada do óleo do grão. Nesse processo a torta de crambe é obtida. Ela pode ser utilizada na alimentação de ruminantes, porém com restrição devido à sua composição tóxica. No entanto, pode ser empregada como uma fonte alternativa de adubação orgânica (CANOVA, 2012).

A torta de crambe é uma rica fonte de nutrientes à baixo custo, tanto para alimentação de ruminantes como para utilização em forma de adubo orgânico. Vem sendo utilizada como cobertura de solo em áreas cultiváveis, principalmente nas culturas da soja e do milho (DORIGON e GAI, 2016).

Borges et al. (2012) afirmam que em áreas fertilizadas com torta de crambe, na safra de milho 2011/2012, no estado do Mato Grosso do Sul, ocorreu diminuição da população de nematoides, conseqüentemente auxiliando no aumento da produtividade da cultura nessa safra.

A torta de crambe também é uma alternativa promissora no tratamento de efluentes industriais, contaminados com corantes básicos (OLIVEIRA e FRANCA, 2009). É absorvente de metais pesados Cd (cádmio), Pb (chumbo) e Cr (cromo) em águas contaminadas, além de acumular e tolerar quantidades elevadas de As (arsênio) (LINDNER et al., 2011; COELHO et al., 2011; RUBIO et al., 2011).

### **2.3 Cultura da Soja**

A cultura da soja (*Glycine max*) apresenta-se entre as culturas mais importantes economicamente no mundo. A soja é originária do norte da Ásia, sendo sua domesticação na mesma região (COSTA NETO; ROSSI, 2000).

Chegou ao Brasil via Estados Unidos no ano de 1882, sendo os primeiros estudos com a espécie no estado da Bahia. No ano de 1891 realizara-se teste de adaptação da cultura no estado de São Paulo. Nessa época a soja era estudada como uma cultura forrageira assim como nos Estados Unidos. Seus grãos eram consumidos por animais. O primeiro registro do cultivo da soja no Brasil como cultura econômica e produção de grãos para a indústria foi em 1914, no entanto seu valor econômico só foi reconhecido em 1940 (EMBRAPA, 2003).

A soja possui de modo geral ciclos que podem variar de 110 a 160 dias, classificando-se como ciclo precoce a tardio (EMBRAPA, 2013). Não apresenta tolerância ao excesso hídrico, manifestando grande sensibilidade nos estágios de desenvolvimento, para essa cultura o excesso hídrico é mais limitante que o déficit,

principalmente na fase de germinação (LANTMANN, 2014).

No Brasil a área cultivada com soja aumenta ano a ano (EMBRAPA, 2013). Esse aumento está atrelado aos avanços científicos bem como a disponibilidade de tecnologias para a cultura da soja (FREITAS, 2011).

Para atender em quantidade suficiente uma planta de soja a campo ela deve apresentar cerca de 15 a 30 nódulos (proveniente da fixação biológica de nitrogênio). A falta de nitrogênio em solos limita a produtividade de praticamente todas as plantas do ecossistema, incluindo os agrícolas, principalmente a soja. Hungria, Campo e Mendes (2001) explicam que esse elemento é mais requerido pela soja devido seus grãos serem ricos em proteínas, apresentando um teor médio de 6,5 % de N (OLIVEIRA e SANTOS, 2011).

Embrapa (2003) ressalta a importância dos nutrientes para a cultura da soja e afirma que a absorção deles pode ser influenciada pelas condições climáticas como chuva e temperaturas, bem como pelo material genético da semente.

## **2.5 Nutrição das plantas**

Para o desenvolvimento de qualquer cultura é primordial que o solo forneça os nutrientes que ela necessita durante todo seu ciclo. Segundo Motter et al. (2012) a nutrição das plantas é um dos grandes responsáveis pelo sucesso da produtividade.

A capacidade de absorção de nutrientes pela planta é influenciada por vários fatores como clima, genótipo e sistema de plantio. A absorção normalmente acontece em todo o ciclo da cultura e em diversas velocidades de absorção. (FRANÇA e COELHO, 2001).

Segundo Severino et al. (2006) a quantidade de fertilizantes a ser aplicada é baseada na necessidade apresentada pela análise química do solo, que é responsável em apontar a real necessidade da cultura. Por ela podemos identificar qual nutriente aplicar, bem como sua quantidade. No entanto deve-se levar em conta as condições do solo e clima da região, sempre considerando as quantidades de nutrientes extraídas e exportadas pelas culturas, proporcionando uma adubação eficiente.

Em estudo realizado por Prates et al. (2014) foram utilizadas sete doses de

torta de mamona PDS (produzida direto da semente) e duas doses de silicato de serpentinito (com e sem enxofre elementar). As doses avaliadas foram 0; 0,5; 1; 2; 4; 6 e 8t ha<sup>-1</sup> de torta de mamona PDS (equivalente à aplicação de 0, 15, 30, 60, 120 e 240 kg ha<sup>-1</sup> de N) e as doses de silicato de serpentinito em 0 e 1 t ha<sup>-1</sup>, com e sem enxofre. A aplicação de silicato de serpentinito sem enxofre aumentou os teores e conteúdo de nutrientes de N, P, K, Ca e Mg do crambe e a produção de sementes. O uso de torta de mamona PDS como fertilizante orgânico favoreceu o crescimento e desenvolvimento do crambe. A dose de 8t ha<sup>-1</sup> de torta de mamona PDS foi a mais indicada para a fertilização da cultura do crambe.

Schuroff, Weber e Zanão Júnior (2016) em seu estudo, adubaram canola com torta de crambe. Avaliaram cinco doses de torta de crambe (0, 2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup>) em comparação a uma dose de 400 kg ha<sup>-1</sup> de formulado NPK 10-15-15, todas aplicadas após semeadura. Foram verificados resultados estatisticamente iguais da adubação química e da orgânica, quando analisado o efeito médio das doses da torta de crambe. Quando foi analisado somente o efeito das doses de torta de crambe, verificou-se que os melhores resultados foram obtidos com a utilização de 8 t ha<sup>-1</sup>.

Zuchi et al. (2007) avaliaram o efeito de doses de torta de mamona combinadas com adubo organomineral, sobre a emergência e produtividade do trigo. Combinaram três doses de adubo organomineral (0, 150 e 300 kg ha<sup>-1</sup>) com seis doses de torta de mamona (0, 80, 160, 320, 640 e 1280 kg ha<sup>-1</sup>) e o resultado foi um efeito positivo na produção de grãos de trigo.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), localizado no município de Santa Tereza do Oeste no estado do Paraná, com coordenadas 25° 04' 57,22" de latitude sul e 53° 35' 03,33" de longitude oeste, altitude média de 757m.

Segundo Embrapa (2006) o solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico, de textura muito argilosa.

No mês de agosto de 2016 foi realizada a coleta de amostras do solo na área do experimento, na profundidade de 0-20 cm, para quantificar os atributos químicos de solo antes da implantação do experimento. Os resultados das análises químicas são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química do solo da área experimental, na profundidade de 0-20 cm. Santa Tereza do Oeste, 2016.

pH	C	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	m
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			----- % -----			
4,8	27,8	15,7	0,31	6,5	2,8	0,0	7,2	57	0

Extratores: P, K - Mehlich-1; Ca, Mg, Al - KCl 1mol L<sup>-1</sup>; H+Al - Acetato de cálcio 0,5 molL<sup>-1</sup> - pH 7,0. V = saturação por bases e m = saturação por alumínio.

O delineamento adotado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas quatro doses de torta de crambe: 0, 2, 4 e 8 t ha<sup>-1</sup>, aplicadas a lanço e um tratamento que recebeu adubação mineral: 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura, utilizando-se KCl como fonte, aos 15 dias após a emergência das plantas. A parcela experimental foi composta por novelinhas de 5 m de comprimento e espaçamento entre linhas de 0,45 m, totalizando uma área de 20,25 m<sup>2</sup>.

A torta de crambe utilizada nessa pesquisa foi fornecida pelo Centro Universitário Assis Gurgacz, obtida após a extração mecânica do óleo de sementes de crambe em sistema contínuo a frio, sem uso de solventes. Para esse processo utilizaram uma extrusora modelo Extruder tec slim 2000 e uma prensa Softpress tec slim 2000. A torta de crambe apresentava 5 % de N, 1,5 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 1,4 % de K<sub>2</sub>O, 1 % de Ca e 0,5 % de Mg.

Tabela 2 - Quantidade de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O fornecida pelos tratamentos avaliados.

Tratamentos	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
	----- kg ha <sup>-1</sup> -----		
Testemunha	0	0	0
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	100	30	28
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	200	60	56
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	400	120	112
Adubo mineral*	8	60	70

\* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

A semeadura da soja foi realizada no mês de outubro de 2016, utilizando uma semeadora de fluxo contínuo, com espaçamento entre linhas de 0,45 m e profundidade de semeadura de 2 a 3 cm (GARCIA et al., 2007). A cultivar de soja avaliada foi a Lança IPRO. A aplicação da torta de crambe ocorreu no dia da semeadura. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as necessidades da cultura.

As variáveis avaliadas foram altura das plantas, acamamento, massa de mil grãos, teores foliares de N, P, K, Ca e Mg, produtividade de grãos e teores de P, K, Ca e Mg no solo.

A altura das plantas foi determinada no dia da colheita e compreendeu a distância entre o solo e as extremidades das plantas.

No dia da colheita foi avaliada a porcentagem de plantas acamadas. Sendo definida pela contagem do número de plantas acamadas no total de plantas na área de 10 m<sup>2</sup> de cada parcela experimental.

Quando as plantas apresentavam-se em estágio fenológico de pleno florescimento, em cada parcela foram coletadas 30 folhas recém-maduras, com pecíolo. Após a coleta, elas foram lavadas com água destilada, acondicionadas 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<sup>-1</sup>), determinando-se os teores de K por fotometria de emissão de chama e os de P por colorimetria. Para determinar o teor de N, foi utilizado o método semi micro 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).

Na colheita foi utilizada uma colhedora automotriz de precisão desenvolvida

para unidades experimentais, da marca Wintersteiger Seed Mech<sup>®</sup>, modelo Nursery Master Elite<sup>®</sup>. Para determinar a produtividade, a área útil de colheita foi formada pelas cinco linhas centrais, descartando-se 0,5 m das extremidades, totalizando 9 m<sup>2</sup> de área colhida.

Os grãos colhidos foram encaminhados ao laboratório para beneficiamento, pesagem e determinação da umidade. Posteriormente, foi calculada a produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) corrigindo-se a 13 % de umidade.

A massa de mil grãos foi determinada segundo a RAS (2009). Foram contadas oito repetições de 1000 sementes de cada parcela. Em seguida elas foram pesadas.

Após a colheita total da soja foram coletadas amostras de solo, em cada parcela, na profundidade de 0 a 10 cm. Foram coletadas seis sub amostras em cada parcela, sendo uma na linha e duas nas entre linhas. Após a coleta, as sub amostras foram homogeneizadas e formaram uma amostra de aproximadamente 500 g. 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 e teores de Ca e Mg utilizando-se extrator KCl 1 molL<sup>-1</sup>, conforme metodologia descrita em Pavan et al. (1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o aplicativo Assistat (SILVA, 2016).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Alturas de plantas e acamamento

A aplicação de torta de crambe no solo proporcionou diferença entre suas doses utilizadas, quando comparadas com a adubação mineral e a testemunha. A dose de 8 t ha<sup>-1</sup> de torta de crambe provocou maior altura de plantas (Tabela 3). Esse resultado está diretamente associado ao resultado do índice de acamamento, ou seja, com a aplicação de 8 t ha<sup>-1</sup> de torta de crambe maior também foi o índice de acamamento das plantas (Tabela 3).

O acamamento é diretamente influenciado pelo crescimento das plantas. Assim, fatores como clima, época de semeadura e principalmente fertilidade do solo, que afetam o crescimento, influenciam também o acamamento dos vegetais. O desenvolvimento da cultura da soja em altitudes superiores a 500 m, associada a solos que apresentem boa fertilidade, possuem maior probabilidade de acamamento das plantas conforme COODETEC (2009). A disponibilidade de N em abundância também leva ao crescimento desarranjado da parte aérea em comparação com o crescimento da raiz, levando ao acamamento, como afirmam Taiz e Zeiger (2017). No caso da aplicação de 8 t ha<sup>-1</sup> de torta de crambe foram disponibilizados 400 kg ha<sup>-1</sup> de N, o que pode ter proporcionado esse maior crescimento e índice de acamamento das plantas.

Tabela 3 - Altura de plantas e índice de acamamento da soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017.

Tratamento	Altura de plantas	Acamamento
	----- cm -----	----- % -----
Testemunha	96,25 b	0,75b
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	96,25b	0,75b
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	98,75b	1,25b
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	103,00 a	5,50 a
Adubo mineral*	97,00 b	0,75b
C.V.(%)	7,26	4,67

Médias seguidas por letras distintas na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %. \* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

Schuroff, Weber e Zanão Júnior (2016) realizaram estudo semelhante, no qual avaliaram quatro doses de torta de crambe (2, 4, 8 e 16 t ha<sup>-1</sup>) e adubação

mineral na cultura da canola. Não verificaram diferença entre a adubação com torta de crambe e adubação mineral para altura de plantas.

Nolla et al. (2017), avaliando a aplicação de torta de filtro, um resíduo orgânico da agroindústria da cana-de-açúcar, também verificaram aumento da altura de plantas de soja, atingindo a máxima, com a aplicação de 20 t ha<sup>-1</sup> desse resíduo.

Zuchi e Zanúncio (2010) adubaram trigo e triticales com torta de mamona, em casa de vegetação e constataram que conforme houve o aumento da disponibilidade de N, ocorreu o aumento do acamamento. Além disso, verificaram que doses de até 320 kg ha<sup>-1</sup> de torta de mamona não afetaram o rendimento das culturas, porém, acima disso houve redução da emergência das plântulas e número total de perfilhos férteis.

## 4.2 Massa de mil grãos e produtividade

A massa de mil grãos não sofreu influência das doses aplicadas de torta de crambe em comparação com a testemunha e adubação mineral, não apresentando assim diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Tabela 4).

Tabela 4 - Massa de mil grãos e produtividade da soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017.

Tratamento	Massa de mil grãos	Produtividade
	----- g -----	----- kg ha <sup>-1</sup> -----
Testemunha	165,30 a	4076,06 a
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	168,90 a	4112,10 a
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	169,60 a	4053,66 a
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	172,80 a	4110,01 a
Adubo mineral*	170,20 a	4136,70 a
C.V.(%)	8,04	2,41

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %.\* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

De acordo com Lima et al. (2009) entre os componentes de produção na cultura da soja, a massa de 1000 grãos é o que demonstra a menor variação decorrente das alterações no ambiente de cultivo, justificando os resultados encontrados na avaliação do peso de mil sementes.

Schuroff, Weber e Zanão Júnior (2016) verificaram que a massa de mil grãos de canola também não sofreu alteração quando comparado o efeito médio da

adubação com torta de crambe com adubação mineral. No entanto, quando avaliado o efeito das doses de torta de crambe aplicadas constataram que a sua elevação aumentou a massa de mil grãos, obtendo a máxima com a aplicação de 12,1 t ha<sup>-1</sup> e à partir dessa dose, houve redução. Também verificaram que esse mesmo efeito foi verificado em relação à produtividade de grãos.

Em relação à produtividade de grãos não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados em comparação com a adubação mineral (Tabela 4). Fato esse que atesta que para a adubação da cultura da soja em solos com boa fertilidade como o da área experimental a torta de crambe pode substituir totalmente a adubação mineral. Segundo Viana e Vasconcelos (2009), a matéria orgânica é uma fonte alternativa de adubação que por meio de decomposição e liberação lenta de nutrientes, torna-se uma opção eficaz e de baixo custo para a produção da soja.

Nolla et al. (2017), avaliando a aplicação de torta de filtro na cultura da soja em solo arenoso, verificaram que a dose de 20 t ha<sup>-1</sup> proporcionou os melhores resultados em relação à produtividade de grãos. Santos et. al. (2010), em estudo esse mesmo resíduo na adubação da cana de açúcar, encontraram resultados significativos com a utilização de até 4 t ha<sup>-1</sup> na produção de colmos da cultura. Entretanto vale salientar que os pesquisadores enriqueceram a torta de filtro com fosfato solúvel.

A maior altura de plantas e acamamento observados com a aplicação de 8 t ha<sup>-1</sup> não influenciaram a produtividade das plantas, pois não foi verificada diferença entre as doses de torta de crambe utilizadas. Nesse caso, a menor dose, de 2 t ha<sup>-1</sup> pode ser a recomendada pela questão econômica.

### **4.3 Teores foliares de nitrogênio, fósforo, potássio**

A aplicação de torta de crambe no solo não proporcionou diferenças significativas nos teores de N, P e K nas folhas da soja em comparação à adubação mineral e testemunha (Tabela 5). De acordo com a faixa de interpretação de teores de nutrientes nas folhas de soja, coletadas com pecíolo (NEPAR, 2017), são considerados adequados os teores de N acima de 41 g kg<sup>-1</sup>. Assim, os teores de N encontrados nas folhas se encontram adequados para a cultura da soja em todos os tratamentos.

Tabela 5 - Teores foliares de nitrogênio, fósforo e potássio em folhas de soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017.

Tratamentos	N	P	K
	----- g Kg <sup>-1</sup> -----		
Testemunha	41,04 a	3,00 a	22,71 a
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	42,53 a	2,86 a	22,47 a
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	41,85 a	2,85 a	22,21 a
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	42,03 a	2,94 a	22,28 a
Adubo mineral*	42,04 a	2,93 a	22,01 a
C.V.(%)	4,56	9,51	3,99

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %. \* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

Os teores foliares de P são considerados suficientes quando se apresentam entre 2,8 e 3,6 g kg<sup>-1</sup> (NEPAR, 2017). Sendo assim, no presente trabalho, constatou-se que todas as parcelas avaliadas apresentaram plantas com teores de P considerados suficientes (Tabela 5).

Em todos os tratamentos, os teores foliares de K também foram considerados suficientes, ou seja, superiores a 22 g kg<sup>-1</sup>, segundo NEPAR (2017). Pereira (2017) adubou a cultura do crambe com doses de dejetos suínos e cama de aviário e comparou com adubação mineral. Também não verificou diferença significativa para os teores de K nas folhas do crambe, em solo com teor desse elemento em 0,31 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> antes da implantação da cultura. Esse mesmo valor o solo da área experimental apresentava na implantação do presente experimento (Tabela 1). Todavia pode não ter ocorrido diferença significativa entre as doses e o tipo de adubação utilizada devido à boa fertilidade do solo da área experimental (Tabela 1).

Urano et al. (2006) avaliaram 111 talhões de soja no estado do Mato Grosso do Sul, sendo 39 considerados de alta produção. As plantas desses talhões apresentavam teores foliares de 40,6 g kg<sup>-1</sup> de N, 3,0 g kg<sup>-1</sup> de P e 23,1 g kg<sup>-1</sup> de K. Esses valores são muito semelhantes aos descritos na Tabela 5.

#### 4.4 Teores foliares de cálcio e magnésio

Não houve diferença estatística significativa para teores foliares de Ca e Mg entre os tratamentos avaliados (Tabela 6). De acordo com NEPAR (2017), os

valores acima de 8 a 11 g kg<sup>-1</sup> e 3,0 a 4,8 g kg<sup>-1</sup> para Ca e Mg, respectivamente, são considerados teores foliares suficientes, portanto os observados nesse estudo se encontram em altas concentrações (Tabela 6).

Tabela 6 - Teores foliares cálcio e magnésio, em folhas de soja em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral. Santa Tereza do Oeste, 2017.

Tratamentos	Ca	Mg
	----- g kg <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	17,29 a	5,33 a
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	15,59 a	5,01 a
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	15,61 a	5,05 a
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	15,84 a	5,21 a
Adubo mineral*	15,13 a	4,93 a
C.V.(%)	11,55	10,01

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %. \* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

#### 4.5 Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio no solo

Em relação aos teores de P, K, Ca e Mg no solo não foi verificada diferença estatística entre as parcelas experimentais em que foi aplicada torta de crambe em comparação com a testemunha e a adubação mineral (Tabela 7). Souza (2009) obteve aumento da concentração de P no solo em função da elevação de doses de subproduto oriundo de indústrias processadoras de goiabas, constituindo basicamente de sementes da fruta. Segundo NEPAR (2017), em solos argilosos, teores de P entre 8 e 16 mg dm<sup>-3</sup> de P são considerados altos. Todos os valores encontrados no presente estão dentro dessa faixa (Tabela 7).

Tabela 7 - Teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio em solo em função da adubação com doses de torta de crambe em comparação com adubação mineral, após colheita da soja. Santa Tereza do Oeste, 2017.

Tratamento	P	K	Ca	Mg
	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----		
Testemunha	16,67 a	0,48 a	5,94 a	2,31 a
2 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	11,63 a	0,52 a	5,98 a	2,34 a
4 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	12,19 a	0,44 a	5,18 a	2,03 a
8 t ha <sup>-1</sup> torta de crambe	13,71 a	0,57 a	5,53 a	2,19 a
Adubo mineral*	14,05 a	0,59 a	5,53 a	2,12 a
C.V.(%)	49,21	22,78	17,9	28,26

Médias seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey a 5 %. \* 200 kg ha<sup>-1</sup> do formulado NPK 04-30-10 no sulco de plantio e mais 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O em cobertura.

Blanco (2015) avaliou diferentes doses de cama de aviário e dejetos suínos comparados com adubação mineral da cultura da soja. Observou para teor de K em solo que quanto maior a dose maior foi o teor desse elemento quando comparado com adubação mineral e a testemunha. No entanto, quando comparadas somente as fontes orgânicas, a cama de aviário se destacou, apresentando uma média de 0,60 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K no solo. Valores semelhantes como os descritos na Tabela 7 e considerados muito altos por NEPAR (2017).

Innocente (2015) utilizou torta de filtro para adubação de cana de açúcar em solos arenosos comparado com adubação mineral e obteve aumento do teor de Ca conforme aumento da dose aplicada, sendo a máxima de 37,5 t ha<sup>-1</sup>. Mantovani (2004) avaliaram a aplicação de subproduto da indústria frutífera (sementes moídas de goiaba) no solo e também não verificou aumento no teor de Mg no solo.

Os teores de Ca foram classificados como altos (2,1 a 6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e os de Mg como muito altos (> 2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) em todos os tratamentos, conforme classificação proposta por NEPAR (Tabela 7).

Silva et al. (2012) afirmam que a utilização de torta de mamona como fertilizante apresenta excelente potencial de uso na agricultura.

## 5. CONCLUSÃO

A torta de crambe pode ser utilizada na adubação da cultura da soja em solos com boa fertilidade. Nesses casos, a adubação mineral pode ser substituída pela adubação com torta de crambe.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BLANCO, I.B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. 49p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura). Unioeste: Cascavel, 2015.
- BORGES, E.P. et al. **Culturas sucessoras a soja, ao milho e ao algodão, que promovam a redução dos nematóides das lesões radiculares *Pratylenchus brachyurus***. Fundação de Apoio à Pesquisa Agropecuária de Chapadão, Chapadão do Sul, 2012. 36p.
- CATTANÊO, A.J. **Tratamento de semente na cultura do crambe**. 2014. 50p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura). Unioeste: Cascavel, 2014.
- CANOVA, E.B. **Torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) na alimentação de cordeiros**. 2012. 64p. Dissertação (Mestrado em Produção de Animal Sustentável). Instituto de Zootecnia. Nova Odessa, 2012.
- COELHO, G.F. et al. Remoção de chumbo em águas por meio de adsorção em torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hochts). In: **34ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Livro de resumos: Florianópolis, 2011. 217p.
- COSTA NETO, P.R.; ROSSI, L.F.S. Produção de bicomcombustível alternativo ao óleo diesel através da transterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, n.4, p.531-537, 2000.
- COODETEC. **Guia de produtos 2009 Soja Sul**. Cascavel: COODETEC, 2009. 55p.
- DORIGON, S.; GAI, V.F. Torta de crambe na alimentação de ovinos para o controle de parasitas gastrintestinais. **Cultivando o Saber**, v.9, n.3, p.265-274, 2016.
- EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p.
- EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento de Solos: Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná**. Londrina: Embrapa Soja, 2006. 204p.
- EMBRAPA. **Tecnologia de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2014**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265p.
- EMBRAPA. **Produção de soja no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2016. 123p.
- FALASCA, S.L. et al. *Crambe abyssinica*: An almost unknown crop with a promissory future to produce biodiesel in Argentina. **Internacional Journal of Hydrogen Energy**, v.35, n.11, p.5808-5812, 2010.

FORNASARI, C.H. **Otimização da extração de óleo por solventes e secagem em espécies vegetais com potencial energético**. 2014. 24p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) Unioeste: Cascavel, 2014.

FRANÇA, G.E.; COELHO, A.M. Adubação do milho para silagem. In: CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A. et al. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.53-83, 2001.

FREITAS, M.C.de. **A cultura da soja no Brasil: O crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola**. Enciclopédia Bioesfera, v.7, n.12, p.1-12, 2011.

GARCIA, A. et al. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Circular técnica, n.51, Londrina, 2007. 12p.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J. MENDES, I.C. **Fixação biológica de nitrogênio na cultura da soja**. Circular técnica, n.35, Londrina, 2001, 48p.

INNOCENTE, A.F. **Análise energética da aplicação de torta de filtro na substituição parcial da adubação inorgânica sintética da cana de açúcar**. 2015. 139 p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Energia na Agricultura). UNESP - Botucatu, 2015.

JUNQUEIRA, A.A.B.; CRISCUOLO, P.D.; PINO, F.A. O uso da energia na agricultura paulista. **Agricultura em São Paulo**, v.29, n. 1 e 2, p. 55-100, 1982.

LANTMANN, A. A água no desenvolvimento da soja. **Projeto Soja Brasil**. 2014. Disponível em: <<http://www.projetosojabrasil.com.br/artigo-agua-desenvolvimento-da-soja/>>. Acesso em: 04 Jul. 2017.

LINDNER, G. et al. Utilização da torta de crambe (*Crambe abyssinica*) como adsorvente de cromo de soluções aquosas. In: **34° Reunião anual da sociedade brasileira de química**. Livro de resumos: Florianópolis, 2011. 217p.

LIMA, E.V. et al. Características agrônômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja “safrinha” sob semeadura direta em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v.31, n.1, p.69-80, 2009.

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

MANDARINO, J.M.G. **Tecnologia para produção do óleo de soja: descrição das etapas, equipamentos, produtos e subprodutos**. Documentos 171: Londrina, 2001. 40p.

MANTOVANI, J.R. et al. Uso fertilizante de resíduo da indústria processadora de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.339-342, 2004.

MOBTAKER, H.G. et al. Sensitivity analysis of energy inputs for barley production in Hamedan Province of Iran. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v.137, n.3, p.367-372, 2010.

MOTTER, A. et al. Nutrição mineral e a incidência de patógenos em plantas. In: VIECELLI, C.A. **Nutrição mineral e a incidência de doenças em plantas**. Cascavel: Assoeste, 2012. cap.1, p.15-30.

NOLLA, A. Desenvolvimento e produção de soja submetida a doses de torta de filtro em latossolo arenoso. **Journal of Agronomic Sciences**, v.6, n.1, p.1-11, 2017.

OLIVEIRA, V. F.; FRANCA, A. S. Estudo do equilíbrio de adsorção da torta prensada de crambe (*Crambe abyssinica*) e sua aplicação como biosorvente em soluções aquosas de corante. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica, 8, 2009. Uberlândia. **Anais**. Uberlândia, 2009.

OLIVEIRA, R.C.; SANTOS, D.B. Adubação foliar na estimulação de nodulação e produtividade da soja. **Cultivando Saber**, v.1, n.1, p.140-146, 2011.

OLIVEIRA, R.C. et al. **Cultura do crambe**. Cascavel: Assoeste, 2013. 70p.

OLIVEIRA, R.C. et al. **Agro industrialização do Crambe**. Cascavel: Assoeste, 2015. 75p.

NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ / SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017, v.1. 482p.

PAVAN, M.A. et al. **Manual de análise química do solo e controle de qualidade**. IAPAR: Londrina, circular técnica, n.76, 1992. 38p.

PEREIRA, N. **Adubação do crambe com dejetos de animais**. 46p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Energia na Agricultura). Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE. Cascavel, PR, 2011.

PITOL, C. Cultura do Crambe. In: **Tecnologia e Produção: Milho safrinha e culturas de inverno**. Fundação MS, p.85-88, 2008.

PITOL, C.; BROCH, D.L.; ROSCOE, R. **Tecnologia e Produção: crambe 2010**. Maracaju: Fundação MS, 2010. 60p.

PRATES, F.B.S. et al. Acúmulo de nutrientes e produtividade de crambe em função da fertilidade com torta de mamona e serpentina. **Ciência Rural**, 2014.v.44, n.5, p.810-816.

RAS – **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – Secretaria de Defesa Agropecuária – MAPA/ACS, Brasília, 2009. 399p.

RUBIO, F. et al. Adsorção de cádmio em águas contaminadas utilizando torta de crambe (*Crambe abyssinica* Hoscht) como adsorvente de cromo em soluções aquosas. In: **34° Reunião anual da sociedade brasileira de química**. Livro de resumos: Florianópolis, 2011. 217p.

SCHUROFF, C.K.; WEBER, T.; ZANÃO JÚNIOR, L.A. **Adubação da cultura da canola com torta de crambe**. Trabalho de Conclusão de Curso (Agronomia). Centro Universitário Assis Gurgacz – FAG. Cascavel, PR, 2016. 10p.

SANTOS, D.H. et al. Produtividade de cana-de-açúcar sob adubação com torta de filtro enriquecida com fosfato solúvel. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.40, n.4, p.454-461, 2010.

SEVERINO, L.S. et al. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macro e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.4, p.563-568, 2006.

SHAHAMAT, E.Z. et al. Energy use and economical analysis of sugarcane production in Iran a case study: Debel Khazaei agro–industry. **Internacional Journal of Agriculture and Crop Sciences**. v.5, n.3, p.249-252, 2013.

SILVA, M.A. et al. Cultivo de sequeiro da mamona adubada com casca de mamona e fertilizante nitrogenado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, n.4, p.375-379, 2012.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software version 7.7 and e its use the analysis of experimental data. **African Journal of agricultural research**, v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOUZA, H. A. **Viabilidade de adubação da goiabera “Paluma” utilizando subproduto residual da indústria processadora de frutos da própria cultura**. 2009. 57p. Dissertação (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita”). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

SORANSO, A.M. et al. Desempenho dinâmico de um trator agrícola utilizando biodiesel destilado de óleo residual. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.12, n.5, p. 553-559, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 722p.

TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2ed. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS – Boletim Técnico, n. 5, 1995. 174p.

URANO, E.O.M. et al. Avaliação do estado nutricional da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.9, p.1421-1428, 2006.

VIANA, E. M.; VASCONCELOS, A. C. F. Produção de alface adubada com termo fosfato e adubos orgânicos. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n.2, p.217-224, 2008.

WILHELM, H.M.; TULIO, L.; UHREN, W. Produção e uso de óleos vegetais isolantes no setor elétrico. **Revista Brasil Engenharia**, v.592. p.120-124, 2009.

ZUCHI, J. et al. Efeito da torta de mamona sobre componentes de rendimento de trigo. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.2, n.2, p.1080-1083, 2007.

ZUCHI, J.; ZANUNCIO, J.C. **Rendimento de grãos de trigo e triticales com utilização de torta de mamona**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 128. Embrapa: Pelotas, 2010. 18p.