



Utilização de composto orgânico proveniente da indústria de celulose na cultura do crambe (*Crambe abyssinica* Hochst)

Raquel Santos Sacramento¹, Joseane Oliveira da Silva², Lorena Lima Ferraz^{3*}, Samara Teixeira Pereira⁴

¹Técnica em Biocombustíveis, Instituto Federal da Bahia, Brasil.

²Doutora em Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Professora do Instituto Federal da Bahia, Brasil.

³Mestranda em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil. (*Autor correspondente: lorenalferraz@gmail.com)

⁴Doutoranda em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal da Paraíba, Brasil.

Histórico do Artigo: Submetido em: 11/11/2019 – Revisado em: 04/12/2019 – Aceito em: 07/01/2020

RESUMO

As indústrias do setor de celulose geram grandes quantidades de resíduos em seu processo produtivo, elevando os custos com tratamento e destinação final. Entretanto, a maioria dos resíduos provenientes da extração de celulose possuem características que favorecem o seu reaproveitamento. Visto isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes do composto orgânico proveniente de lodo biológico da estação de tratamento de efluentes de uma indústria celulósica localizada no sul do estado da Bahia, no desenvolvimento da cultura do crambe, oleaginosa utilizada para a produção de biodiesel devido ao baixo custo e curto ciclo de produção, encontrando-se em processo de crescimento devido ao gradativo interesse pela produção dos óleos vegetais. Foram avaliadas cinco doses do adubo orgânico (0, 20, 40, 60 e 80 Mg ha⁻¹) com quatro repetições, totalizando vinte unidades experimentais. Foram examinadas a massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA), planta total (MST) e conteúdo dos nutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio. As doses do composto orgânico apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey para todas as variáveis analisadas, evidenciando que as diferentes doses do composto orgânico influenciaram no comportamento crescente das variáveis. Além disso, o aumento na dose do composto orgânico proporciona um crescimento linear no conteúdo de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na MSR, MSPA e MST, exceto para conteúdo de K e Ca na raiz, que apresentaram comportamento exponencial.

Palavras-Chaves: Adubação orgânica, nutrição, reaproveitamento de resíduo.

Use of an organic compound from the cellulose industry at the cultivation of crambe

ABSTRACT

The cellulose industries generate large amounts of waste in their production process, increasing treatment and final disposal costs. However, most of the waste from cellulose extraction has characteristics that favor its reuse. Therefore, the present work aimed to evaluate the effects of increasing doses of organic sludge from the wastewater treatment plant of a cellulosic industry located in southern Bahia State, on the development of crambe, oleaginosa culture. It is used for biodiesel production due to its low cost and short production cycle, and is in the process of growing due to the gradual interest in the production of vegetable oils. Five doses of organic fertilizer (0, 20, 40, 60 and 80 Mg ha⁻¹) were evaluated with four replications, totaling twenty experimental units. Root dry matter (MSR), shoot (MSPA), total plant (MST) and nutrient content of nitrogen, phosphorus, potassium and calcium were examined. The doses of organic compound showed significant differences at 5% probability by Tukey test for all variables analyzed, showing that the different doses of organic compound influenced the increasing behavior of the variables. In addition, the increase in organic compound dose provides a linear growth in nitrogen, phosphorus, potassium and calcium content in MSR, MSPA and MST, except for root K and Ca content, which exhibited exponential behavior.

Keywords: Organic fertilization, nutrition, waste reuse.

1. Introdução

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst. ex Fries) é uma planta de ciclo anual, pertencente à família Brassicaceae, cujas sementes apresentam alto teor de óleo (Carneiro et al., 2009). É nativa da Etiópia, sendo domesticada na região do Mediterrâneo e adaptada a regiões secas e frias (Knights, 2002). Porém, ela vem sendo cultivada em algumas regiões de clima tropical e subtropical, influenciada pelo interesse industrial no óleo extraído de suas sementes (Carneiro et al., 2009), e mais recentemente para produção de biodiesel.

Segundo Pitol, Broch e Roscoe (2010), essa oleaginosa é promissora para a produção de biodiesel devido ao baixo custo, curto ciclo de produção (floresce aos 35 dias e pode ser colhida aos 90 dias após a emergência), capacidade de adaptação ao clima tropical e subtropical e ao elevado teor de óleo total (ente 35 e 60%). Portanto, mesmo sendo pouco conhecida no Brasil, a sua área de cultivo vem sendo expandida, principalmente na região Centro Oeste, desde o lançamento da primeira variedade no país, em 2007 (Rosolem e Steiner 2014).

Com o aumento da área plantada da cultura, vale ressaltar que, para garantir as melhores condições para o seu desenvolvimento, são necessário investimentos financeiros na aquisição dos fertilizantes químicos, constituindo esse um dos fatores que mais encarecem a produção agrícola de maneira geral (Vital et al., 2018). Além disso, esses fertilizantes estão mais propícios à geração de impactos ambientais, sendo as principais fontes de metais pesados que contaminam solos agrícolas, e conseqüentemente atingem os corpos d'água através do escoamento superficial e infiltração, poluindo as fontes hídricas (Shi et al., 2018). Nesse contexto, a utilização de compostos orgânicos vem se destacando como fonte alternativa para a adubação mineral. Frediani e Fernandes (2012), avaliando o desenvolvimento do crambe com aplicação de cama de aviário, observaram que a cultura respondeu bem a adubação orgânica na variável altura de planta.

As plantas, em geral, respondem bem à adubação nitrogenada, sendo que o efeito externo do nitrogênio mais visível é a vegetação verde e abundante. Corroborando com isso, Freitas et al (2010), trabalhando com diferentes doses de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K) na cultura do crambe observaram que a medida que se aumentou a dose de N aplicado ao solo, em cobertura, houve incremento no teor de N nas folhas, sendo o teor máximo alcançado de 34,56% de N na dose de 158,6 kg ha⁻¹. Todavia, a adubação nitrogenada, seja ela de origem orgânica ou mineral, deve ser bem manejada levando em consideração os possíveis riscos ambientais, uma vez que o N está sujeito a diversas reações que podem resultar em perdas por erosão, lixiviação, volatilização, etc. (Amado, Mielniczuk e Aita, 2002).

Toledo et al. (2015), avaliando a utilização do composto de resíduos da indústria celulósica na produção de mudas de eucalipto, concluíram que a sua aplicação se mostrou tecnicamente viável, apresentando, ainda, qualidade superior à das mudas produzidas com o substrato base de controle. Giácomo et al. (2019) avaliaram os atributos químicos de um solo degradado após a aplicação do mesmo composto, concluindo que o substrato orgânico advindo de resíduos da extração da celulose promoveu melhorias nos atributos químicos do solo, com destaque para os teores de P, K e Ca.

Segundo Lemainski e Silva (2006), o aproveitamento do biossólido líquido (resíduo do tratamento de esgotos da produção celulósica) como fertilizante na cultura da soja é viável. Corrêa et al. (2008), por sua vez, concluíram que a produtividade da soja é favorecida pela aplicação de lodo de esgoto centrifugado e de biodigestor, escória de aciaria (resíduo da indústria da fundição do aço e do ferro-gusa) e lama cal (resíduo da fabricação de papel e celulose).

Apesar da existência de trabalhos com aplicação de compostos orgânicos provenientes de esgoto doméstico e resíduos agroindustriais em diferentes culturas, como visto em Silva et al. (2019) e Correa et al. (2019), poucos estudos estão relacionados com o reaproveitamento do composto orgânico da indústria de celulose, principalmente na cultura do crambe, justificando a necessidade de pesquisas nessa área. Segundo Bellote et al. (1998), as indústrias do setor geram grande quantidade de resíduos líquidos e sólidos com alta carga orgânica, chegando a 48 toneladas de resíduo para 100 toneladas de celulose produzida, o que encarece o processo de tratamento e destinação final. Já a cultura do crambe encontra-se em processo de expansão devido ao crescente interesse pela produção dos óleos vegetais, o que impulsiona os estudos acerca das

possibilidades de interação no manejo da oleaginosa (Colodetti, et al., 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação de doses crescentes do composto orgânico, proveniente de lodo biológico da estação de tratamento de efluentes de indústria celulósica, no desenvolvimento da cultura do crambe.

2. Material e Métodos

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), campus Porto Seguro-BA, com altitude de 4 m, 16° 27' 00" S e 39° 03' 54" W. O solo utilizado foi o Argissolo Amarelo Distrófico típico A proeminente, com textura arenosa. Antes da implantação do experimento, realizou-se uma análise de solo na profundidade de 0 a 0,20 m para determinação das características químicas de acordo com a metodologia da Embrapa (2017). O resultado de tal análise é apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo na profundidade de 0-20 cm, antes da implantação do experimento.

| P | K | Na | Zn | Fe | Mn | Cu | B | S | Prem |
|--|-----------|-----------|-----------|-------------|------------|------------------------------------|----------|----------|-------------|
| -----mg/dm ³ ----- | | | | | | | | | mg/L |
| 8,5 | 31 | 11 | 7,3 | 84,8 | 7,8 | 1,0 | 0,1 | 6,2 | 53 |
| pH (H₂O) | Ca | Mg | Al | H+Al | M.O | SB | T | V | m |
| -----cmol _c /dm ³ ---- | | | | | dag/kg | cmol _c /dm ³ | | ----%--- | |
| 6,4 | 1,6 | 0,5 | 0,0 | 1,5 | 1,1 | 2,2 | 3,7 | 59,5 | 0,0 |

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com a aplicação de cinco doses do composto orgânico, constituindo os seguintes tratamentos: T1: 0 Mg ha⁻¹ (testemunha); T2: 20 Mg ha⁻¹; T3: 40 Mg ha⁻¹; T4: 60 Mg ha⁻¹ e T5: 80 Mg ha⁻¹, com quatro repetições. Cada unidade experimental foi constituída por vasos com capacidade para 2,8 dm³ de solo, totalizando 20 unidades experimentais. Foram examinadas a massa seca da raiz (MSR), parte aérea (MSPA), planta total (MST) e conteúdo dos nutrientes nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca).

O solo foi seco ao ar, destorroado, peneirado, homogeneizado e recebeu os tratamentos acima citados. Na adubação orgânica foi utilizado o humoativo proveniente do Lodo Biológico da Estação de Tratamento de Efluentes da Indústria de Celulose Veracel S.A., no município de Belmonte-BA, com as seguintes características químicas (Tabela 2).

Tabela 2 – Análise química do composto orgânico (humoativo) utilizado no experimento.

| Ni | Mn | Pb | Cu | Cd | Cr | Hg | Mo | Fe | Zn |
|------------------------------|-----------|------------------------------------|--------------|-----------|------------|------------------------------------|-----------|------------------------------|-----------------------|
| mg dm ⁻³ | | | | | | | | | |
| 3,010 | 21,390 | 0,091 | 0,970 | 0,150 | 0,310 | 0,001 | 0,200 | 212,300 | 51,350 |
| pH (H₂O) | P | K | Ca+Mg | Ca | M.O | Na | Al | NO₃ | NH₄ |
| ----mg dm ⁻³ ---- | | cmol _c dm ⁻³ | | % | | cmol _c dm ⁻³ | | ----mg dm ⁻³ ---- | |
| 7,310 | 46,370 | 90,800 | 13,000 | 8,500 | 47,780 | 0,430 | 0,050 | 6367,540 | 168,090 |

Utilizou-se a cultivar de crambe FMS Brilhante, com ciclo médio de 90 dias, fornecida pela Fundação MS. Foram semeadas cinco sementes por vaso e, após uma semana realizou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso. A irrigação da cultura foi realizada mantendo-se 80 % da capacidade de campo, que foi determinada aplicando o Método de Campo descrito por Bernardo, Soares e Mantovani (2008).

No período de realização do estudo não houve necessidade da aplicação de técnicas de manejo para controle de plantas daninhas, pragas ou doenças. Aos 90 dias após a emergência, as plantas foram colhidas, separando-se parte aérea e raiz para determinação da massa fresca. Em seguida, as partes da planta foram secas em estufa a 60 °C até atingir massa constante, visando padronizar as determinações, quando então foram pesadas e separadas. As amostras passaram pela moagem no moinho tipo Wiley.

Para a determinação de N, foi utilizado o método de Kjeldahl, que segundo VELP (2014), é o mais aplicado para a determinação de nitrogênio. O procedimento consiste na utilização da digestão sulfúrica para a obtenção do extrato, cujo nitrogênio presente é transformado em sulfato de amônio, seguido da destilação com liberação da amônia, fixada em solução ácida (Mapa, 2013). Por fim, o teor de Nitrogênio foi determinado via Colorimetria por titulação seguindo orientações de Jackson (1958).

Para a obtenção dos extratos para a determinação dos demais macronutrientes (P, K e Ca), foi utilizada a digestão nítrico-perclórica, que consiste na solubilização dos compostos utilizando os ácidos nítrico (HNO_3) e perclórico (HClO_4). A análise dos macronutrientes foi realizada por meio do procedimento de espectrometria de emissão em chama para K e colorimetria para P, como proposto por Braga e Defelipo (1974). Os teores de Ca foram determinados via espectrometria de absorção atômica, conforme metodologias apresentadas por Embrapa (2017). A partir das análises químicas foram obtidos os teores totais de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio em g kg^{-1} para a parte aérea e raiz.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e posteriormente ajustados ao modelo de regressão, com significância testada pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade. Quando as significâncias foram detectadas pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste de Turkey a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando-se o software SAEG.

3. Resultados e Discussão

3.1 Produção de biomassa vegetal

As doses do composto orgânico apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade pelo teste Tukey para as variáveis MSR, MSPA e MST, evidenciando que as diferentes doses do composto orgânico influenciaram no comportamento das variáveis.

Conforme as Figuras 1, 2 e 3 observou-se que a MSR, MSPA e MST, respectivamente, apresentaram melhor ajuste ao modelo de regressão linear, com R^2 apresentando valores de 0,79, 0,83 e 0,79, nesta ordem, ou seja, quanto maior a dose do composto orgânico, maior o incremento da biomassa seca. Estes resultados corroboram com Neves et al. (2017), que analisaram o efeito do uso de biofertilizante no desenvolvimento de plantas de crambe, e observaram que a aplicação deste adubo orgânico proporcionou um grande aumento no valor da biomassa seca na parte área da planta, concluindo que o composto serviu como fonte de adubação, passível de ser utilizado alternativamente na cultura do crambe.

A testemunha foi estatisticamente inferior aos demais tratamentos, com a dose 80 Mg ha^{-1} apresentando aumento de 351; 373 e 528%, para MSR, MSPA e MST, respectivamente, em relação a dose 0 Mg ha^{-1} .

Figura 1 - Massa seca da raiz de crambe submetida a diferentes doses de composto orgânico

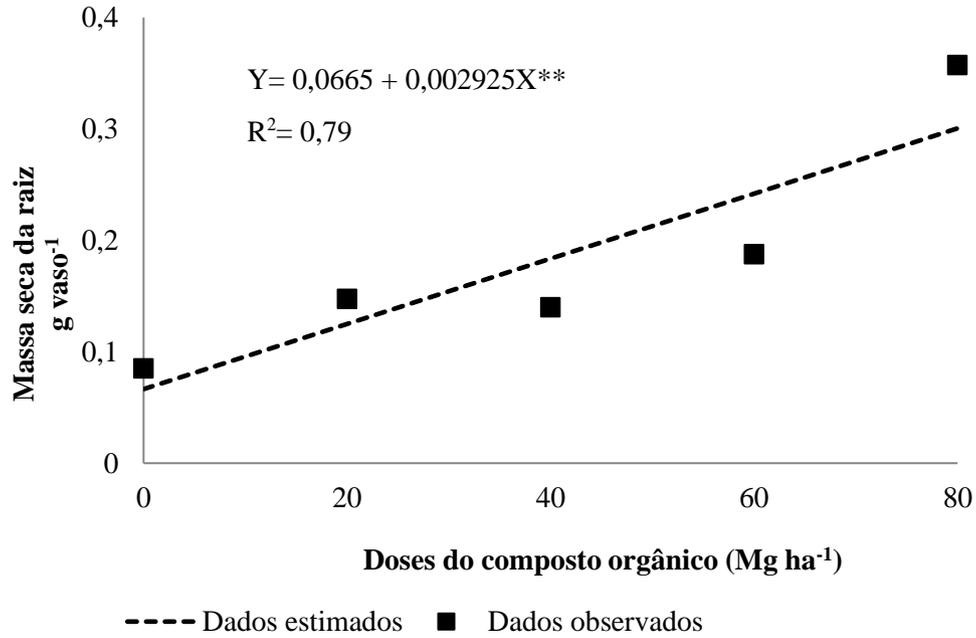


Figura 2 - Massa seca da parte aérea de crambe submetida a diferentes doses de composto orgânico

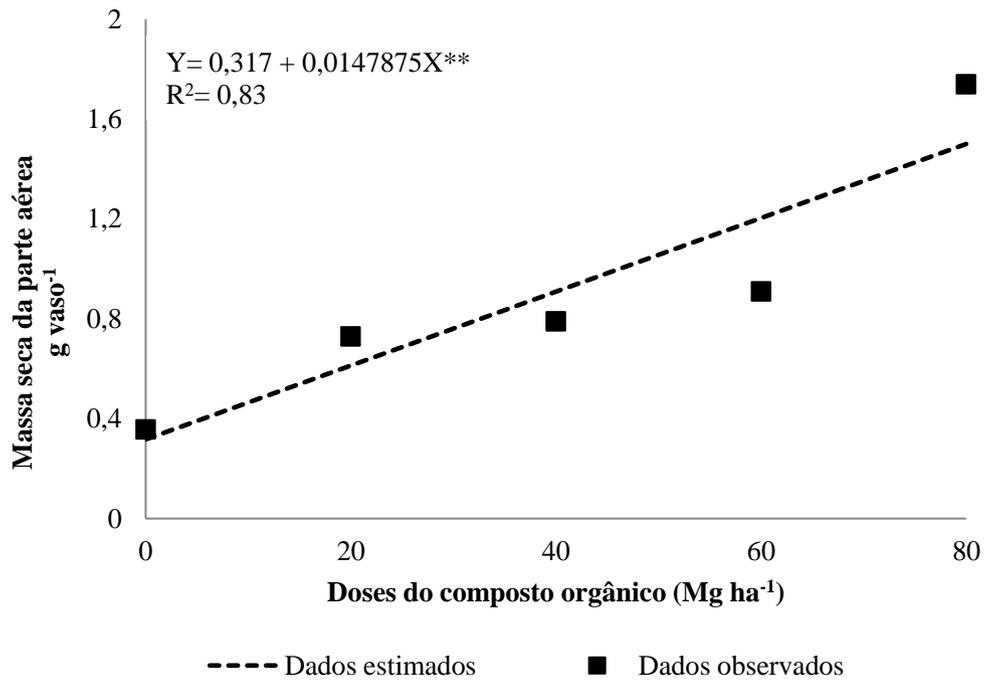
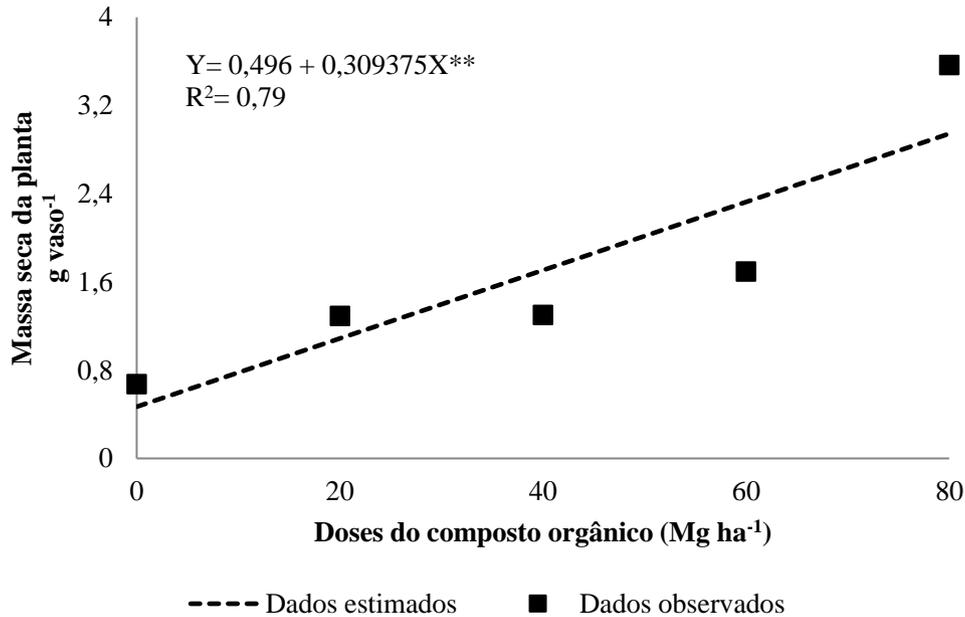


Figura 3 - Massa seca da planta total de crambe submetida a diferentes doses de composto orgânico

Frediani e Fernandes (2012), avaliando a adubação orgânica em crambe observaram que as diferentes doses de composto orgânico utilizadas no experimento não influenciaram significativamente nas variáveis massa verde (g) e massa seca (g). A diferença entre o maior valor de massa verde (16,97g) com o menor (testemunha - 12,67g) foi de 30% com uma média de 44,02 gramas por planta. Essa diferença subiu para 35% quando analisada a massa seca, onde os mesmos tratamentos se mantiveram no extremo de maior e menor massa.

Segundo Mauad et al. (2013), independente do tratamento aplicado na cultura do crambe, o acúmulo de massa seca das plantas é lento até aproximadamente 30 dias após a emergência (DAE). Os autores analisaram a massa seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de crambe, e observaram que a partir dos 28 DAE e início do florescimento (42 DAE), os caules + ramos passaram a contribuir de forma mais intensa para o acúmulo total de matéria seca, sendo o máximo valor dessas estruturas alcançado aos 65 dias após a emergência das plântulas, ou seja, com 5,80g planta⁻¹.

3.2 Conteúdo de nutrientes na biomassa vegetal

A aplicação de doses crescentes do composto orgânico no solo influenciou no maior acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na planta. De acordo com a Tabela 3, o conteúdo de NPK e Ca apresentaram tendência linear para as variáveis parte aérea, raiz e planta total exceto para conteúdo de K e Ca na raiz, que apresentaram comportamento exponencial.

Tabela 3 - Conteúdo de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca) em g planta⁻¹ na parte aérea, raiz e planta total submetido a diferentes doses de composto orgânico

| | Parte aérea | R² |
|-----|--|----------------------|
| N: | $Y = 2,21354 + 0,112017 X^{**}$ | 0,75 |
| P: | $Y = -0,05455 + 0,0180856 X^*$ | 0,93 |
| K: | $Y = 1,6759 + 0,574046 X^*$ | 0,87 |
| Ca: | $Y = 0,940155 + 0,08161 X^*$ | 0,94 |
| | Raiz | |
| N: | $Y = 0,424495 + 0,0218413 X^{**}$ | 0,82 |
| P: | $Y = -0,001015 + 0,00281963 X^{**}$ | 0,67 |
| K: | $Y = -0,420425 + 0,0132703 e^{X^{**}}$ | 0,51 |
| Ca: | $Y = -0,816027 + 0,0146050 e^{X^{**}}$ | 0,64 |
| | Planta total | |
| N: | $Y = 2,63803 + 0,133858 X^{**}$ | 0,82 |
| P: | $Y = -0,0555 + 0,209 X^*$ | 0,91 |
| K: | $Y = 1,92023 + 0,6329X^*$ | 0,90 |
| Ca: | $Y = 1,1646 + 0,1008X^*$ | 0,98 |

** , * , significativos a 1 e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Dos nutrientes analisados, o N foi o que apresentou os maiores valores na parte aérea, raiz e planta total do crambe, em que, comparando a dose de 80 Mg ha⁻¹ com a testemunha, verifica-se acréscimo de 1500 e 405 % no conteúdo de N na raiz e parte aérea, respectivamente. Esses resultados corroboram com Prates et al., (2014) que, avaliando os teores e conteúdo de N, P, K, Ca e Mg, observaram que o N foi o que apresentou maiores acúmulos na cultura do crambe. Para Pitol et al., (2010), o N é o nutriente que apresenta maiores teores também no grão, devido ao aumento na produção de massa nesta parte da planta, representando elevada exportação desse nutriente. No que se refere ao teor de óleo dos grãos, nos estudos realizados por Sampaio et al. (2016), apontam que esse teor é incrementado com o aumento das doses de N, porém, a partir da elevação acentuada das mesmas, o teor de óleo nos grãos tende a estabilizar-se.

Quanto ao fósforo e ao potássio, estes apresentaram melhor ajuste ao modelo de regressão linear para as variáveis parte aérea e planta total, em comparação a variável raiz. Estudos realizados por Sousa e Chaves (2016) mostraram que, mesmo com a aplicação de doses crescentes desses nutrientes na cultura do crambe, as plantas desenvolveram-se com baixo vigor vegetativo e alcançaram o nível de maturação até vinte dias antes do período habitual, caracterizando-se um encurtamento do ciclo.

O aumento das doses do composto orgânico proporcionou aumento linear no conteúdo de nutrientes na cultura do crambe e, consequentemente na biomassa vegetal. Corroborando com a presente pesquisa, Viana et al. (2012), analisando os efeitos de diferentes doses de adubação de base no desenvolvimento e produtividade de grãos e óleo na cultura do crambe, concluíram que o seu crescimento foi influenciado pela variação de doses de NPK, havendo interação significativa na altura de planta e doses de NPK. Rogério et al. (2012) observaram que doses crescentes de fósforo aplicadas em um Latossolo Vermelho Distrófico Típico, contribuíram para o aumento da massa seca de crambe, também corroborando com o presente trabalho.

Diante desses resultados, tem-se que, mesmo com o aumento linear dos nutrientes com a aplicação do composto orgânico, é notória a necessidade de estudos mais avançados acerca do manejo adequado da adubação do crambe, considerando as condições do solo a ser utilizado, os nutrientes que devem ser fornecidos, quais doses e em que períodos (Sousa; e Chaves, 2016).

4. Conclusão

A dose mais alta (80 Mg ha⁻¹) do composto orgânico proporcionou o maior incremento na biomassa seca do crambe. O conteúdo dos macronutrientes nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio na raiz, parte aérea e planta total apresentaram uma tendência de crescimento linear com o aumento na aplicação do composto, exceto para conteúdo de K e Ca na raiz, que apresentaram comportamento exponencial.

O resíduo orgânico proveniente da estação de tratamento de efluentes da indústria celulósica pode ser utilizada como alternativa aos fertilizantes no cultivo do crambe, entretanto, recomenda-se o desenvolvimento de novas pesquisas para análise da produtividade da cultura, tendo em vista ser este um dos pontos mais relevantes.

5. Referências

- Amado, T. J. C.; Mielniczuk, J.; Aita, C. (2002). Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 26(1), 241-248.
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. (2008). **Manual de irrigação** (8a ed.). Viçosa: UFV.
- Bellote, A. F. J.; Silva, H. D.; Ferreira, C. A.; Andrade, G. C. (1998). Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais. **Boletim de pesquisa florestal**, 1(37), 99-106.
- Braga, J. M.; Defelipo, B. V. (1974). Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e material vegetal. **Revista Ceres**, 21(113), 73-85.
- Carneiro S. M. T. P. G.; Romano E.; Marianowski T.; Oliveira J. P.; Garbim T. H. S.; Araujo P. M. (2009). Ocorrência de *Alternaria brassicicola* em crambe (*Crambe abyssinica*) no estado do Paraná. **Summa Phytopathologica**, 35(2), 154-154.
- Colodetti, T. V.; Martins, L. D.; Rodrigues, W. N.; Brinate, S. V. B.; Tomaz, M. A. (2012). Crambe: Aspectos gerais da produção agrícola. **Enciclopédia Biosfera**, 8(14), 258-269.
- Corrêa, J. C.; Büll, L. T.; Crusciol, C. A.C.; Tecchio, M. A. (2008). Aplicação superficial de escória, lama cal, lodos de esgoto e calcário na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 43(9), 1209-1219.
- Correa, B. A.; Parreira, M. C.; Martins, J. S.; Ribeiro, R. C.; Silva, E. V. (2019). Reaproveitamento de resíduos orgânicos regionais agroindustriais da Amazônia Tocantina como substratos alternativos na produção de mudas de alface. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 9(1), 97-104.
- EMBRAPA. (2017). **Manual de métodos de análise de solo** (3a ed.). Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solo.
- Freitas, M. E.; Souza, L. C. F.; Conus, L. A.; Torres, L. D.; Pedrotti, M. C.; Tanaka, K. S.; Makino, P. A.

(2010, setembro). Teores foliares de N, P e K do crambe em função da adubação fosfatada e potássica em semeadura e nitrogênio em cobertura. **Anais do FERTBIO - XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas**, Guarapari, ES, Brasil, 11.

Frediani, F. R.; Fernandes, F. C. S. (2012). Avaliação de adubação orgânica em crambe. **Cultivando o saber**, 5(1), 7-13.

Giácomo, R. G.; Arruda, O. G.; Souto, S. N.; Pereira, M. G. Moraes, M. L. T. (2019). Atributos químicos de um solo degradado após aplicação de composto orgânico e crescimento de *Mabea fistulifera* Mart. **Ciência Florestal**, 29(2). 754-768.

Jackson, M. L. (1958). **Nitrogen determination for soil and plant tissue** (1a ed.). Englewood Chiffs: Prentice-Hall.

Knights, E. G. (2002). **Crambe: A North Dakota case study. Kingston: A report for the rural industries research and development Corporation** (1a ed.). North Dakota: RIRDC.

Lemainski, J.; Silva, J. E. da. (2006). Avaliação agrônômica e econômica da aplicação de biossólido na produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 41(10), 1477-1484.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2013). **Determinação de Nitrogênio Total em Leite e derivados Lácteos pelo método de Micro-Kjedahl**. Brasil, dezembro. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/laboratorios/legislacoes-e-metodos/arquivosmetodos-da-area-poa-iqa/met-poa-11-02-proteinas.pdf>. Acesso em 23/12/2019.

Mauad, M.; Garcia, R. A.; Vitorino, A. C. T.; Silva, R. M. M. F.; Garbiate, M. V.; Coelho, L. C. F. (2013). Matéria seca e acúmulo de macronutrientes na parte aérea das plantas de Crambe. **Ciência Rural**, 43(5), 771-778.

Neves, A. C.; Bergamini, C. N.; Leonardo, R. O.; Gonçalves, M. P.; Zenatti, D. C.; Hermes, E. Effect of biofertilizer obtained by anaerobic digestion of cassava effluent on the development of crambe plants. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 21(10), 681-685.

Pitol, C.; Broch, D. L.; Roscoe, R. (2010). **Tecnologia e produção: crambe 2010** (1a ed.). Maracajú: Fundação MS.

Prates, F. B. S; Genuncio, G.C.; Ferrari, A. C.; Nascimento, E. C.; Alvez, G. Z.; Palermo, D. P.; Zonta, E. (2014). Acúmulo de nutrientes e produtividade de crambe em função da fertilização com torta de mamona e serpentinito. **Ciência Rural**, 44(5), 810-816.

Rogério, F.; Santos, J. I.; Silva, T. R. B.; Migliavacca, R. A.; Gouveia, B.; Barbosa, M. C. (2012) Efeito de doses de fósforo no desenvolvimento da cultura do crambe. **Bioscience Journal**, 28(1), 251-255.

Rosolem, C. A.; Steiner, F. (2014). Adubação potássica para o crambe. **Bioscience Journal**, 30(3), 140-146.

Sampaio, M. C.; Santos, R. F.; Bassegio, D.; Vasconcelos, E. S.; Silva, M. A.; Secco, D.; Silva, T. R. B. (2016). Fertilizer improves seed and oil yield of safflower under tropical conditions. **Industrial crops and products**, 94(1), 589-595.

Shi, T.; Ma, J.; Wu, X.; Ju, T.; Lin, X.; Zhang, Y.; Li, X.; Gong, Y.; Hou, H.; Zhao, L.; Wu, F. (2018). Inventories of heavy metal inputs and outputs to and from agricultural soils: A review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, 164(18), 118-124.

Silva P. D. M.; Silva, M. C.; Leitão, S. K. V.; Muniz, A. V. P. (2019). O uso de compostagem doméstica na produção de adubo para hortas domiciliares. **Mix sustentável**, 5(4), 63-70.

Sousa, R. S.; Chaves, L. H. G. (2016). Doses de fósforo e potássio no desenvolvimento da cultura de *Crambe abyssinica*. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 11(2), 71-75.

Toledo, F. H. S. F.; Venturin, N.; Carlos, L.; Dias, B. A. S.; Venturin, R. P.; Macedo, R. L. G. (2015). Composto de resíduos da fabricação de papel e celulose na produção de mudas de eucalipto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 19(7), 711-716.

VELP. (2014). **Determinação de Nitrogênio/Proteína em Queijos de acordo com o método de Kjeldahl**. Itália, janeiro. Disponível em: http://www.lobov.com.br/paginas/noticias_pdf/Determinacao_de_Nitrogenio.pdf. Acesso em: 23/12/2019.

Viana, O. H.; Santos, R. F.; Secco, D.; Souza, S. N. M.; Cattaneo, A. J. (2012). Efeitos de diferentes doses de adubação de base no desenvolvimento e produtividade de grãos e óleo na cultura do crambe. **Acta Iguazu**, 1(1), 33-41.

Vital, A. F. M.; Barbosa, I. S.; Santos, A. M.; Anjos, P. M.; Ramos, H. C. (2018). Compostagem de resíduos sólidos orgânicos e produção de biofertilizante enriquecido. **Revista Saúde & Ciência Online**, 7(2), 339-351.

Informações adicionais

Como referenciar este artigo: Sacramento, R.S., Silva, J.O., Ferraz, L.L., Pereira, S.T. (2020). Utilização de composto orgânico proveniente da indústria de celulose na cultura do crambe (*Crambe abyssinica Hochst*). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v.8, n.1, p.043-052.



Direitos do Autor. A Revista Brasileira de Meio Ambiente utiliza a licença Creative Commons - CC Atribuição Não Comercial 4.0 CC-BY-NC (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>), no qual, os artigos podem ser compartilhados desde que o devido crédito seja aplicado de forma integral ao autor (es) e não seja usado para fins comerciais.