



Uso de efluentes gerado pela co-digestão anaeróbia de resíduos de restaurante universitário em conjunto com resíduos de frutas e hortaliças para a produção de mudas.

Lucas D'avila¹, Amanda Ortega², João Henrique Lima Alino³, Jhenifer Aline Bastos⁴, Thiago Edwiges⁵

¹Universidade Tecnológica Federal do Paraná (lucasdavila10@hotmail.com)

²Universidade Tecnológica Federal do Paraná (a_amandaortega@yahoo.com.br)

³Universidade Tecnológica Federal do Paraná (joaoalino94@gmail.com)

⁴Universidade Tecnológica Federal do Paraná (jbastos.ea@gmail.com)

⁵Universidade Tecnológica Federal do Paraná (thiagoe@utfpr.edu.br)

Resumo

O biofertilizante vem sendo utilizado como alternativa na substituição de produtos químicos no cultivo de culturas. Entretanto, para isso torna-se necessária a caracterização destes produtos, uma vez que quando utilizados de forma incorreta e em concentrações altas, podem prejudicar o crescimento de plantas e causar a salinização do solo. O objetivo deste estudo foi identificar a influência do efluente gerado pela digestão anaeróbia na produção de mudas de Agrião do seco (*Lepidium sativum*). Foram analisados quatro digestatos com composições distintas (A, B, C e D). Estes digestatos foram diluídos em diferentes concentrações (100%, 50%, 10% e 1%) para determinação dos índices de fitotoxicidade. Os mesmos foram caracterizados quanto a condutividade elétrica e pH. Com os testes de fitotoxicidade, foram encontradas as diluições de interesse. Após o período de incubação das mudas, realizou-se ensaios fitométricos. Os resultados mostraram que para as diluições de 100% e 50% a germinação não foi satisfatória. Os melhores resultados foram encontrados com os tratamentos D1 e B1 respectivamente, que apresentaram média de massa seca 118% e 112% superior ao controle. Deste modo, verifica-se que o digestato pode ser utilizado como biofertilizante, desde que antes seja feita sua caracterização.

Palavras-chave: Digestato. Biofertilizante. Fitotoxicidade.

Área Temática: Resíduos sólidos.

Use of effluents generated by anaerobic co-digestion of university restaurant waste together with residues of fruits and vegetables for seedlings production.

Abstract

*The biofertilizer has been used as an alternative in the substitution of chemical products in crop cultivation. However, for this it is necessary to characterize these products, since when used incorrectly and in high concentrations they can hinder the growth of plants and cause salinization of the soil. The objective of this study was to identify the influence of the effluent generated by anaerobic digestion on the dry cress seedlings production (*Lepidium sativum*). Four digestates with distinct compositions (A, B, C and D) were analyzed. These digestates were diluted in different concentrations (100%, 50%, 10% and 1%) for determination of the phytotoxicity indexes. They were characterized as electrical conductivity and pH. With the phytotoxicity tests, interest dilutions were found. After the seedlings incubation period, phytometric tests were performed. The results showed that for the 100% and 50% dilutions the germination was not satisfactory. The best results were found with D1 and B1 treatments, respectively, which had a dry mass mean of 118% and 112% higher than the control. Thus, it is verified that the digestate can be used as a biofertilizer if its characterization is done before.*

Key words: Digestate. Biofertilizer. Phitotoxicity.

Theme Area: Solid wastes.



1 Introdução

A busca por insumos menos agressivos ao meio ambiente e produtos alternativos vem crescendo em todo o Brasil. Vários produtos têm sido lançados no mercado buscando o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de produtos químicos (DELEITO *et al.*, 2005). O biofertilizante é um destes insumos, tem sua origem da biodegradação de substratos orgânicos para a produção de biogás em reatores anaeróbios. (MARTINS *et al.*, 2009). Este produto apresenta potencial para ser aproveitado como fertilizante, pois a sua composição mineral e orgânica o torna capaz de influenciar no desenvolvimento de plantas.

O desenvolvimento de uma planta depende da absorção de água, nutrientes e energia. Estes nutrientes podem ser encontrados na matéria orgânica, que por sua vez está disponível no biofertilizante. Entretanto, quando presentes em altas concentrações os nutrientes podem prejudicar o desenvolvimento das plantas. Além disso, o composto ainda pode conter outras substâncias tóxicas para o metabolismo vegetal, tais como metais pesados, sais, e outros tóxicos (TRAUTMANN; KRASNY, 1997).

Uma das formas de identificação da presença de substâncias inibitórias ao crescimento de plantas é o teste de fitotoxicidade. No entanto, o teste não consegue determinar quais são os contaminantes específicos que causaram a toxicidade. Para a determinação é necessário o uso de plantas sensíveis, de rápido crescimento e rentáveis, como por exemplo, o agrião de jardim (*Lepidium sativum L.*) e a alface (*Lactuca sativa L.*), que como forma de resposta, mudam o seu padrão de desenvolvimento (OLIVEIRA; SARTORI; GARCEZ, 2008).

Portanto, avaliar a fitotoxicidade de um composto é importante, uma vez que com os resultados obtidos nas análises é possível determinar se o produto a ser usado como fertilizante irá inibir a germinação de sementes, o crescimento das raízes ou o desenvolvimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitotoxicidade e o efeito do uso de digestato gerado a partir da digestão anaeróbia na produção de mudas de hortaliças.

2 Metodologia

2.1 Caracterização do substrato

O estudo foi realizado utilizando efluente (digestato) proveniente de testes de produção de biogás em reator anaeróbio de mistura completa em escala de bancada (CSTR). O reator foi alimentado com quatro proporções diferentes de substratos compostas por uma mistura de resíduos da fração orgânica dos resíduos sólidos gerados no restaurante universitário da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira (RU), e resíduos de frutas e hortaliças provenientes da CEASA, unidade atacadista de Foz do Iguaçu – Paraná (RFH) (Tabela 1).

Tabela 1. Proporção de resíduos utilizado em cada tratamento

Digestatos	RU (%)	RFH (%)
A	100	0
B	75	25
C	50	50
D	25	75

Preliminarmente aos ensaios de fitotoxicidade os digestatos brutos foram caracterizados a partir do pH e da condutividade elétrica. Para isso, 100 mL foram centrifugados a 1500 rpm por 15 minutos e o sobrenadante filtrado em papel qualitativo (3 micras de porosidade) para posterior caracterização e ensaios de fitotoxicidade.



2.2 Ensaios de fitotoxicidade

A fitotoxicidade foi avaliada a partir do índice de germinação proposto por Zucconi *et al.* (1985 apud SILVA; BOAS, 2007), de acordo com a Equação 1.

$$IG = \%G * (Lm/Lc) \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

IG = Índice de germinação

%G = Porcentagem de germinação em relação ao controle

Lm = Longitude média das raízes da amostra (cm)

Lc = Longitude média das raízes do controle (cm)

Foram utilizadas sementes de *Lepidium sativum* (Agrião-do-seco), uma vez que estas sementes são sensíveis a níveis de toxicidade e também apresentam rápido crescimento (DING *et al.*, 2010). Os sobrenadantes gerados pela centrifugação foram diluídos visando a identificação de faixas de concentrações viáveis a produção de mudas de hortaliças (Quadro 1).

Quadro 1. Concentrações dos compostos utilizados nos testes de fitotoxicidade.

Digestatos	Diluições (Tratamento)			
A	1%	10%	50%	100%
B	1%	10%	50%	100%
C	1%	10%	50%	100%
D	1%	10%	50%	100%

Placas de Petri foram forradas com papel filtro de análise qualitativa, subsequente foram embaladas em papel Kraft e autoclavadas à 121 °C por 15 minutos a fim de evitar a contaminação das sementes. Os testes foram realizados em quintuplicata para cada tratamento, e um teste com água destilada foi utilizado como controle, totalizando 85 placas. Foram adicionados 2 mL de digestato e 10 sementes de Agrião-do-seco em cada placa, sendo posteriormente mantidas em estufa tipo BOD por 72 horas a 23 °C.

2.3 Teste de germinação de mudas em bandeja

A produção de mudas em bandeja foi adaptada através da metodologia proposta por Albuquerque (2012). Nesta etapa, sementes de Agrião-do-seco foram semeadas em bandejas de poliestireno com 30 células. Para acomodar as sementes e dar suporte ao crescimento das mudas, utilizou-se pedra de perlita expandida no interior das células. Duas sementes foram colocadas em cada célula. As bandejas foram imersas em um recipiente contendo água destilada a um nível adequado para promover a absorção do meio líquido pelas perlitas (Figura 1). Após a semeadura, as bandejas permaneceram em estufa por 30 dias a 21 °C e com fotoperíodo de 16 horas, sendo que nos primeiros 9 dias ocorreu a saturação das perlitas com água destilada. Após o nono dia de semeadura, a água destilada presente no recipiente foi substituída pelo respectivo tratamento.

Devido à evaporação da fase líquida, tornou-se necessário manter o nível de líquido nos recipientes durante os 30 dias de incubação. Esta reposição do nível de fase líquida foi feita diariamente com água destilada.



Figura 1. Estrutura de montagem das bandejas

2.4 Determinação dos parâmetros fitométricos

Após o período de germinação, foram realizados os testes fitométricos de medição da raiz e parte aérea, medição do diâmetro do coleto da muda bem como a contagem do número folhas seguindo a metodologia adaptada de Kratz e Wendling (2013). Cinco mudas foram retiradas aleatoriamente de cada tratamento, e então foram feitas as medições com o auxílio de um paquímetro digital (Digital Caliper F&M).



Figura 2. Determinação dos parâmetros fitométricos

2.5 Massa fresca e massa seca

Para a determinação das massas, adaptou-se a metodologia seguida por Kratz e Wendling (2013). As mudas foram pesadas em balança analítica para a determinação da massa fresca. Após a pesagem, as mudas foram acondicionadas separadamente em sacos de papel Kraft. Os sacos foram levados para a estufa com circulação de ar mecânica, onde permaneceram por 48 horas a uma temperatura de 65°C. Após este período, as mudas foram novamente pesadas, obtendo assim os resultados de massa seca.



Figura 3. Determinação de massa fresca e massa seca



3 Resultados

3.1 Caracterização físico-química dos digestatos

Observou-se que os valores de pH apresentaram baixa variação independente da proporção de resíduos utilizada na mistura do substrato (Tabela 2). Além disso constatou-se que o pH dos substratos apresentou característica levemente alcalina. Marrocos (2011) encontrou valores semelhantes de pH para biofertilizante de esterco bovino, onde o pH observado foi de 8,11. Campos *et al.* (2008) utilizando biofertilizante bovino em fermentação anaeróbica observou pH com valor de 6,8.

Tabela 2. Resultados das análises do composto.

Digestato	pH	CE (ms cm ⁻¹)
A	8,4	10,0
B	8,3	9,9
C	8,3	9,1
D	8,3	11,4

A condutividade elétrica representa os níveis de sais e nutrientes presentes no digestato. A salinidade tem um efeito complexo para a nutrição das culturas, reduzindo o crescimento das plantas pois atua afetando a atividade dos íons em solução e os processos de transporte, absorção e distribuição de água e nutrientes (MUNNS, 2002). Estas alterações levam a mudanças fisiológicas nas plantas, principalmente na área foliar e na fotossíntese, o que acaba prejudicando a produção de massa seca das mudas (BELTRÃO *et al.*, 1997).

Os resultados de CE foram distintos entre os digestatos. Costa (1994) afirma que os níveis de CE presentes em biofertilizantes variam de acordo com o material de origem. O digestato D foi o que apresentou maior CE (11,4 ms cm⁻¹). Este resultado pode estar relacionado à maior concentração de sais e nutrientes provenientes da elevada proporção de resíduos do RU.

A tolerância à salinidade depende da espécie de planta, porém o intervalo aceitável é de 1,0 a 2,5 ms cm⁻¹ (CARON *et al.*, 2004). Um valor próximo também é descrito por Ribeiro, Guimarães e Alvarez V. (1999), estes autores dizem que o valor limite deve permanecer em torno de 1,3 ms cm⁻¹, podendo prejudicar o desenvolvimento de plantas em condição de CE mais elevada.

Desta forma, nota-se que valores elevados de CE devem servir de alerta quanto ao uso de biofertilizantes, pois em altas concentrações podem ocasionar a salinização do solo e prejudicar o crescimento das culturas. Portanto, torna-se necessária a diluição destes digestatos antes de utilizá-los como biofertilizante.

3.2 Fitotoxicidade

Após a incubação, foram realizadas as contagens do número de sementes germinadas e a medição do comprimento da radícula de cada semente. Os resultados obtidos compõem o teste de fitotoxicidade do composto (Quadro 2). Uma observação é que alguns tratamentos obtiveram resultados superiores ao do controle, por este motivo a germinação relativa destes tratamentos ultrapassou 100%.

Quadro 2. Resultados obtidos no teste de fitotoxicidade.

Digestato	Tratamento	nº Sementes ¹	Comprimento médio da Radícula (mm)	Germinação relativa a semente (%)	Germinação relativa a raiz (%)
A	1 %	46	6,67	96	108
	10 %	36	5,99	75	97
B	1 %	49	7,99	102	130
	10 %	46	4,36	96	71



C	1 %	49	7,44	102	121
	10 %	19	6,53	40	106
D	1 %	39	5,69	81	92
	10 %	29	3,43	60	56
Controle	-	48	6,16	100	100

¹ somatório do número de sementes germinadas nas cinco placas.

A partir dos dados apresentados no Quadro 2, determinou-se o Índice de Germinação (IG) (Equação 1) de cada tratamento. Os tratamentos que obtiveram IG inferior a 50% (Limite IG) foram classificados como fitotóxicos.

Observou-se que os digestatos A e B apresentaram IG superior a 50% apenas para as diluições de 1% e 10%. Para os digestatos C e D, apenas as diluições de 1% apresentaram IG superior a 50%. As diluições de 50% e 100% de todos os tratamentos apresentaram IG inferior ao mínimo requerido, portanto não tiveram os parâmetros fitométricos de número de sementes e diâmetro da radícula contabilizados. Os tratamentos C e D de 10% foram classificados quanto a fitotoxicidade (Gráfico 1).

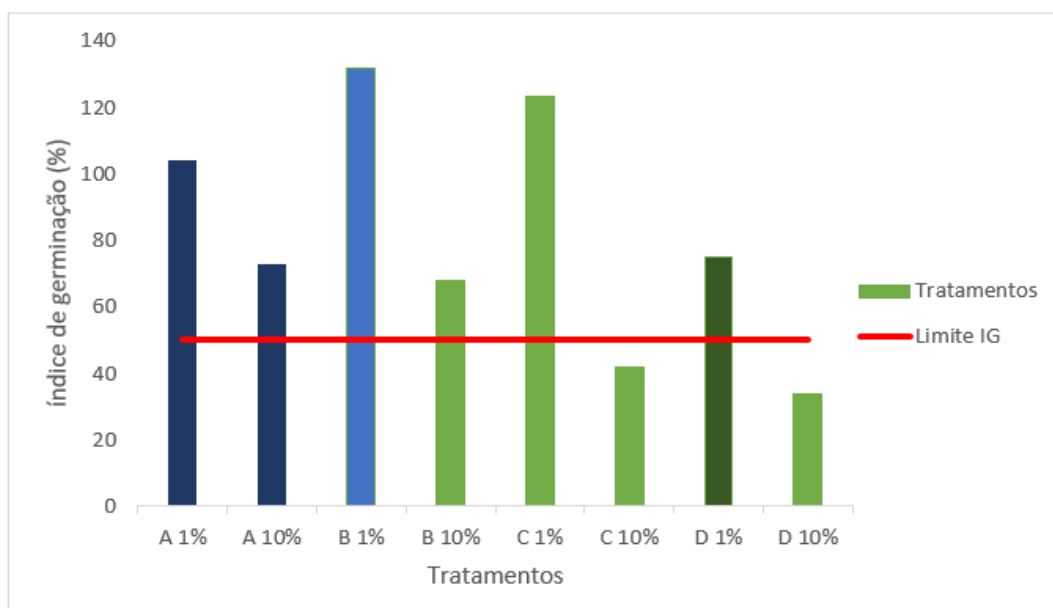


Gráfico 1. Índice de germinação dos tratamentos

3.3 Parâmetros fitométricos

Uma vez definido o IG e encontrada as diluições de interesse, seguiu-se com os testes de bandeja, visando avaliar o efeito na produção de mudas. Os resultados expressos na Tabela 3 são referentes as médias obtidas nesta etapa do experimento.

Tabela 3. Resultados dos testes de bandeja

Tratamento	nº Folhas	Comprimento Raiz (mm)	Diâmetro coleto (mm)	Parte aérea (mm)
A (01%)	4	9	0,5	55,3
B (01%)	4	18,55	0,45	58,3
C (01%)	2	6,4	0,46	54,8
D (01%)	4	13,6	0,51	67,5
A (10%)	4	10,3	0,5	60
B (10%)	2	7,3	0,2	52,8
Controle	2	9,2	0,44	43



Nota-se que os tratamentos B e D de 1% foram os que mais influenciaram no crescimento das mudas. A eficiência de crescimento proporcionada por estes dois tratamentos, quando somados os comprimentos da raiz e da parte aérea foi de 47% e 55% respectivamente a mais que o controle. A terceira melhor eficiência de crescimento ficou com o tratamento A de 10%, que apresentou crescimento 34% superior ao controle.

3.4 Massa fresca e Massa seca

As análises de Massa Fresca (MF) e Massa Seca (MS) permitem comprovar a eficiência dos tratamentos, já que através do peso é possível estimar quais mudas obtiveram um melhor crescimento. A massa fresca indica uma maior produção de fotossíntese que conseqüentemente influencia na biomassa da muda, já a massa seca indica o peso da muda sem a contribuição da água, evidenciando seu crescimento e quantidade de biomassa (SANCHEZ, 2007). As figuras 1 e 2 representam os valores de MF e MS obtidos no experimento.

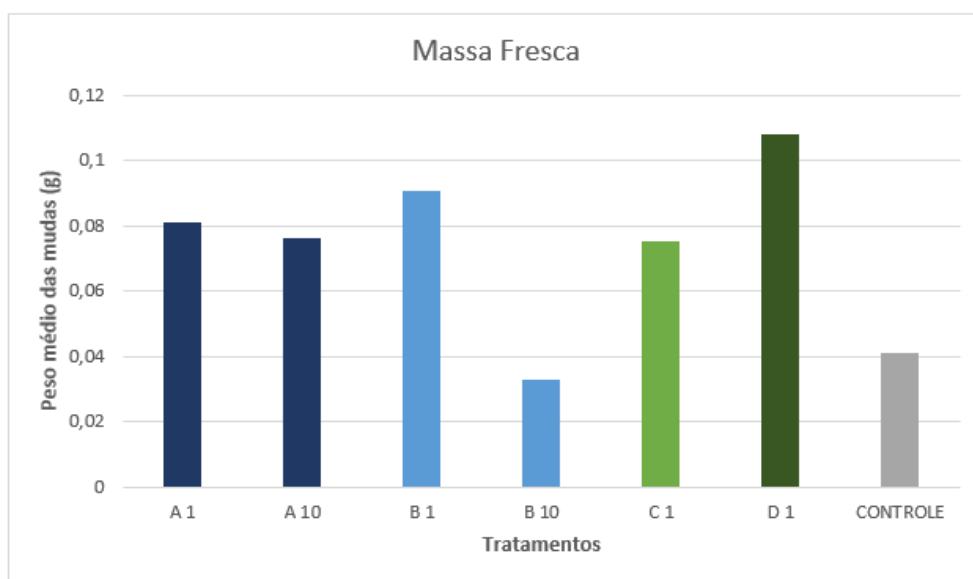


Figura 1. Média de Massa Fresca das Mudas

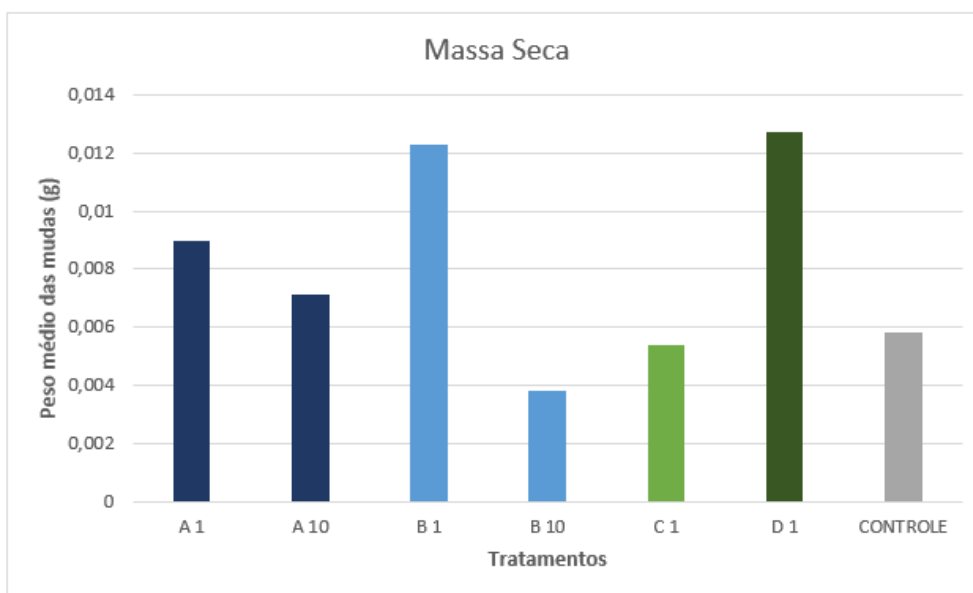


Figura 2. Média de Massa Seca das Mudas

Nota-se que os tratamentos D e B com concentração de 1% obtiveram respectivamente os maiores pesos de MF e MS (118% e 112% superior ao controle), indicando desta forma, que a maior absorção de macronutrientes e presença de matéria orgânica ocorreu nestes tratamentos,



proporcionando melhor crescimento das mudas (WATTHIER, 2014). Os tratamentos B 10% e C 1% apresentaram resultados inferiores ao próprio controle, evidenciando que estes tratamentos agiram de forma negativa no crescimento das mudas.

A presença de substâncias tóxicas e excesso de nutrientes podem ter influenciado nos resultados negativos dos tratamentos B 10% e C 1%. Micro e macronutrientes são exigidos pelas plantas para garantir o seu crescimento, entretanto, quando encontrados em grandes quantidades passam a ser tóxicos (KIHTEL, 1985). Este fato pôde ser verificado com o tratamento B 1% que mostrou bons resultados no crescimento das mudas, mas quando a diluição foi de 10%, a grande quantidade de micro e macro nutrientes provavelmente prejudicou o desenvolvimento das plantas. Este fato evidencia a necessidade da diluição do digestato para equilibrar a concentração de sais e nutrientes fornecidos às plantas.

4 Considerações finais

O pH dos digestatos apresentou valores levemente alcalinos, fator considerado favorável para o uso de biofertilizantes na produção de mudas de agrião do seco. Quando os digestatos foram utilizados em concentrações de 100% e 50%, não ocorreu a germinação das sementes. Os tratamentos B1% e C1%, não apresentaram fitotoxicidade, entretanto quando foram submetidos aos testes de produção de mudas em bandeja demonstraram influência negativa no desenvolvimento de massa, produzindo resultados inferiores ao do controle.

Para viabilizar a utilização dos digestatos, torna-se necessário encontrar uma relação ideal na concentração de sais e nutrientes, uma vez que um composto muito concentrado se torna fitotóxico, impedindo o crescimento das sementes e/ou influenciando negativamente o crescimento das mudas.

Com este trabalho observou-se que o melhor potencial de crescimento para as mudas de agrião esteve presente no digestato D (25% RU e 75% RFH). Quando este foi usado a uma concentração de 1%, proporcionou crescimento de 47% no comprimento médio das mudas de agrião do seco e aumento de 118% no conteúdo médio de biomassa (massa seca). O digestato B (75% RU e 25% RFH) quando utilizado com concentração de 1% também apresentou bons resultados, proporcionando um aumento médio de 112% no conteúdo de massa seca.

Referências

ALBUQUERQUE, J.A.; FUENTE, C. de L.; COSTA, A.F.; CARRASCO, L.; CEGARRA, J.; ABAD, M.; BERNAL, M.P.; **Assessment of the fertiliser potential of digestates from farm and agroindustrial residues**. Biomass and Bioenergy, v40, p181-189, 2012.

BELTRÃO, N.E. de M.; AZEVEDO, D.M.P. de; VIEIRA, D.J.; NÓBREGA, L.B. da. **Recomendações técnicas e considerações gerais sobre o uso de herbicidas, desfolhantes e reguladores de crescimento na cultura do algodão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 1997. 32p. (Embrapa Algodão. Documentos, 48).

CARON, B.O; et al. **Crescimento da alfaca em diferentes substratos**. Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages/SC v.3, n.2, p. 97-104, 2004

COSTA, D. M. A.; MELO, N. S.; FERREIRA, S. R.; DANTAS, J. A. **Conteúdo de N, P, K, Ca²⁺ e Mg²⁺ no amaranto (*Amaranthus spp*) sob estresse salino e cobertura morta**. Revista Ciência Agronômica, v.39, n.2, p.209-216, 2008.

DELEITO C.S.R; CARMO M.G.F; FERNANDES M.C.A; ABBOUD A.C.S. 2005. **Ação do biofertilizante Agrobio sobre a mancha-bacteriana e desenvolvimento de mudas de pimentão**. Horticultura Brasileira 23: 117-122.



6º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 10 a 12 de abril de 2018

DING, L.; JING, H.; QIN, B.; QI, L.; LI, J.; WANG, T.; LIU, G. Regulation of cell division and growth in roots of *Lactuca sativa* L. seedlings by the ent-kaurene diterpenoid rhabdosin B. **Journal of Chemical Ecology**, v.36, n.5, p.553-563, 2010.

KRATZ, D.; WENDLING, I. **Produção de mudas de Eucalyptus dunnii em substratos renováveis**. Floresta, Curitiba, PR, v. 43, n. 1, p. 125 - 136, 2013.

KIEHL, E.J. **Fertilizantes Orgânicos**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1985.

MUNNS, R. **Comparative physiology of salt and water stress**. **Plant, Cell and Environment**, v.25, p.239-250, 2002.

OLIVEIRA, E.C.A.; SARTORI, R.H; GARCEZ, T.B., 2008. **Compostagem**. 2008.19 f. Disciplina: Matéria Orgânica do Solo (LSO-897). Escola Superior de Agricultura “Luiz De Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2008.

SANCHEZ, S.V. **Avaliação de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia tipo NFT em dois ambientes protegidos em Ribeirão Preto (SP)**. 2007. 78 f. Tese (Mestre em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2007.

TRAUTMANN, N.; KRASNY, M. **Composting in the Classroom: Scientific Inquiry for High School Students**, 1997.

WATTHIER, M. **Substrato Orgânico: Caracterização, produção de mudas e desenvolvimento a campo de alface e beterraba e influência na atividade enzimática**. 2014.116 f. Dissertação (Mestre em Fitotecnia Ênfase Horticultura) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2014.

ZUCCONI, F.; MONACO, A.; FORTE, M. 1985. **Phytotoxins during the stabilization of organic matter**. In: Gasser, J.K.R (Ed), **Composting of Agricultural and Other Wastes**. Elsevier Applied Science Publishers, Barking, Essex, UK, pp. 73-86.