

Produção orgânica de alface romana com biofertilizantes em cultivo protegido



Fotos: Daniel Basílio Zandonadi

ISSN 1677-2229

Dezembro, 2017

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Hortaliças
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 152

Produção orgânica de alface romana com biofertilizantes em cultivo protegido

Daniel Basílio Zandonadi
Ronessa Bartolomeu de Souza
Francisco Vilela Resende
Juscimar da Silva
Ricardo Luiz Vasconcelos Ribeiro
Mariana Rodrigues Fontenelle
Carlos Eduardo Pacheco Lima

Embrapa Hortaliças
Brasília, DF
2017

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na

Embrapa Hortaliças

Rodovia BR-060, trecho Brasília-Anápolis, km 9

Caixa Postal 218

Brasília-DF

CEP 70275-970

Fone: (61) 3385.9000

Fax: (61) 3556.5744

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

www.embrapa.br

Comitê Local de Publicações da Embrapa Hortaliças

Presidente: *Jadir Borges Pinheiro*

Editora Técnica: *Mariana Rodrigues Fontenelle*

Secretária: *Gislaine Costa Neves*

Membros: *Carlos Eduardo Pacheco Lima*

Raphael Augusto de Castro e Melo

Ailton Reis

Giovani Olegário da Silva

Iriani Rodrigues Maldonade

Alice Maria Quezado Duval

Jairo Vidal Vieira

Rita de Fátima Alves Luengo

Supervisora Editorial: *Caroline Pinheiro Reyes*

Bibliotecária: *Antônia Veras de Souza*

Editoração eletrônica: *André L. Garcia*

1ª edição

1ª impressão (2017): 1.000 exemplares

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Hortaliças

Produção orgânica de alface romana com biofertilizantes em cultivo protegido / Daniel Basílio Zandonadi ... [et al.]. - Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2017.

19 p. : il. color. ; 21 cm x 27 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Hortaliças, ISSN 1677-2229 ; 152).

1. Lactuca Sativa. 2. Agricultura orgânica. 3. Adubação. I. Zandonadi, Daniel Basílio. II. Souza, Ronessa Bartolomeu de. III. Resende, Francisco Vilela. IV. Silva, Juscimar da. V. Ribeiro, Ricardo Luiz Vasconcelos. VI. Fontenelle, Mariana Rodrigues. VII. Lima, Carlos Eduardo Pacheco. VIII. Embrapa Hortaliças. IX. Série.

CDD 635.0484

©Embrapa, 2017

Sumário

| | |
|-----------------------------|----|
| Resumo | 7 |
| Abstract..... | 9 |
| Introdução..... | 11 |
| Material e Métodos..... | 12 |
| Resultados e Discussão..... | 13 |
| Conclusões..... | 16 |
| Referências | 17 |

Produção orgânica de alface romana com biofertilizantes em cultivo protegido

Daniel Basílio Zandonadi¹

Ronessa Bartolomeu de Souza²

Francisco Vilela Resende³

Juscimar da Silva⁴

Ricardo Luiz Vasconcelos Ribeiro⁵

Mariana Rodrigues Fontenelle⁶

Carlos Eduardo Pacheco Lima⁷

Resumo

A agricultura enfrenta desafios relacionados ao aumento da demanda por alimentos, num contexto de preços elevados de fertilizantes, problemas ambientais e possibilidade de esgotamento de jazidas minerais que formam a base da indústria de fertilizantes solúveis no

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Biociências e Biotecnologia, é professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Macaé, RJ

² Engenheira-agrônoma, doutora em Agronomia, pesquisadora da Embrapa, Brasília, DF

³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁵ Químico, mestre em Química, analista da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁶ Bióloga, doutora em Microbiologia Agrícola, pesquisadora da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

⁷ Engenheiro-ambiental, doutor em Solos e Nutrição e Plantas, pesquisador da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF

mundo. Em contrapartida, o crescente mercado de produtos orgânicos tem gerado a necessidade de pesquisa e tecnologias novas, diminuindo ou mesmo substituindo o uso de materiais de origem não-renovável. No presente trabalho foram aplicados de forma isolada ou conjunta diferentes biofertilizantes: O biofertilizante Hortbio[®] foi aplicado nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N); o Húmus Líquido A (HLA) foi aplicado isoladamente na concentração 10% ou suplementado com o Hortbio[®] nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N; o Húmus Líquido B (HLB) foi aplicado isoladamente na concentração 10% ou suplementado com o Hortbio[®] nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N. Avaliou-se o crescimento de plantas de alface romana (*Lactuca sativa* L.) cv. Branca de Paris em cultivo protegido totalizando 15 tratamentos. O biofertilizante HLA (extraído em água) apresentou 2,31 mg L⁻¹ de C na forma de substâncias húmicas totais (SHs), sendo 2,04 mg L⁻¹ de C proveniente de ácidos húmicos (AHs) e 0,17 mg L⁻¹ de C de ácidos fúlvicos (AFs). O biofertilizante HLB (extraído em meio alcalino) apresentou 0,18 mg L⁻¹ de C na forma de SHs, sendo 0,16 mg L⁻¹ de C proveniente de AHs e 0,02 mg L⁻¹ de C de AFs. A melhor concentração de Hortbio[®] (100 kg de N ha⁻¹) promoveu um aumento de cerca de três vezes sobre a área foliar (AF) e sobre a massa foliar fresca (MFF) quando comparados ao controle. Na ausência de Hortbio[®], HLA aumentou duas vezes essas características, mas HLB não apresentou diferença em relação ao controle. O uso combinado de Hortbio[®] e HLA ou HLB não promoveu efeitos diferentes do uso de Hortbio[®] isolado. A presença de moléculas orgânicas pode ser um diferencial importante dos biofertilizantes em relação aos fertilizantes minerais. Todos os biofertilizantes apresentaram em sua composição o ácido 3-indolil acético (AIA), um hormônio vegetal da classe das auxinas, extremamente importante para o desenvolvimento. O Hortbio[®] apresentou cerca de 0,53 µg mL⁻¹ de AIA, enquanto que HLA e HLB apresentaram 0,05 e 0,06 µg mL⁻¹ de AIA, respectivamente. Nesse estudo, adotando-se como base o teor de N, observou-se que a concentração adequada de Hortbio[®] para produção de alface romana foi de 100 kg ha⁻¹.

Termos para indexação: bioestimulantes, húmus, auxina, nutrição, fisiologia vegetal.

Romaine lettuce organic production in greenhouse using biofertilizers

Abstract

Agriculture faces challenges related to rising demand for food in a context of high fertilizer prices, environmental problems and the possibility of depletion of mineral deposits, which form the basis of the world's soluble fertilizer industry. On the other hand, the growing market for organic products has generated the need for both new research and technologies, reducing or even replacing the use of materials of non-renewable origin. Here, different biofertilizers were applied in isolation or in combination: Biofertilizer Hortbio[®] was applied at the concentrations 0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of nitrogen (N); Liquid Humus A (HLA) was applied alone at 10% or supplemented with Hortbio[®] at concentrations 0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of N; Liquid Humus B (HLB) was applied alone at 10% or supplemented with Hortbio[®] at 0, 25, 50, 75 and 100 kg ha⁻¹ of N. The growth of plants of Romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.) Paris Island Cos was evaluated

in 15 treatments. The biofertilizer HLA presented 2.31 mg L⁻¹ of C as total humic substances (SHs), is 2.04 mg L⁻¹ of C from humic acids (AHs) and 0.17 mg L⁻¹ of C of fulvic acids (AFs). The biofertilizer HLB presented 0.18 mg / L of C as SHs, with 0.16 mg / L of C from AHs and 0.02 mg L⁻¹ of C from FAs. The best concentration of Hortbio[®] (100 kg N ha⁻¹) promoted an increase of about three times the leaf area (AF) and fresh leaf mass (MFF) in relation to the control. In the absence of Hortbio[®], HLA increased twice these characteristics, but HLB did not present difference in relation to the control. The combined use of Hortbio[®] and HLA or HLB did not promote effects other than the use of Hortbio[®] alone. The presence of 3-indole acetic acid (IAA) was detected in all treatments. Hortbio[®] presented about 0.53 μg mL⁻¹ of AIA, whereas HLA and HLB had 0.05 and 0.06 μg mL⁻¹ of AIA, respectively. In this study, based on the N content, it was observed that the appropriate concentration of Hortbio[®] for the production of Romaine lettuce was 100 kg ha⁻¹.

Index terms: biostimulants, humus, auxin, nutrition, plant physiology.

Introdução

O consumo de fertilizantes minerais de alta solubilidade tem aumentado mundialmente, assim como os preços dos alimentos (FAO, 2017). Essa ligação forte entre os preços dos fertilizantes e dos alimentos é um problema econômico, político, ambiental e de segurança alimentar atual e para as futuras gerações. A previsão de aumento anual da demanda por N, P₂O₅ e K₂O é de 1,5%, 2,2% e 2,4%, respectivamente de 2015 a 2020 (FAO, 2017). Cerca de 90% do potássio, 75% do nitrogênio e 50% do fósforo são importados (PANORAMA..., 2015). Para o Brasil, especificamente, isto é claramente observado na avaliação dos números que retratam a demanda do país por importações de matérias-primas para o abastecimento da indústria de fertilizantes solúveis. Numa perspectiva preocupante, alguns cientistas sugerem que, caso modelos agrícolas mais sustentáveis não sejam adotados, as jazidas de rochas fosfatadas podem desaparecer num prazo não superior a 100 anos (DANA CORDELL et al., 2009).

Existem alternativas mais sustentáveis (de baixo custo econômico e energético, e ambientalmente corretas) para reduzir a utilização de fertilizantes solúveis (YADAV; GARG, 2011). Dentre essas alternativas estão os produtos oriundos da compostagem, vermicompostagem e biofertilizantes. Tais produtos utilizam como matéria-prima resíduos orgânicos como esterco animal e/ou restos vegetais e são fertilizantes naturais ricos em micro-organismos (GUTIÉRREZ-MICELI et al., 2008; BUSATO et al., 2012) que podem aumentar os teores de matéria orgânica do sistema, resultando em maior disponibilidade de nutrientes e efeitos de regulação de crescimento vegetal (ZANDONADI et al., 2010; 2016). Tem sido sugerido que parte importante dos efeitos benéficos observados a partir da aplicação desses produtos é devido à presença de substâncias húmicas (SHs). Entretanto, informações relacionadas ao processamento desses produtos, que resultem em boa reprodutibilidade em nível de campo, são ainda escassas. Esse fato é ainda mais importante no cenário atual de crescimento da agricultura orgânica, que demanda novas tecnologias e compreensão dos processos relacionados à nutrição vegetal. Este trabalho teve como objetivo avaliar a ação de biofertilizantes sobre o crescimento de alface romana (*Lactuca sativa* L.) em sistema orgânico de produção.

Material e Métodos

O cultivo de alface romana (*Lactuca sativa* L.) cv. Branca de Paris, foi realizado entre junho e julho de 2012, no campo experimental de agricultura orgânica da Embrapa Hortaliças. Os seguintes tratamentos foram realizados: Tratamento 1- controle (adubação de plantio com 1 kg de composto orgânico m⁻² e cobertura com 0,5 kg de composto orgânico m⁻²); Tratamentos 2, 3, 4, 5- Hortbio[®] (adubação de plantio e cobertura com composto orgânico mais aplicações do biofertilizante Hortbio[®] até as concentrações de 25, 50, 75 e 100 kg de N ha⁻¹); Tratamentos 6, 7, 8, 9, 10- HLA 10% (Húmus Líquido A, HLA somente ou suplementado com Hortbio[®] 25, 50, 75 e 100 kg de N ha⁻¹). Tratamentos 11, 12, 13, 14, 15- HLB 0,2% (Húmus Líquido B, HLB somente ou suplementado com Hortbio[®] 25, 50, 75 e 100 kg de N ha⁻¹) totalizando 15 tratamentos. Os biofertilizantes com base em húmus de minhoca foram produzidos por diferentes métodos: O húmus líquido A (HLA) foi produzido por meio da mistura de 21 kg de húmus (48% de umidade) com água até completar o volume final de 100 L. Assim obteve-se uma proporção de 1 parte de húmus em base de matéria seca para 10 partes de água. O material foi agitado manualmente com auxílio de bastão de madeira durante o dia e deixado decantar para utilização no dia seguinte. O sobrenadante foi filtrado em sacos de pano antes da sua aplicação nos vasos. O húmus líquido B (HLB) foi produzido por meio da mistura de 210 g de húmus com solução de NaOH 0,01 mol L⁻¹ até completar o volume final de 2 L. O material foi agitado e após decantação utilizado para mais uma diluição em água para o volume final de 100 L e posterior utilização. O cultivo foi realizado em estufa com vasos de 10 L com solo proveniente do setor de preparo do solo para experimentos da Embrapa Hortaliças. A irrigação foi realizada por gotejamento de manhã cedo e no final da tarde durante todo o experimento, com exceção do dia de aplicação do tratamento. Os tratamentos foram aplicados uma vez por semana durante cinco semanas. Os volumes utilizados seguiu o planejado para atender as diferentes concentrações de nitrogênio pretendidas. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente quando necessário. As mudas foram produzidas em bandejas de isopor de 128 células com substrato comercial e transplantadas 25 dias após a semeadura.

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com 4 repetições, e 8 plantas por parcela, totalizando 480 vasos. Após 34 dias de cultivo, as características área foliar (AF) e a massa foliar fresca (MFF) foram avaliadas utilizando-se, respectivamente, o medidor de área foliar LI-COR 3100 e balança analítica de precisão Sartorius. A colheita foi realizada por blocos em dois dias. Os dados obtidos foram verificados quanto à sua distribuição normal e, posteriormente, submetidos à análise de variância, seguida de teste para os coeficientes das regressões. Pontos isolados das curvas também foram avaliados por meio de teste t. O Hortbio® foi elaborado conforme manual da Embrapa Hortaliças (disponível em: <https://www.embrapa.br/hortalicas/agroecologia>). Os tratamentos Húmus Líquido A (HLA) e Húmus Líquido B (HLB), são produzidos a base de húmus de minhoca e estão de acordo com a legislação de produtos para a agricultura orgânica. O fracionamento das Substâncias Húmicas (SHs) proveniente do húmus foi realizado conforme procedimento da Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas - *IHSS*. A detecção e quantificação do hormônio auxina (ácido 3-indol acético, AIA) nos biofertilizantes foi realizada por meio de cromatografia líquida de alta performance (HPLC) utilizando o equipamento LC10AT Shimadzu.

Resultados e Discussão

A utilização de biofertilizantes líquidos na agricultura tem sido empregada com relativo sucesso (GUTIÉRREZ-MICELI et al., 2008). O emprego de produtos ricos em SHs é menos conhecido no Brasil, mas ainda assim é bastante promissor. As características químicas dos biofertilizantes empregados são apresentadas na Tabela 1. Os biofertilizantes HLA e HLB apresentaram pH próximo à neutralidade, enquanto Hortbio® foi ligeiramente mais ácido. A condutividade elétrica de ambos foi próxima, variando entre 6,41 mS cm⁻¹ e 6.79 mS cm⁻¹. As características AF e MFF foram particularmente influenciadas pelo aumento das concentrações do biofertilizante Hortbio® e aumentos na ordem de três vezes nessas variáveis foram observados quando uma concentração relativa à aplicação de 100 kg ha⁻¹ de N na forma de Hortbio® foi realizada (Figura 1). Na ausência de Hortbio®, HLA

aumentou essas características significativamente em duas vezes, mas HLB não teve efeito diferente do controle. As equações de regressão referentes a concentrações crescentes de Hortbio[®] isolado ou na presença de HLA ou HLB foram significativas (Tabela 2). Os modelos ajustados foram lineares, com exceção da característica AF no tratamento HLA, que foi quadrático. O enriquecimento do Hortbio[®] com SHs por meio dos tratamentos HLA e HLB não resultou em interação positiva nas concentrações utilizadas (10% e 0,2%, respectivamente). Cerca de 20 mg L⁻¹ e 2 mg L⁻¹ de C de SHs foram adicionadas nos tratamentos HLA e HLB, respectivamente ao final do experimento. Provavelmente as concentrações utilizadas não forneceram SHs em quantidades suficientes para a observação de efeitos mais pronunciados (Tabela 3). Interessante observar que na concentração de 100 kg ha⁻¹ de N, o Hortbio[®] possui cerca de dez vezes mais auxina (AIA), quando comparado aos tratamentos HLA e HLB. A literatura científica Brasileira é pobre no que se refere a trabalhos de pesquisa com alface romana. Dentre os poucos estudos científicos publicados no Brasil está o de Aquino et al. (2014) com a cultivar Sophia. Os autores observaram a produção de massa fresca de cerca de 335 g por planta em campo aberto. No presente trabalho a massa fresca da alface chegou a 65 g por planta em cultivo protegido. As alfaces do presente trabalho foram coletadas 12 dias antes quando comparadas ao trabalho de Aquino et al. (2014).

Em condições de laboratório os efeitos positivos de SHs totais e suas frações isoladas (RODDA et al., 2006; ZANDONADI et al., 2010), ou em extratos de vermicomposto (húmus líquido), têm sido comprovadas (ZANDONADI; BUSATO, 2012). Por outro lado, em condições reais de cultivo a utilização de SHs é ainda pouco estudada. Existem algumas razões para isso. Por exemplo, dada a complexidade química dessas substâncias, há dificuldade para o estabelecimento de padrões que orientem sua recomendação agrônômica. A porcentagem de ácidos húmicos, ácidos fúlvicos ou ainda a relação dessas frações são características que podem servir como ponto de partida para orientação dos produtores e extensionistas. Entretanto, dependendo da fonte

de SHs, do tipo de planta em questão e da forma de aplicação (solo ou foliar) os resultados podem variar (ZANDONADI et al., 2014). Concentrações diferentes de húmus líquido devem ser testadas para a determinação do seu desempenho em campo em diferentes cultivares de alface.

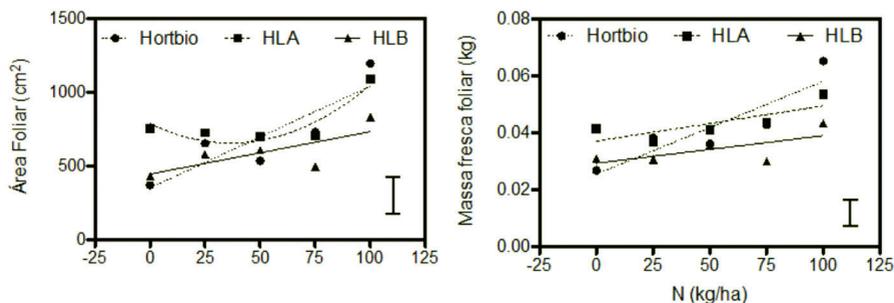


Figura 1. Área foliar e massa foliar fresca de plantas de alface romana (*Lactuca sativa* L.) cv. Branca de Paris tratadas ou não com os biofertilizantes Hortbio®, Húmus líquido A (HLA) e Húmus líquido B (HLB). O biofertilizante Hortbio® foi aplicado nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio (N); o HLA foi aplicado isoladamente na concentração 10% ou suplementado com o Hortbio® nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N; o HLB foi aplicado isoladamente na concentração 10% ou suplementado com o Hortbio® nas concentrações 0, 25, 50, 75 e 100 kg ha⁻¹ de N .

Tabela 1. Características químicas dos biofertilizantes utilizados no momento da aplicação em cultivo protegido.

| Treatamento | pH | Eh | OD | CE | Salinidade |
|-------------|------|--------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | - | mV | mg L ⁻¹ | mS cm ⁻¹ | mg L ⁻¹ |
| Controle | 6,59 | 92,1 | 4,92 | 0,04 | 0,02 |
| Hortbio® | 6,35 | -151,1 | 0,00 | 6,79 | 3,73 |
| HLA | 6,87 | -5,5 | 0,25 | 6,41 | 3,52 |
| HLB | 7,09 | -166,0 | 0,00 | 6,66 | 3,64 |

Eh- Potencial de oxirredução, OD – Oxigênio Dissolvido, CE – Condutividade Elétrica.

Tabela 2. Equações de regressão referentes a concentrações de Hortbio® isolado ou na presença de Húmus líquido A (HLA) e Húmus líquido B (HLB).

| Variável | Tratamento | Equação de regressão | R ² |
|----------|---------------|-----------------------------------|----------------|
| AF | Hortbio® (Tx) | $y = 351,37 + 6,91^{***}X$ | 77,6 |
| | HLA | $y = 788,62 + 0,098X - 7,23^*X^2$ | 85,6 |
| | HLB | $y = 445,38 + 2,88^*X$ | 55,2 |
| MFF | Hortbio® | $y = 0,025 + 0,0003^{***}X$ | 81,6 |
| | HLA | $y = 0,028 + 0,00009^{***}X$ | 41,5 |
| | HLB | $y = 0,037 + 0,000013^*X$ | 63,1 |

AF = Área Foliar, MFF = Massa Foliar Fresca; * P < 0,05 e *** P < 0,0001

Tabela 3. Concentração de substâncias húmicas (SHs) e auxina (AIA) nos biofertilizantes de Hortbio®, Húmus líquido A (HLA) e Húmus líquido B (HLB) nas concentrações utilizadas no experimento.

| | SHs | AFs | AHs | AIA |
|----------|----------------------------|------|------|---------------------|
| | (mg de C L ⁻¹) | | | µg mL ⁻¹ |
| Hortbio* | nd | nd | nd | 0,53 |
| HLA | 2,31 | 0,27 | 2,04 | 0,06 |
| HLB | 0,18 | 0,02 | 0,16 | 0,05 |

*Concentração 100 Kg ha⁻¹ de N, SHs – Substâncias húmicas totais, AFs – ácidos fúlvicos, AHs – ácidos húmicos, AIA – ácido 3-indolil acético, nd - não determinado

Conclusões

A utilização de Hortbio® a produção de alface romana na concentração de 100 kg ha⁻¹ de N resultou em maior massa e área foliar. A aplicação do Húmus Líquido extraídos em água (HLA) ou soda (HLB) também alteraram a área foliar e massa foliar fresca positivamente. Entretanto, não houve interação do biofertilizante Hortbio® com HLA ou HLB. Como o HLA e o HLB foram testados em apenas uma concentração cada,

novos ensaios devem ser realizados para determinação dos seus efeitos em diferentes concentrações.

Referências

- AQUINO, C. R.; SEABRA JUNIOR, S.; CAMILI, E. C.; DIAMANTE, M. S.; PINTO, E. S. C. Produção e tolerância ao pendoamento de alface-romana em diferentes ambientes. **Revista Ceres**, v. 61, n. 4, p. 558-566, 2014.
- BUSATO, J. G.; LIMA, L.; AGUIAR, N. O.; CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L. Changes in labile phosphorus forms during maturation of vermicompostenriched with phosphorus-solubilizing and diazotrophic bacteria, **Bioresource Technology**, v. 110, p. 390-395, 2012.
- DANA CORDELL, D.; DRANGERT, J.; WHITE, S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. **Global Environmental Change**, v. 19, p. 292-305, 2009.
- FAO. **World fertilizer trends and outlook to 2020**, 2017. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i6895e.pdf> >. Acesso em: 06 dez. 2017.
- GUTIÉRREZ-MICELI, F. A.; GARCÍA-GÓMEZ, R. C.; RINCÓN ROSALES, R.; ABUD-ARCHILA, M.; OLIVA, L. M. A.; CRUZ, M. J. G.; DENDOOVEN, L. Formulation of a liquid fertilizer for sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) using vermicompost leachate. **Bioresource Technology**, v. 99, n. 14, p. 6174-6180, 2008.
- PANORAMA fertilizantes – Secretaria de Desenvolvimento Econômico. Brasília, DF. 2015. Disponível em: < <http://www.seae.fazenda.gov.br/central-de-documentos/panoramas-setoriais/Fertilizantes.pdf/view> >. Acesso em: 06 dez. 2017.
- RODDA, M. R. C.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R.; ZANDONADI, D. B.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. D.; SANTOS; G. D. A. Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto: i-efeito da

concentração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 649-656, 2006.

YADAV, A.; GARG, V. K. Recycling of organic wastes by employing *Eisenia fetida*. **Bioresource Technology**, v.102, p.2874-2880, 2011.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; MEDICI, L. O.; SILVA, J. da. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 14-20, 2014.

ZANDONADI, D. B.; BUSATO, J. G. Vermicompost humic substances: technology for converting pollution into plant growth regulators. **International Journal of Environmental Science and Engineering Research**, v. 3, n. 2, p. 73-84, 2012.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; CAIXETA, L. S.; MARINHO, E. B.; PERES, L. E. P.; FAÇANHA, A. R. Plant proton pumps as markers of biostimulant action. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 73, n. 1, p. 24-28, 2016.

ZANDONADI, D. B.; SANTOS, M. P.; DOBBSS, L. B.; OLIVARES, F. L.; CANELLAS, L.P.; BINZEL, M. L.; OKOROKOVA-FAÇANHA, A. L.; FAÇANHA, A. R. Nitric oxide mediates humic acids-induced root development and plasma membrane H⁺-ATPase activation. **Planta**, Heidelberg, v. 231, p. 1025-1036, 2010.

Embrapa

Hortaliças