



Caracterização química dos compostos líquidos oriundos da compostagem de resíduos agroenergéticos

Anita Ribas Avancini¹, Ester Schiavon Matoso², Vanessa Sacramento Cerqueira³, Sérgio Delmar dos Anjos e Silva⁴.

1 Universidade Federal de Pelotas, e-mail: anita.avancini@hotmail.com; 2 Universidade Federal de Pelotas, e-mail: ester-schiavon@hotmail.com; 3 Universidade Federal de Pelotas, e-mail: vanessacerqueira@yahoo.com.br; 4 Embrapa Clima Temperado, e-mail: sergioanjos@embrapa.br

Palavras-chave: cana-de-açúcar; torta de tungue; nutrientes.

Resumo

A compostagem é uma alternativa de reciclagem de resíduos orgânicos. Durante o processo de compostagem, é gerado um líquido que pode ser denominado composto líquido. Este composto contém muitos nutrientes que podem ser utilizados como fertilizantes, aparecendo como uma solução mais sustentável e econômica frente aos fertilizantes químicos. O objetivo do trabalho foi caracterizar os compostos líquidos gerado por três leiras de compostagem contendo diferentes matérias-primas sendo resíduos agroenergéticos presente em todas. Foram construídas quatro baias com estrutura de madeira em um telado. Em três delas foram montadas leiras de compostagem. Em todas as leiras havia palha e bagaço de cana-de-açúcar, o diferencial entre elas era que na leira 1 havia esterco bovino e serragem, na leira 2, cama de aviário e casca de acácia triturada e na leira 3, serragem e torta de tungue. As leiras foram revolvidas, em média, a cada 30 dias sendo que ao final do terceiro foram recolhidos os líquidos percolados gerados por cada leira de compostagem. Os compostos líquidos foram enviados a um laboratório de análises ambientais. Foram analisados macro e micronutrientes e pH. A metodologia utilizada para análise de cada parâmetro foi: Boro total, cálcio, cobre total, ferro total, magnésio total, manganês total, potássio, sódio total e zinco total através do método SMWW Method 3111 A,B; Enxofre através do método de gravimetria; Fósforo total através do método SMWW Method 4500 B4, E; Nitrogênio total kjeldahl através do método PE 025; pH através do método SMWW, Method 4500 H+ B e TOC - Carbono orgânico total através do método SMWW Method 5220 B. No geral, o composto líquido proveniente da leira de compostagem 2 obteve melhores resultados com maiores quantidades de nutrientes. O composto líquido 1 se destacou frente aos outros compostos líquidos em relação ao Ferro Total, o composto líquido 2 em relação ao maior número de elementos, sendo eles: Cálcio, Fósforo Total, Magnésio Total, Potássio e Sódio Total e o composto líquido 3 possuiu os maiores valores de Nitrogênio total Kjeldahl e de Carbono Orgânico total. Foi possível concluir que há grandes diferenças na caracterização química entre os compostos líquidos, devido às variações das matérias-primas utilizadas.

Introdução

A compostagem é um método de reciclagem dos resíduos orgânicos, como os gerados na agricultura, na qual possui como produto final um composto agrícola fértil capaz de corrigir solos degradados (OMORI, 2014). Durante o processo de compostagem de resíduos orgânicos é gerado um subproduto na forma líquida podendo ser denominado chorume ou composto líquido. A composição desse subproduto pode variar de acordo com os resíduos submetidos à compostagem e é rico em nutrientes que podem ser aproveitados na agricultura.

Silva et al. (2011) destaca a importância dos métodos de tratamento de resíduos que visam o aproveitamento do composto líquido uma vez que este possui um grande potencial fertilizante, através de uma alta carga de matéria orgânica e nutrientes minerais, se utilizado em proporções adequadas. A inserção do chorume no solo pode melhorar a sua estrutura e fertilidade através da adição de nutrientes e matéria orgânica, facilitando a infiltração da água da chuva, a capacidade de retenção de umidade e de troca de cátions e a atividade microbiana, solubilizando alguns metais tóxicos e complexando alguns metais essenciais às plantas, como Fe, Zn, Mn, Cu e Co (BASSO, et al., 2008). Com os altos valores de temperatura que o processo atinge, o processo de compostagem é capaz de eliminar todos os organismos patogênicos de infestantes, uma preocupação frequente quanto aplicação direta do chorume ao solo (BRITO et al., 2008).

Além da compostagem de resíduos agrícolas gerados por pequenos agricultores ser uma técnica ambientalmente adequada que traz benefícios ao produtor, faz-se também de grande importância encontrar uma destinação nobre para a fase líquida gerada durante este processo. Dessa forma, o uso da correta dosagem do percolado, gerado pela compostagem de resíduos agrícolas, no solo de pequenos agricultores, pode acarretar em benefícios para tais. A fim de aumentar a resistência contra pragas e doenças, os biofertilizantes têm sido utilizados como adubo foliar na agricultura (PENTEADO, 1999). Uma interessante alternativa para o melhor desenvolvimento de culturas têm sido os biofertilizantes, porém há uma carência em pesquisas e informações sobre qual a concentração é a mais adequada a ser utilizada (SOUZA, 2000).

A utilização de biofertilizantes líquidos, os quais estejam diluídos em água em uma proporção de 10% a 30%, demonstram efeitos abundantes como fixação de flores e frutos e aumento da área foliar em diferentes culturas sendo aplicados em pulverizações foliares (MORAES, 2009). Alguns biofertilizantes líquidos oriundos do esterco têm também sua função ampliada a fitoproteção de plantas podendo ser utilizados em sistemas de cultivo provendo macro e micronutrientes a cultura (ARAÚJO, 2000).

Desde a colonização do Brasil, a cana-de-açúcar aparece como uma das principais culturas do país (SANTIAGO et al., 2015). O processamento de 1000 t de cana-de-açúcar rende, nas usinas, em média 280 t de bagaço e 35 t de torta de filtro. No Brasil, são produzidos 201.418.487 t ano⁻¹ de resíduos do bagaço e da torta de filtro (BRASIL, 2011). Segundo o CONAB a produção de cana-de-açúcar, estimada para a safra 2019/20, é de 622,3 milhões de toneladas. Desta maneira, é muito grande a quantidade de resíduos gerados por essa cultura.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho é caracterizar o chorume gerado na compostagem de resíduos de cana-de-açúcar (palha e bagaço), torta de tungue e de atividades agrícolas (esterco de gado e cama de aviário) e de atividades agroindustriais (serragem e casca de acácia).

Material e Métodos

O trabalho em questão foi desenvolvido na Embrapa Clima Temperado estação sede em Pelotas, Rio Grande do Sul, no período de julho de 2018 a maio de 2019.

Foram estruturadas três leiras de compostagem em um telado, sendo estas impermeabilizadas com lonas a fim evitar o contato do material a ser compostado e do líquido percolado com o solo. As leiras foram montadas contendo diferentes combinações de matérias-primas. Estas leiras foram movimentadas entre quatro composteiras construídas utilizando tábuas de madeira, com medidas de 1,2 m X 1,3 m X 2,6 m (L X A x P), conforme exemplificado na Figura 1, com o objetivo de aerar e uniformizar o processo de compostagem.

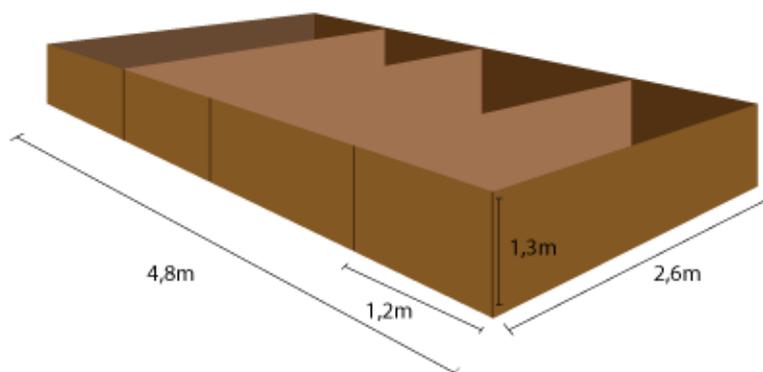


Figura 1- Perspectivas em 3D das leiras para compostagem

Fonte: Autor (2018).

As compostagens foram realizadas com resíduos agroenergéticos, sendo eles: bagaço e palha de cana-de-açúcar e torta de tungue. Além disso, foram utilizados resíduos provenientes de atividades agropecuárias. As matérias-primas utilizadas encontram-se dispostas da Tabela 1, sendo respeitada a ordem de cada uma de acordo como se encontra na tabela. As composteiras montadas podem ser visualizadas na Figura 2.

Tabela 1- Matérias-primas utilizadas nas leiras de compostagem e seus respectivos volumes.

| | Leira 1 | Volume (m ³) | Leira 2 | Volume (m ³) | Leira 3 | Volume (m ³) |
|----------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Camada 4 (Superior) | Palha cana-de-açúcar | 0,5 | Palha cana-de-açúcar | 1,5 | Torta de Tungue | 0,5 |
| Camada 3 | Esterco de Gado | 1,0 | Cama de Aviário | 1,0 | Palha cana-de-açúcar | 0,5 |
| Camada 2 | Bagaço de cana-de-açúcar | 1,0 | Bagaço de cana-de-açúcar | 1,0 | Bagaço de cana-de-açúcar | 2,0 |
| Camada 1 (Inferior) | Serragem | 1,5 | Casca de Acácia Triturada | 0,5 | Serragem | 1,0 |
| Total | - | 4 | - | 4 | - | 4 |



Figura 2- Leira 1 de compostagem (a esquerda), leira 2 de compostagem (ao meio) e leira 3 de compostagem (a direita).

As leiras foram revolvidas, em média, a cada 30 dias através da transferência do material para a baía ao lado. Ao final do terceiro revolvimento foram recolhidos os compostos líquidos (Figura 3) gerados por cada leira de

compostagem para análise química. Os compostos líquidos recolhidos dos processos de compostagem foram enviados ao laboratório de análises ambientais “HidroLAB” para caracterização química. Os parâmetros analisados foram: Boro total, cálcio, cobre total, ferro total, magnésio total, manganês total, potássio, sódio total e zinco total através do método SMWW Method 3111 A,B; Enxofre através do método de gravimetria; Fósforo total através do método SMWW Method 4500 B4, E; Nitrogênio total kjeldahl através do método PE 025; pH através do método SMWW, Method 4500 H+ B e TOC - Carbono orgânico total através do método SMWW Method 5220 B.



Figura 3- Chorume gerado pela leira de compostagem 1 sendo coletado

Resultados e Discussão

Os resultados das análises químicas enviadas ao laboratório encontram-se dispostos na Tabela 2. O composto líquido proveniente da leira 1 de compostagem se destacou frente aos outros compostos líquidos em relação ao Ferro Total. Silva e Falcão (2002) pesquisaram a deficiência de nutrientes em plantas de pupunheira e concluíram que a falta do ferro causou na planta alteração na coloração das folhas mais novas sendo que essas folhas exibiram as nervuras bem pronunciadas na tonalidade verde, formando um contraste nítido com o resto amarelo do limbo.

O composto líquido 2 foi o que se destacou dentre todos os analisados. O composto obteve, na sua composição, maiores quantidades dos nutrientes: Cálcio, Fósforo Total, Magnésio Total, Potássio e Sódio Total. O fósforo é um elemento muito importante para o desenvolvimento das plantas devido a sua baixa disponibilidade no solo, onde se mantém adsorvido aos colóides do solo, formando compostos de baixa solubilidade (ARAÚJO e MACHADO, 2006). Além disso, o macronutriente possui função estrutural, sendo parte de muitos processos metabólicos, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucléicos, glicose, respiração e fixação de Nitrogênio. (VANCE et al., 2003; PRADO,2008). O cálcio é um nutriente que se destaca devido à grande importância que tem para as plantas. Entre os nutrientes essenciais para as plantas destaca-se o cálcio. Esse macronutriente é capaz de aumentar o acúmulo de nutrientes pela planta, é essencial para manter a integridade da membrana plasmática, bem como atuar na prevenção da perda de solutos para a solução externa (MALAVOLTA, 2008). A falta de cálcio leva a um baixo crescimento e desenvolvimento das raízes das plantas, prejudicando a absorção de nutrientes e água, sujeitando as plantas às deficiências minerais e a déficit hídrico (LAMBALIS, 2006). Cakmak e Yazici (2010) afirmam que o magnésio quando absorvido pelas plantas possui uma grande quantidade de funcionalidades como a fixação fotossintética do dióxido de carbono, síntese protéica e formação de clorofila, além disso, processos fisiológicos e bioquímicos são afetados pela falta de magnésio, prejudicando o crescimento da planta e a sua produção.

O potássio, além de ser um elemento essencial para as plantas, é o segundo nutriente mais absorvido por elas (TIDALE e NELSON, 1975). O elemento possui uma função necessária ao estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais (GATTWARD, 2010). O autor também afirma que o Sódio é um elemento que possui diversas funções, similares as do potássio, para planta como ativas algumas enzimas, favorecer a acumulação de frutose, aumentar o conteúdo de sacarose para algumas delas, facilitar a absorção do N, P, K. Contudo, o sódio é capaz de ser tóxico se estiver presente em grandes concentrações, reduzindo o crescimento e a produção das plantas e podendo causar seu amarelecimento e murchamento (MARSCHNER, 1995). Desta maneira, é preciso estar atendo nas quantidades ideais que devem ser utilizadas de cada nutriente, dependendo da

cultura a ser produzida.

A caracterização do composto líquido 3 revelou que este possuiu os maiores valores de Nitrogênio total Kjeldahl e de Carbono Orgânico total. O nitrogênio é um importante macronutriente uma vez que é responsável por processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, como a fotossíntese, a respiração, o crescimento e desenvolvimento e atividade radiculares, assim como a absorção de outros nutrientes (SOARES, 2013). Li, et. al (2017) realizaram um estudo no qual observaram que quando as plantas estão efetivamente absorvendo nitrogênio, a disponibilidade do nutriente no solo diminui, limitando o acesso dos microrganismos ao elemento e, conseqüentemente diminuindo a decomposição da matéria orgânica do solo, aumentando a eficiência de carbono.

Tabela 2- Macro e micronutrientes e pH dos compostos líquidos

| Parâmetro/Composto Líquido | Composto Líquido 1 | Composto Líquido 2 | Composto Líquido 3 |
|--|--------------------|--------------------|--------------------|
| Boro Total (mg.L ⁻¹) | < 0,49 | < 0,49 | < 0,49 |
| Cálcio (mg.L ⁻¹) | 110,970 | 122,623 | 99,553 |
| Cobre Total (mg.L ⁻¹) | < 0,21 | < 0,21 | < 0,21 |
| Enxofre (%) | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Ferro Total (mg.L ⁻¹) | 7,606 | 5,519 | 3,730 |
| Fósforo Total (mg P.L ⁻¹) | 202,20 | 489,49 | 223,47 |
| Magnésio Total (mg.L ⁻¹) | 106,714 | 212,848 | 104,584 |
| Manganês Total (mg.L ⁻¹) | 10,561 | 1,022 | 2,442 |
| Nitrogênio Total Kjeldahl (mg N.L ⁻¹) | 57,07 | 203,44 | 296,3 |
| pH | 7,11 | 6,74 | 6,42 |
| Potássio (mg.L ⁻¹) | 462,113 | 1420,625 | 614,843 |
| Sódio Total (mg.L ⁻¹) | 91,118 | 157,769 | 21,771 |
| TOC - Carbono orgânico total (mg.L ⁻¹) | 582,15 | 1741,8 | 5993,85 |
| Zinco Total (mg.L ⁻¹) | 0,211 | 0,278 | 0,230 |

Considerações Finais

A caracterização química dos compostos líquidos possibilitou concluir que a variedade de materiais utilizados na montagem das leiras de compostagem alteram a composição química do chorume gerado pelo processo de reciclagem de resíduos orgânicos, havendo discrepantes diferenças entre alguns macro e micronutrientes entre os compostos líquidos estudados.

É importante salientar que se faz necessário que mais estudos, com diferentes matérias-primas e diferentes condições, sejam conduzidos a fim de se aprofundar no tema.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer a Embrapa Clima Temperado pela estrutura e materiais disponíveis para o desenvolvimento do trabalho. Também, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão de bolsas de estudo que possibilitaram aos alunos estarem desenvolvendo suas pesquisas. Por fim, a Universidade Federal de Pelotas, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar por estarem sempre disponíveis incentivando a realização de trabalhos e a divulgação destes.

Referências Bibliográficas

ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Nutrição mineral de plantas. In: FERNANDES, M. S.(Ed.). Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, cap. 10, 2006, p. 432.

ARAÚJO, J. B. S. Neto, J. A.M.; Antunes, D. G. Levantamento sobre biofertilizante supermagro em café. In: SIMPÓSIO DOS CAFÉS DO BRASIL, 1. 2000, Poços de Caldas, MG. Anais... EMBRAPA Café. p.438-440

BASSO, S. M. S.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural. Revista Brasileira de Zootecnia. v.37, n.2, p.221-227, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, 2011. 102 p.

BRITO, L. M.; AMARO, A. L.; MOURÃO, I.; COUTINHO, J. Transformação da Matéria Orgânica e do Nitrogênio



- Durante a Compostagem da Fração Sólida do Chorume Bovino. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 5, p. 1959-1968, 2008.
- CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola. *BetterCrops*, v. 94, n. 2, p. 23-25, 2010.
- CONAB. Acomp. safra bras. cana, v. 6 - Safra 2019/20, n. 2 - Segundo levantamento, Brasília, p. 1-58, agosto de 2019.
- Gattward, James Nascimento. Trocas gasosas e composição mineral em folhas de mudas clonais de *Theobroma cacao* L. submetidas à substituição parcial de potássio por sódio no solo. – Ilhéus, BA : UESC, 2010., (Dissertação de mestrado), 50p, 2010.
- LAMBAIS, M. R. Unraveling the signaling and signal transduction mechanisms controlling arbuscular mycorrhiza development. *Scientia Agricola*. v.63, n.4, p.405-413, 2006. MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 2006. 638 p.
- LI X.G., JIA B.; LV J.T.; MA Q.J.; KUZYAKOV Y., LI F.M.. Nitrogen fertilization decreases the decomposition of soil organic matter and plant residues in planted soils. *Soil Biol Biochem*. ed.112. p. 47 – 55, 2017.
- MARSCHNER, H. Mineral Nutrition of Higher Plants. 2ed, Academic Press, London. 1995.
- OMORI, W. P. Diversidade Bacteriana em Solos, Vinhaça e Semicompostagem Relacionados ao Cultivo de Cana-de-Açúcar, 2014. Dissertação de mestrado (Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias), Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal, Jaboticabal, 2014.
- PENTEADO, S. R. Defensivos alternativos e naturais: para uma agricultura saudável. Campinas, 1999, 95p.
- PRADO, R. M. Nutrição de Plantas. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 2008. v. 1. 407
- Santiago, R. G., dos Santos, F. K. G., de Lima Leite, R. H., Mendes, E. M., & Aroucha, A. G. D. S.. Desenvolvimento de um kit de reator de leito fixo de bagaço de cana-de-açúcar para uso didático Development of fixed bed reactor kit using sugarcane bagasse for didactic use. *Revista Verde*. v. 10 n.2, p. 106-112, 2015.
- SILVA, D. F.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; BATISTA, R. O.; MOREIRA, D. A. Alteração Química de Solo Cultivado com Capim Tftom 85 (*Cynodon* spp.) e fertirrigado com percolado de resíduo sólido urbano. *Acta Scientiarum. Technology*. v.33, n.3, p.243-251, 2011.
- SILVA, J. R. A., & FALCÃO, N. P. D. S. Caracterização de sintomas de carências nutricionais em mudas de pupunheira cultivadas em solução nutritiva. *Acta Amazônica*, v. 32, n. 4, p. 529-529, 2002.
- SOARES, H. R. NETO, E. B.; BARRETO, L. P.; LIRA, R.M.; LUCENA, E. H. L.; LIMA, N. S. ; SILVA, M. A.. Comparação de Metodologias para Determinação de N-total em Tecido Vegetal. 2013. Disponível em: <<http://www.eventosufrpe.com.br/2013/cd/resumos/R0393-1.pdf>> Acessado em: 01 out. 2019.
- SOUZA, W. P. Efeitos de adubação organo-mineral do solo sobre a produção de pimentão (*Capissicum annum* L.). 1999. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em agronomia)-Centro de ciências agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- TISDALE, S. L.; NELSON, W. L., Soil fertility and fertilizers, 3.ed. New York, Macmillan, 694p. 1975.
- VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. *New Phytologist*, v. 157, p. 423-447, 2003.