

FLUORESCÊNCIA INDUZIDA A LASER: CARACTERIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ORGÂNICOS PROVENIENTES DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS NA PRODUÇÃO DE SALSA (*Petroselinum crispum*)

Francielly Torres dos Santos¹ (francielly_torres@hotmail.com), Mônica Sarolli Silva de Mendonça Costa² (mssmc@ig.com), Luiz Antonio de Mendonça Costa² (lmendo@gmail.com), Plínio Emanuel Rodrigues Silva² (plinio.engenharia@yahoo.com.br), Felipe Martins Damaceno² (felippemartins.utfpr@gmail.com), Maico Chiarelotto² (maico.chiarelotto@gmail.com)

1 Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Campus Toledo/PR

2 Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Campus Cascavel/PR

RESUMO

A salsa (*Petroselinum crispum*) é amplamente comercializada como especiaria no Brasil e no mundo. A produção de salsa com qualidade depende da forma de cultivo. Assim, neste trabalho, objetivou-se avaliar o efeito de substratos orgânicos alternativos na produtividade de salsa graúda portuguesa. Os tratamentos consistiram de cinco compostos orgânicos, obtidos pelo processo de compostagem de resíduos agroindustriais da cadeia produtiva do frango de corte em que se variou a principal fonte de carbono. Para obtenção dos substratos orgânicos, a cada um dos cinco compostos orgânicos, acrescentaram-se 0, 15, 30, 45 e 60% de biochar. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. A produtividade da salsa foi determinada pela matéria seca da parte aérea a qualidade dos substratos em função da aromaticidade foi medida pela fluorescência induzida a laser (FIL). O maior grau de humificação, determinado pelo índice HFIL, dos substratos orgânicos originados do processo de compostagem de resíduos agroindustriais em que se utilizou serragem como principal fonte de carbono, reflete na maior produtividade de salsa.

Palavras-chave: ácidos húmicos, grau de aromatização, substâncias húmicas.

FLUORESCENCE INDUCED TO LASER: CHARACTERIZATION OF ORGANIC SUBSTRATES FROM AGRO-INDUSTRIAL WASTE IN PARSLAY PRODUCTION (*Petroselinum crispum*)

ABSTRACT

Parsley (*Petroselinum crispum*) is widely marketed as spice in Brazil and worldwide. The production of salsa with quality depends on the form of cultivation. Thus, in this work, the objective of this study was to evaluate the effect of alternative organic substrates on the productivity of Portuguese grapes. The treatments consisted of five organic compounds, obtained by the process of composting the agroindustrial residues of the production chain of the broiler chicken, in which the main carbon source was varied. To obtain the organic substrates, to each of the five organic compounds, 0, 15, 30, 45 and 60% of biochar were added. The experimental design was completely randomized, with four replications. The productivity of the parsley was determined by the dry matter of the aerial part, the quality of the substrates as a function of the aromaticity was measured by the laser induced fluorescence (LIF). The higher degree of humification, determined by the HFIL index, of the organic substrates originated from the process of composting agroindustrial residues in which sawdust was used as the main source of carbon, reflects in the higher productivity of parsley.

Keywords: humic acids, degree of aromatization, humic substances.

1. INTRODUÇÃO

A salsa ou salsinha (*Petrocelinum crispum*) é uma hortaliça folhosa da família das Apiáceas. É considerada um condimento muito apreciado pela população brasileira, e componente fundamental na composição de temperos. Suas folhas são comercializadas em maços grandes ou em molhos pequenos, sendo encontrada também nas formas minimamente processada e desidratada, exclusiva ou em mistura com alho e/ou cebolinha (ESCOBAR et al., 2010).

Ainda, segundo Escobar et al. (2010), há poucos cultivares de salsa, destacando-se a lisa comum e a graúda portuguesa, sendo que a segunda produz folhas maiores e ambas são resistentes ao florescimento. Há também o cultivar denominado crespina Paramount caracterizada por não retomar o crescimento após o primeiro corte, portanto, sendo considerada sem produção na rebrota.

No cultivo da salsa, a escolha de um bom e adequado substrato é primordial para garantir o desenvolvimento da espécie (PEREIRA et al., 2013). De acordo com Medeiros et al. (2010), o substrato deve fornecer suprimento adequado de nutrientes, oxigênio e eliminação do gás carbônico (CO₂). O substrato deve apresentar características químicas, físicas e biológicas favoráveis (TRAZZI et al., 2012), ao mesmo tempo em que, devem promover a demanda de nutrientes necessários para o crescimento das plantas e maximizar os compostos fenólicos presentes nas plantas para a garantia de uma produção vigorosa.

De modo geral, além de promover a nutrição e maximizar as funções antioxidantes nas plantas com reflexos benéficos à saúde humana, os substratos devem proporcionar uma produção de matéria seca adequada nas plantas para comercialização. Para Steffen et al. (2010), a escolha do substrato é baseada em dois critérios: no custo de aquisição e na disponibilidade do material para produção. Dessa forma, existe a possibilidade da utilização de substratos orgânicos constituídos de material orgânico proveniente de agroindústrias de determinada região (ARAÚJO NETO et al., 2009).

No entanto, a utilização de substratos orgânicos na produção de hortaliças requer alguns cuidados, pois os resíduos agroindustriais submetidos ao processo de compostagem são ricos em nutrientes (SANTOS et al., 2015). A alta concentração de sais impossibilita a absorção de nutrientes pelas raízes, visto que reduz o potencial hídrico no substrato, assim causam efeitos tóxicos nas plantas, ocorrendo distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo (SOUSA et al., 2011). Acrescentar biochar aos substratos com alta salinidade auxilia na minimização dos problemas causados pela salinidade. Segundo Lima et al. (2013), o biochar apresenta altas concentrações de carbono pirogênico e baixo teor de nitrogênio, o que lhe confere uma elevada razão C/N e baixa taxa de mineralização, ou seja, não sofre alterações quando agregado a outros materiais, tais como substratos orgânicos. Então, no processo de obtenção do Biochar (carvão) os resíduos vegetais são submetidos à pirólise, isto é, aquecidos a temperaturas elevadas, na ausência de oxigênio (MARTINEZ, 2006).

Substratos orgânicos são ricos em matéria orgânica. A matéria orgânica permite o desenvolvimento de microrganismos benéficos, aumentando a disponibilidade de nutrientes ao longo do tempo de ciclo da cultura, porém, essas alterações dependem da quantidade e da qualidade dos resíduos orgânicos utilizados (CALDEIRA et al., 2011). O processo de humificação da matéria orgânica ainda é pouco compreendido e o conhecimento sobre os precursores das frações húmicas ainda é limitado (SILVA et al., 2013). Diversos autores representam rotas diferentes para a sua formação. Contudo, em todas essas rotas, o destaque especial é dado à participação da lignina (DICK et al., 2005; PRIMO et al., 2011).

Quanto à caracterização, as substâncias húmicas (SHs) são identificadas como substâncias amorfas, de cor preta, parcialmente aromáticas, principalmente hidrofílicas e quimicamente complexas (NOVOTNY et al., 2006; PUGLISI et al., 2008). Da mesma forma, Canellas et al. (2005) citam que as SHs são compostos aromáticos, de coloração escura e recalcitrantes à ação biológica. Podem ser separadas, com base na sua solubilidade, em ácidos fúlvicos (AF), ácidos húmicos (AH) e húmica (H) (CUNHA et al., 2009).

A fluorescência induzida a laser (FIL) permite a determinação do grau de humificação dos substratos pelo índice de H_{FIL}. A FIL consiste na análise de pastilhas de amostras prensadas em molde de aço (SANTOS et al., 2009). Segundo Milori et al. (2006), essa técnica permite quantificar a humificação

de amostras, devido aos sinais de fluorescência que são emitidos em sistemas rígidos conjugados em estruturas ou moléculas individuais, como anéis aromáticos e quinonas. Sendo assim, quando a substância muda de estado (sólido, líquido, vapor) ou é dissolvida, o sinal de fluorescência da substância ainda persistirá. As principais vantagens da FIL são alta sensibilidade e seletividade, pois somente aqueles grupos funcionais que fluorescem podem ser observados, sendo que a intensidade da fluorescência aumenta com o decréscimo do tamanho molecular e o incremento de grupos C=O, COOH e C aromáticos. A simplicidade e rapidez da análise são também vantagens dessa técnica (MILORI et al., 2002).

2. OBJETIVO

Verificar qual o grau de humificação dos substratos orgânicos associados ao biochar e seu efeito sobre a produtividade de salsa.

3. METODOLOGIA

O experimento foi conduzido entre os meses de agosto e dezembro de 2015, em estufa de 15 x 7 m com área total de 105 m², teto de Aluminet® 30%, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, município de Cascavel - PR, com latitude 24° 54' 01" S e longitude 53° 32' 01" W, altitude média de 781 metros. O clima é subtropical úmido, com precipitação média anual de 1.800 mm. A chuva é bem distribuída durante o ano e as temperaturas médias variam entre 18 e 20 °C (IAPAR, 2015).

As mudas de salsa graúda portuguesa foram adquiridas no comércio local, com 30 dias de emergência e foram transplantadas para vasos com capacidade de 1 L (10,5 cm de altura, diâmetro de 12,5 cm na base superior e 10 cm na base inferior), preenchidos com os substratos orgânicos e com biochar.

Os substratos orgânicos foram obtidos pelo processo de compostagem de resíduos agroindustriais, variando as fontes de carbono (BERNARDI, 2015). Resumidamente, as fontes de carbono que variaram nas composições dos substratos foram resíduos da desfibração do algodão (A), serragem (S), capim-napier triturado (N), bagaço de cana moído (B) e material resultante da poda de árvores urbanas (P). Os resíduos agroindustriais comuns a todos os substratos foram cama de matrizeiro, resíduos de incubatório, lodo de flotor, tripa celulósica e carvão. Para a obtenção dos substratos orgânicos os compostos estabilizados foram triturados.

A salsa graúda portuguesa foi cultivada em cinco substratos originados de diferentes fontes de carbono na produção do composto orgânico (poda de árvores urbana, serragem, bagaço de cana de açúcar, resíduo de desfibração de algodão e capim-napier triturado) com cinco concentrações de biochar (0, 15, 30, 40 e 60%), com quatro repetições, uma planta por vaso, perfazendo um total de 100 unidades experimentais.

Os vasos foram dispostos sobre mesas de madeira (largura de 0,80 m x 2,20 m). A irrigação, realizada de forma manual, foi efetuada com base na pesagem dos vasos, levando-se em consideração a evaporação do dia. Procedeu-se a rotação dos vasos entre as mesas e entre as linhas diariamente para evitar o efeito das bordaduras sobre o desenvolvimento das plantas. O experimento não foi efetinado em blocos dentro da estufa, pois nos primeiros 15 dias a salsa necessita de radiação solar direta. Então todos os vasos foram colocados em caixas, para facilitar o transporte, e deixados em exposição solar no período da manhã até o final da tarde. Após 15 dias não houve necessidade de exposição solar direta, pois as plantas apresentaram-se em desenvolvimento.

Os valores da condutividade elétrica (5:1 v/m) (Brasil, 2007), expressos em dS m⁻¹, para os substratos com proporções de biochar no composto obtido como principal fonte de carbono a poda de árvores com 60% de Biochar foram de 3,44; com 45% de Biochar – 3,79; com 30% de Biochar – 4,53; com 15% de Biochar 6,40; somente com o composto sem o Biochar – 6,28. Com a principal

fonte de carbono a serragem com 60% de Biochar – 2,63; com 45% de Biochar – 3,18; com 30% de Biochar – 3,69; com 15% de Biochar – 5,01; somente com o composto sem o Biochar – 5,37. Com a principal fonte de carbono o bagaço de cana-de-açúcar com 60% de Biochar – 5,07; com 45% de Biochar – 5,73; com 30% de Biochar – 6,75; com 15% de Biochar – 8,48; somente com o composto sem o Biochar – 10,45. Com a principal fonte de carbono o resíduo de desfibrilação de algodão com 60% de Biochar – 6,55; com 45% de Biochar – 7,94; com 30% de Biochar – 13,16; com 15% de Biochar – 15,48; somente com o composto sem o Biochar – 18,33. Com a principal fonte de carbono a serragem com 60% de Biochar – 5,52; com 45% de Biochar – 6,72; com 30% de Biochar – 8,36; com 15% de Biochar – 9,82; somente com o composto sem o Biochar – 11,67. Após a colheita (50 dias após o transplante), as amostras foram lavadas com água corrente para a remoção das sujidades presentes na parte aérea (folhas e talos). A determinação de matéria seca foi realizada após o processo de liofilização, no qual as amostras foram submetidas a -20 °C, no tempo médio de 18 horas.

A FIL foi realizada de acordo com metodologia proposta por Milori et al. (2006). Constituído de um laser de argônio, de um prisma para separação da emissão laser da fluorescência do gás, de espelhos para condução da excitação até a amostra de solo, de uma lente para coletar a fluorescência, de um modulador óptico (*optical chopper*), de um filtro para suprimir a excitação no sistema de detecção, de um monocromador (CVI, L=25 cm), de uma fotomultiplicadora, de um amplificador *lock-in* e de um microcomputador dotado de placa de aquisição e *software* de controle e aquisição de dados. A determinação do H_{FIL} foi realizada a partir da razão entre a área do espectro de emissão da fluorescência (ACF) (440-800 nm) e a concentração de carbono orgânico total (COT), de acordo com a Equação 1. Os teores de carbono foram obtidos por qual método de Cunha-Queda (2003).

$$H_{FIL} = \frac{ACF}{COT} \quad \text{eq. (1)}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A determinação do grau de humificação (H_{FIL}) dos substratos acrescidos de biochar está representada na Figura 1.

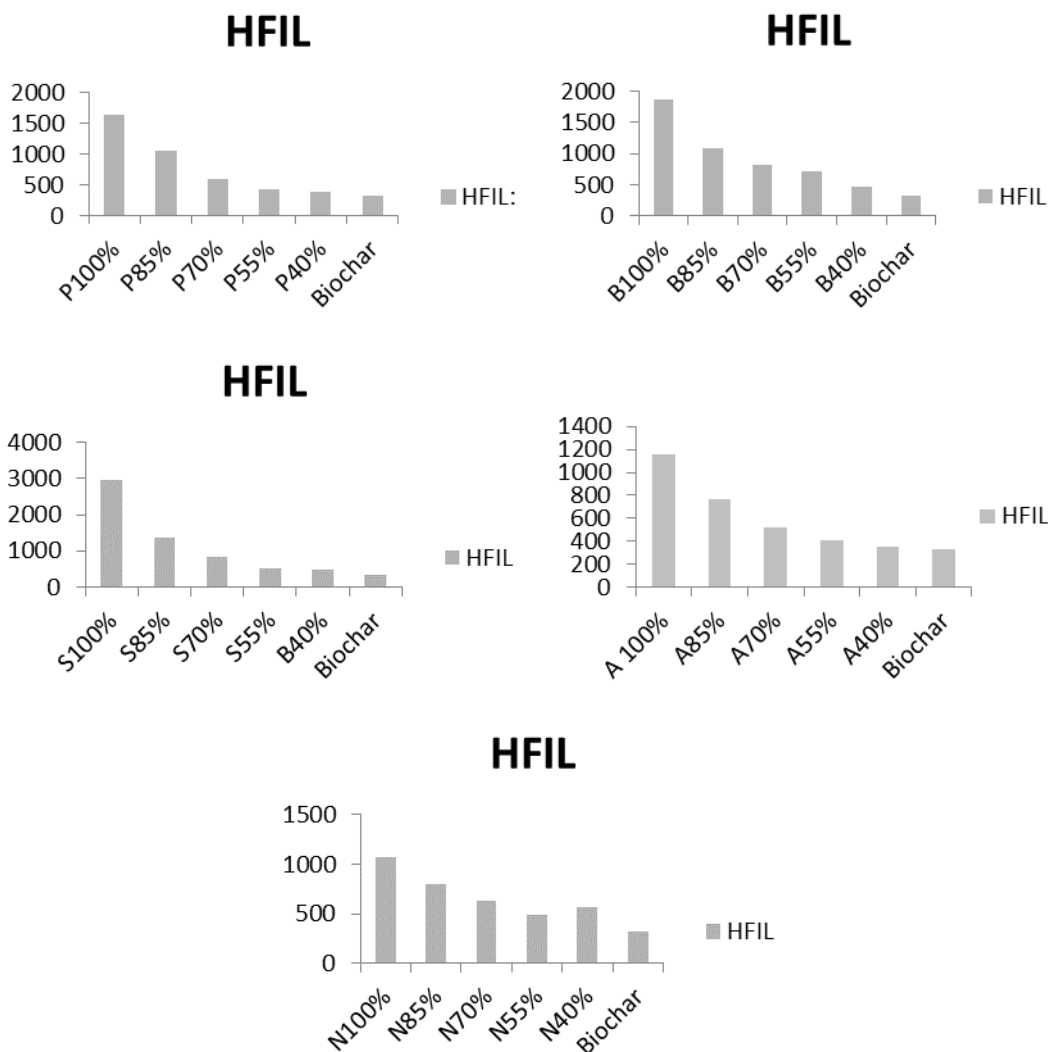


Figura 1: Determinação do grau de humificação dos substratos obtidos de poda de árvores, bagaço de cana, serragem, resíduo de desfibração de algodão e capim-napier com proporções de biochar.

De modo geral, em todos os substratos, à medida que se aumenta a quantidade de biochar decresce o H_{FIL} . Fato explicado, pois, ao se acrescentar o biochar, diminui-se a quantidade de matéria orgânica humificada, ou seja, reduz-se o grau de aromaticidade (GONZALEZ-PEREZ *et al.*, 2004). Deste modo, pode-se inferir que o biochar interfere no grau de humificação do composto e deste modo nas características da matéria orgânica.

Para os substratos sem biochar (100% de substrato), calculou-se o H_{FIL} , com intuito de verificar qual se apresenta com maior índice de aromaticidade, tal resposta é apresentada na Figura 2.

HFIL

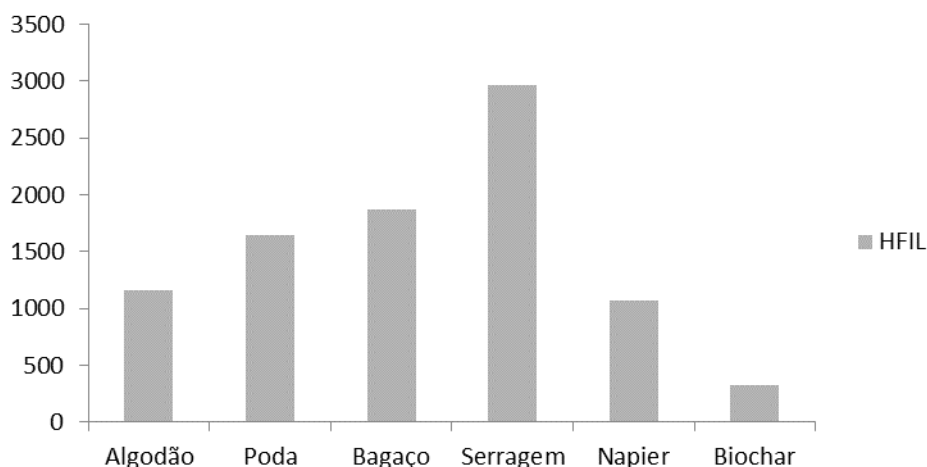


Figura 21: Determinação do grau de humificação dos substratos com 100% de poda de árvores, bagaço de cana, serragem, resíduo de desfibrilação de algodão e capim-napier.

Pode-se observar que os substratos em que se utilizaram os resíduos da desfibrilação de algodão, bem como o capim-napier apresentam-se com o H_{FIL} mais baixo em relação aos demais substratos. Gonzalez-Perez et al. (2004), que avaliaram a matéria orgânica no solo acrescentando fontes de carbono, relatam que os resíduos de vegetais, bem como vários fatores influenciam no processo de humificação. Os autores, ainda, complementam afirmando que a fluorescência pode ser usada para estudar alterações estruturais causadas pela adição de resíduos nos solos, para acompanhar o processo de humificação. O baixo H_{FIL} obtido nos substratos de resíduos de algodão e capim-napier, além de outras características já mencionadas, pode ter contribuído para o efeito deletério na produtividade da salsa. Em contrapartida, o substrato originado da fonte de carbono serragem, apresenta-se com o maior grau de humificação, reportado pelo maior valor de H_{FIL} . Dessa forma, pode-se inferir que o índice de aromaticidade maior do substrato a partir de serragem, pode ter refletido na maior produtividade de salsa graúda portuguesa, dentre outras características deste substrato. Uma vez que, o H_{FIL} infere sobre a decomposição da matéria orgânica, logo, o substrato à base de serragem apresentou-se com maior grau de decomposição. Na tabela 01 é apresentada a matéria seca da salsa graúda portuguesa cultivada nos substratos orgânicos acrescidos de Biochar.

Tabela 01: Matéria seca da salsa graúda portuguesa cultivada nos substratos orgânicos acrescidos de biochar

Variável	Biochar (%)	Fonte de Carbono				
		S	B	P	A	N
Matéria seca (g)	60%	3,11 bC	4,33 aA	1,61 cA	2,81 bA	1,73 cA
	45%	4,38 aB	3,88 aA	1,82 cA	2,81 bA	0,47 cB
	30%	4,33 aB	3,80 aA	2,64 bA	3,20 bA	0,03 cB
	15%	5,65 aA	2,74 bB	2,49 bA	0,41 cB	0,02 cB
	0%	3,85 aB	2,34 bB	1,79 bA	0,27 cB	0,03 cB

Notas: Letras minúsculas (proporções de biochar entre os tratamentos) iguais nas linhas não diferem entre si a 5% de significância segundo o teste Scott-Knott; Letras maiúsculas (fonte de carbono com mesma proporção de biochar) iguais nas colunas não diferem entre si a 5% de significância segundo o teste Scott-Knott; S: fonte de carbono serragem; B: bagaço de cana; P: poda de árvores; A: algodão; N: capim-napier.

A matéria seca da salsa cultivada em substratos obtidos a partir de compostos orgânicos em que se utilizaram os resíduos da desfibração de algodão como principal fonte de carbono apresenta-se menor do que aquela observada na salsa cultivada em substrato à base de serragem, bagaço de cana e material resultante da poda de árvores, nas concentrações de 85 e 100% de substrato. Muito embora, os substratos com 100% de bagaço e material resultante da poda de árvores proporcionassem maiores acúmulos de matéria seca na salsa em relação ao algodão, são menores do que o substrato à base de serragem.

A qualidade do carbono presente nos resíduos submetidos ao processo de compostagem, influenciará na modificação das estruturas presentes nos substratos (PRIMO et al., 2011; JINDO et al., 2012; MAIA et al., 2012). Materiais lignocelulósicos são constituídos de três componentes: celulose, hemicelulose e lignina (BADHAN et al., 2007). A lignina é a fração de carbono de difícil decomposição (GUIMARÃES et al., 2010), a sua degradação é muito lenta e está correlacionada com a geração de AH, segundo alguns estudos, dada à proximidade de suas características químicas (CANELLAS et al., 2005).

A serragem possui características peculiares em comparação ao resíduo de algodão, como a qualidade do carbono, ou seja, as diferentes frações de lignina, celulose e hemicelulose. Segundo Bernardi (2015), no processo de compostagem dos resíduos com diferentes fontes de carbono, a redução média de lignina foi de 17% e para celulose a redução foi de 92% no composto obtido de resíduo de algodão. Enquanto que o composto obtido de serragem apresentou maiores quantidades de lignina e quantidades menores de celulose. Ao final, o composto obtido de serragem, apresentou redução de 41% de lignina e 87% de celulose. Sendo assim, com a maior quantidade de lignina presente na serragem, o processo de compostagem tende a se estender em comparação ao resíduo de algodão. O resíduo de algodão permaneceu 84 dias sob o processo de compostagem, ao passo que a serragem permaneceu 154 dias até atingir a estabilização.

Sendo assim, devido ao maior tempo de compostagem, sugere-se que os substratos obtidos a partir da compostagem de resíduos agroindustriais em que foi utilizada a serragem, por apresentar maiores reduções nas frações de carbono, podem se apresentar com maior grau de humificação do que os demais, principalmente quando comparado ao substrato obtido a partir de compostos orgânicos em que se utilizaram os resíduos da desfibração de algodão como principal fonte de carbono, durante o processo de compostagem.

5. CONCLUSÃO

O maior grau de humificação, determinado pelo índice H_{FIL} , dos substratos orgânicos originados do processo de compostagem de resíduos agroindustriais em que se utilizou serragem como principal fonte de carbono, reflete na maior produtividade de salsa.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO NETO, S. E.; AZEVEDO, J. M. A.; GALVÃO, R. O.; OLIVEIRA, E. B. L.; FERREIRA, R. L. F. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. *Ciência Rural*, V. 39, p. 1408-1413, 2009.

BADHAN, A. K.; CHADHA, B. S.; KAUR, J.; SAINI, H. S.; BHAT, M. K. Production of multiple xylanolytic and cellulolytic enzymes by thermophilic fungus *Myceliophthora* sp. IMI 387099. *Bioresorce Technology*, V.98, p. 504-510, 2007.

BERNARDI, F. H. Materiais lignocelulósicos na compostagem de resíduos da agroindústria do frango de corte. Cascavel, 60 p., 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa Nº 17, de 21 de maio de 2007. Aprova os Métodos Analíticos Oficiais para Análise de Substratos e Condicionadores de Solos, na forma do Anexo à presente Instrução Normativa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 24 maio 2007. Seção 1, p. 8.

CALDEIRA, M. V. W.; WENDLING, I.; PENCHEL, R. M.; GONÇALVES, E. O.; KRATZ, D.; TRAZZI, P. A. Propriedades de substratos para produção de mudas florestais. In: CALDEIRA, M. V. W.; GARCIA, G. O.; GONÇALVES, E. O.; ARANTES, M. D. C.; FIEDLER, N. C. (Eds.) Contexto e perspectivas da área florestal no Brasil. Visconde do Rio Branco: Suprema, V.1, p. 142-160, 2011.

CANELLAS, L. P.; RUMJANEK, V. M. Espectroscopia na região do infravermelho. In: CABELLAS, L. P.; SANTOS, G. A. Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Gaoytacazes: L. P. Canellas; G. A. Santos. p. 126-142. 2005.

CUNHA, T. J. F.; BASSOI, L. H.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; PETRERE, V. G.; RIBEIRO, P. R. A. Ácidos húmicos em solos fertirrigado no vale do São Francisco. Revista Brasileira de Ciências do Solo, Viçosa, V. 33, p. 1583-1592, 2009.

CUNHA-QUEDA, A. C. F.; VALLINI, G.; SOUSA, R. F. X. B.; DUARTE, E. C. N. F. A. Estudo da evolução de atividades enzimáticas durante a compostagem de resíduos provenientes de mercados horto-frutícolas. Anais do Instituto Superior de Agronomia, Lisboa - Portugal. v. 49, p. 193-208, 2003.

DICK, D. P. ; GONÇALVES, C. N.; DALMOLIN, R. S. D.; KNICKER, H.; KLAMT, E.; KOGEL-KNABNER, I.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L. Characteristics of soil organic matter of diferente Brazilian ferralsols under native vegetation as a function of soil depth. Geoderma, V.124, p. 319-333, 2005.

ESCOBAR, A. C. N.; NASCIMENTO, A. L.; GOMES, J. G.; BORBA, R. V.; ALVES, C. C.; COSTA, C. A. Avaliação da produtividade de três cultivares de salsa em função de diferentes substratos. 2010. **Horticultura Brasileira**, V. 28, p. S2671-S2676, 2010.

GONZALEZ-PEREZ, M.; MARTIN-NETO, L.; SAABB, S. C.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; BAGNATO, V. S.; COLNAGO, L. A.; MELO, W. J.; KNICKER, H. Characterization of humic acids from a Brazilian Oxisol under different tillage systems by EPR, ¹³C NMR, FTIR and fluorescence spectroscopy. Geoderma, V. 118, p. 181-190, 2004.

GUIMARÃES, J. R.; ALMEIDA JUNIOR, R. L.; MANIERO, M. G. FADINI, P. S. Ozonização em meio básico para redução de cor do licor negro de indústria de celulose de algodão. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, V. 15, p. 93-98, 2010.

INSTITUTO AGRONOMO DO PARANÁ - IAPAR. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2015.

JINDO, K.; MARTIM, S. A.; NAVARRO, E. C.; PÉREZ-ALFOCEA, F.; HERMANDEZ, T.; GARCIA, C.; AGUIAR, N. O.; CANELLAS, L. P. Root growth promotion by humic acids from composted and non-composted urban organic waste. Plant and Soil, V.353, p. 209-220, 2012.

MAIA, C. M. B. F.; FUKAMACHI, C. R. B.; PICCOLO, A.; MANGRICH, A. S. EPR and DRIFT spectroscopic characterization of humic fractions during composting of sawdust and paper mill sludge. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, V. 32, p. 01-06, 2012.

MARTINEZ, J. A. Improvement of kiln design and combustion/carbonization timing to produce charcoal from agricultural waste in developing countries. Massachusetts Institute of Technology, V.1, p. 4-6. 2006.

MEDEIROS, A. S.; SILVA, E.G.; LUISON, E. A.; ANDREANI JÚNIOR, R.; ANDREANI, D. I. K. Utilização de compostos orgânicos para uso como substratos na produção de mudas de alface. Revista Agrarian, Dourados, V. 3, p. 261-266, 2010.

MILORI, D. M. B. P. ; MARTIN-NETO, L.; BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; BAGNATO, V. S. Humification degree of soil humic acids determined by fluorescence spectroscopy. Soil Science, V.167, p. 739-749, 2002.

MILORI, D. M. P. B.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIEKOW, J.; GONZÁLEZ-PERÉZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. Soil Science Society of America Journal, V. 70, p. 57-63, 2006.

NOVOTNY, E. H.; KNICKERS, H.; COLNAGO, L.A.; MARTIN-NETO, L. Effect of residual vanadyl on the spectroscopic analysis of humic acids. Organic Geochemistry, Oxford, V. 37, p. 1562-1572, 2006.

PEREIRA, D. C.; WILSEN NETO, A.; NÓBREGA, L. H. P. Adubação orgânica e algumas aplicações agrícolas. Revista Varia Scientia Agrárias, Cascavel, V. 3, p. 159-174, 2013.

PRIMO, D. C.; MENEZES, T. O. SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. Scientia Plena, Sergipe, V.7, p. 1-15, 2011.

PUGLISI, E.; FRAGOULIS, G.; DELREY, A. M.; SPACCINI, R.; GIGLIOTTI, G.; SAIDPULLICINO, D.; TREVISAN, M. Carbon deposition in soil rhizosphere following amendments with soluble fractions, as evaluated by combined soil-plant rhizobox and reporter gene systems. Chemosphere, Kidlington, V.73, p. 1292-1299, 2008.

SANTOS, L. M.; SIMÕES, M. L.; SILVA, W. T. L.; MILORI, D. M. D. P.; MONTES, C. R.; MELFI, A. J.; MARTIN-NETO, L. Caracterização química e espectroscópica de solos irrigados com efluente de esgoto tratado. Eclética Química, Araraquara, V. 34, p. 39-43, 2009.

SANTOS, F. T.; LUDWIG, F.; COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M. Nutrition and growth of potted gerbera according to mineral and organic fertilizer. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, São Paulo, V. 21, p. 251-258, 2015. 1 CD-ROM.

STEFFEN, G. P. K.; ANTONIOLLI, Z. I.; STEFFEN, R. B.; MACHADO, R. G. Casca de arroz e esterco bovino como substratos para a multiplicação de minhocas e produção de mudas de tomate e alface. Acta Zoológica Mexicana, V. 2, p. 333-343, 2010.

SILVA, A.C.; SILVA, V. E.; SILVA, B.P. C.; CAMARGO, P. B.; PEREIRA, R.C.; BARRAL, U.M.; BATELHO, A.M.M.; TORRADO, P. V. Composição lignocelulósica e isópica da vegetação e da matéria orgânica do solo de uma turfeira tropical: II substâncias húmicas e processos de humificação. Revista brasileira de ciências do solo, Viçosa, V. 37, p. 134-144, 2013.

SOUSA, M.S.B.; VIEIRA, L.M.; LIMA, A. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. Brazilian Journal of Food Technology, V.14, n. 3, p. 202-210, 2011.

TRAZZI, P. A.; WINCKLER, C.; COLOMBI, R.; PERONI, L.; GODINHO, T. O. Estercos de origem animal em substratos para a produção de mudas florestais: atributos físicos e químicos. Scientia Forestalis, Piracicaba, V.40, p. 455-462, 2012.