

III-116 – CARACTERIZAÇÃO DE COMPOSTO A BASE DE BIOSSÓLIDO E RESÍDUOS MUNICIPAIS

Fernanda de Fátima Dhein⁽¹⁾

Estudante de Engenharia Agrônômica do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC).

Fernanda Rubio⁽²⁾

Bióloga pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Mestre em Agronomia pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Docente do Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu/PR.

Marlene Cristina de Oliveira Laurindo⁽³⁾

Agrônoma pela Fundação Faculdade de Agronomia Luiz Meneghel. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE). Docente do Centro Universitário Dinâmica das Cataratas (UDC), Campus Foz do Iguaçu/PR.

Mileny Krul de Lara⁽⁴⁾

Estudante Integrado em Edificações no Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu/PR. Bolsista PIBIC- JR.

Karine Paiva Zinn⁽⁵⁾

Estudante Integrado em Edificações no Instituto Federal do Paraná, Campus Foz do Iguaçu/PR.

Endereço⁽¹⁾: Rua Vitorino, 166 - Belvedere II - Foz do Iguaçu - PR - CEP: 85867-530 - Brasil - Tel: (45) 99962-3474 e-mail: fernanda_dhein@hotmail.com

RESUMO

Com a crescente produção de resíduos sólidos urbanos, torna-se necessário a utilização de medidas para a disposição adequada desses materiais, a compostagem é uma opção viável no tratamento de resíduos provenientes do lixo orgânico, como a poda de árvores e o lodo de esgoto tratado (biossólido), podendo ser empregado na produção de adubos de qualidade principalmente para floricultura e jardinagem, minimizando os riscos de contaminação ao meio ambiente.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade de adubo produzido por meio do processo de compostagem, com resíduos orgânicos municipais da cidade de Foz do Iguaçu/PR, na produção do girassol dobrado anão (*Helianthus annuus L.*). O experimento foi realizado na cidade de Foz do Iguaçu, nas dependências do Instituto Federal do Paraná (IFPR). Primeiramente foi realizado testes preliminares para a montagem da leira de compostagem, e posteriormente a determinação da qualidade do composto (pH, condutividade, relação C/N e teste de fitotoxicidade). Para o plantio do girassol foram analisados diferentes substratos: substrato comercial, composto com biossólido produzido, composto sem biossólido e composto sem biossólido + 1/3 biossólido. Os substratos foram alocados em 20 vasos e utilizado o método de blocos casualizados (DBC), composto por 4 tratamentos e 5 repetições. As determinações das variáveis do girassol dobrado anão foram realizadas 20 dias após o plantio, onde coletou-se os dados de massa fresca e seca, altura de planta, diâmetro do colmo, comprimento das raízes e número de folhas por planta. Os resultados demonstraram que a utilização do biossólido na compostagem, apresentou resultados significativos em relação ao tamanho de raiz em comparativo aos demais tratamentos avaliados, constatando que uso composto com a utilização de biossólido na produção do girassol ornamental é uma alternativa viável no reaproveitamento dos resíduos utilizados.

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto, Compostagem, *Helianthus annuus L.*

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos cresce demasiadamente rápido, por meio das atividades humanas, tornando-se um problema sócio-econômico-ambiental e ocasionando a disseminação de pragas e doenças quando mal manejados (PIMENTA, et al., 2016; PAREDES FILHO e FLORENTINO, 2016). Contudo, os resíduos sólidos orgânicos, quando tratados de forma correta, tornam-se alternativas viáveis no aproveitamento para produção de adubo orgânico (MMA, 2012). Visto que, de acordo com Junior et al., (2005), esses tipos de resíduos provocam melhorias nas propriedades físicas e químicas do solo, pois possuem altas taxas de carbono (C) e

nutrientes, aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), neutralização da acidez, o que promove um aumento na produtividade e redução de custos da produção.

A produção e disposição de resíduos sólidos orgânicos municipais é uma preocupação para os órgãos públicos. Segundo Pedrosa et al., (2013), muitas vezes, os resíduos orgânicos são depositados em aterros sanitários, sendo este destino inapropriado e insustentável. Da Costa et al., (2016) colocam que por meio do processo da compostagem estes resíduos podem ser utilizados para a produção de adubo orgânico, rico em nutrientes, além de reduzir em grande quantidade a disposição desses em aterros sanitários.

O adubo proveniente do lixo orgânico, poda de árvores e lodo de esgoto é uma alternativa ambientalmente correta e economicamente viável na produção de flores e plantas ornamentais, pois além de reduzir os riscos ambientais e ameaça à saúde pública, ainda diminui os custos de produção (DE BRITO E D'OLIVEIRA, 2010). Uma alternativa para o paisagismo da cidade, é o girassol dobrado anão (*Helianthus annuus L.*), pois trata-se de uma planta de pequeno porte, bem adaptável a diversos climas, além de propiciar dinamismo, bem-estar ao ambiente e apresentar belas inflorescências (SAES ZOBIOLE et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2017).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi verificar a qualidade de adubo produzido por meio do processo de compostagem, com resíduos orgânicos municipais da cidade de Foz do Iguaçu, na produção do girassol dobrado anão (*Helianthus annuus L.*).

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na cidade de Foz do Iguaçu, situada no extremo oeste do Paraná, as condições climáticas são subtropical úmida, com verões quentes, geadas pouco frequentes e chuvas em todos os meses do ano. Entre novembro e fevereiro ocorrem as temperaturas mais quentes do ano, que chegam a ultrapassar os 32 °C, já nos meses de junho, julho e agosto as com temperaturas mínimas em média de 12 °C (PMFI, 2018).

Para construção da leira de compostagem foram coletados resíduos orgânicos, (113 Kg) proveniente do CEASA, como: restos de verduras, frutas e legumes. Também foram coletados resíduos de poda de árvores (141 Kg) obtidos pelo Horto Municipal de Foz do Iguaçu, além de biossólido (58,5 Kg) coletado na Sanepar (Companhia de Saneamento do Paraná), no mês de outubro de 2017.

Antes de montar a pilha de compostagem foi necessário definir a quantidade correta de cada resíduo, para isso foi realizado análises laboratoriais para verificar a relação C/N de acordo com metodologia proposta por Kiehl (2004) e Oliveira et al., (2008), que descrevem a faixa ideal entre 25/1 a 35/1.

A construção da pilha de compostagem foi realizada sobre piso de concreto e local devidamente coberto. Após uma semana da construção da leira, iniciou-se o revolvimento da mesma, acontecendo semanalmente, e após mais uma semana foi iniciada a aplicação de preparados de microrganismos eficazes (EM), produzidos de forma adaptada *in vitro*, de acordo com metodologia descrita por Andrade et al., (2011). O revolvimento inicial e a irrigação foram feitos 3 vezes por semana e foi aplicado aproximadamente 100 mL da solução EM/ 5 litros de água, nos dias de revolvimento. A temperatura da pilha foi monitorada diariamente, a fim de verificar as fases do processo de estabilização da compostagem.

As avaliações para determinação da qualidade do composto foram: determinação do pH, sólidos totais, fixos e voláteis, relação C/N e condutividade elétrica.

Após os 79 dias de compostagem, se obteve o composto pronto e foi feita avaliação das variáveis no girassol dobrado anão em comparativo a mais 3 substratos diferentes. Para o plantio, foram utilizados 20 vasos de 5 kg, com 6 sementes em cada vaso. Foram adotados 4 tratamentos (Tabela 1), e cada tratamento fez uso de 5 repetições. O experimento foi realizado nas instalações de uma propriedade situada em Foz do Iguaçu, e a irrigação foi realizada uma vez ao dia. Após 20 dias da germinação das sementes de girassol foram selecionadas 1 muda de cada vaso para avaliação das variáveis, que foram: massa fresca e seca, comprimento da parte aérea e raiz, número de folhas por planta e diâmetro do colmo.

Tabela 1: Disposição dos tratamentos.

Simbologia	Tratamentos
T1	Substrato Comercial
T2	Composto com biossólido
T3	Composto sem biossólido
T4	Composto s/ biossólido+ 1/3 biossólido

Os tratamentos foram distribuídos seguindo o método estatístico blocos casualizados (DBC), e para a interpretação dos resultados, as variáveis das plantas foram analisadas mediante a análise estatística. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias, realizada pelo Teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o software estatístico SISVAR.

RESULTADOS

Durante o período de estabilização da pilha de compostagem que utilizou biossólido, foi monitorado a temperatura do mesmo. A Figura 1 apresenta a evolução da temperatura na leira.

Após algumas horas da montagem da leira, verificou-se temperaturas próximas aos 35 °C, indicando o início da fase mesofílica. Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Pedrosa et al., (2013) que obtiveram temperaturas de 30 °C no início do processo e dentre 24 h observaram temperaturas que caracterizam a fase termofílica como nos resultados apresentados a seguir.

Foi observado temperaturas superiores a 60 °C no início das 24 horas da montagem da leira no processo de compostagem, fato importante, já que o aumento da temperatura está relacionada ao crescimento dos microrganismos, no qual essas temperaturas são ótimas para a eficiência do processo e atuando na intensa atividade microbiológica e velocidade de degradação (INSAM e DE BERTOLDI, 2007). Estes resultados se assemelham ao de Orrico Júnior et al., (2010) que em seu trabalho, atingiu no 2º dia de compostagem valores de temperaturas acima dos 50 °C até o pico de 64 °C no 7º dia do processo.

Essa temperatura inicial, tanto da parte central quanto da lateral da leira, está relacionada a fase termófila, sendo que segundo Herbets et al., (2005), um dos principais fatores que influenciam a temperatura seria as dimensões de tamanho e forma da leira, fato que se observa neste estudo. De acordo com este mesmo autor, esta etapa da compostagem, além de influenciar na ação dos microrganismos, é muito importante para reduzir a quantidade dos microrganismos patogênicos dos resíduos, podendo durar conforme com o material utilizado no processo.

Observa-se também, que aos 35 dias de monitoramento ocorreu o início de temperaturas de 28 °C a 32 °C, até o término do processo que teve duração por volta de 79 dias, que de acordo com Kiehl (2004) e Barreira (2005) nessas temperaturas inicia-se o resfriamento e maturação do composto, caracterizando a fase final do processo.

Verificou-se que o período de compostagem, citado acima, foi bem rápido, pois, em média o ciclo completo leva cerca de 90 a 120 dias (OLIVEIRA et al., 2008). Pode-se sugerir a aplicação do preparado de EM's na leira e a utilização de biossólido, que propiciaram um aumento da fauna microbiológica intensificando a atividade dos microrganismos devido ao aumento da temperatura. Outro fator seria as dimensões da leira, como citado anteriormente, isso tudo relacionado ao aumento da temperatura para intensificação da atividade biológica, bem como os revolvimentos frequentes que garantiu a oxigenação da leira.

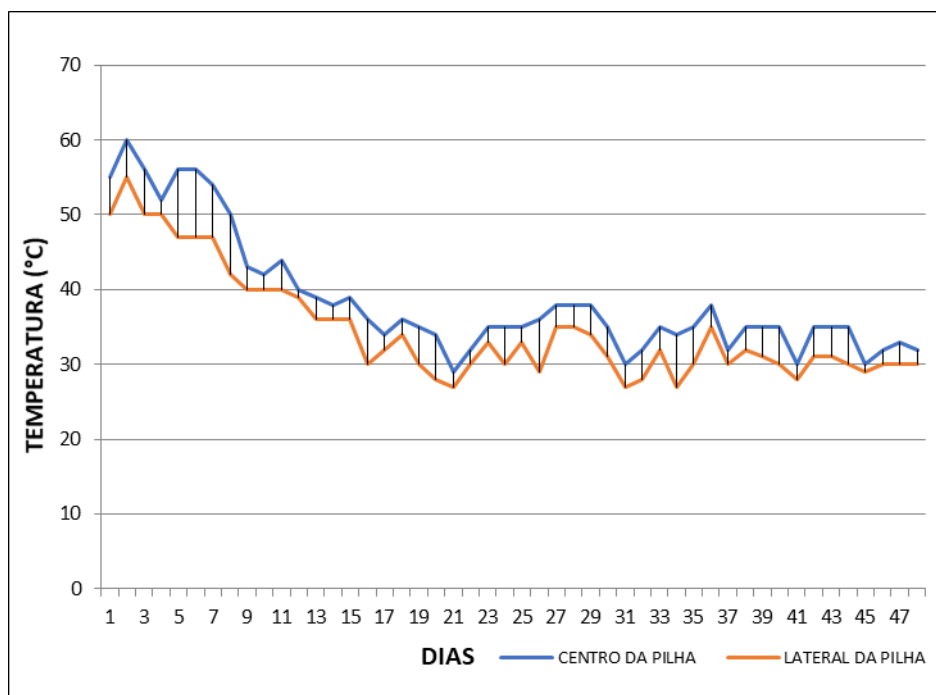


Figura 1: Progressão da temperatura durante o processo de compostagem.

A quantidade de sólidos totais entre os compostos demonstrou uma grande variação, verificado que no composto com bio-sólido apresentado na tabela 4 mostra-se inferior ao composto sem bio-sólido, isso devido à relação que os sólidos totais têm com a água, podendo ser confirmado verificando o teor de umidade do composto que utilizou bio-sólido em sua composição, apresentando 65,11%. Resultados similares foram obtidos por Andrade (2015) apresentando 59,22% de umidade em sua compostagem onde utilizou grãos de soja com poda de árvore. Segundo Kiehl (2004) a umidade deve estar entre 40 e 70%, para uma velocidade de decomposição ideal e para não provocar odores indesejáveis, valores que atendem o composto com bio-sólido apresentado na tabela 2.

Tabela 2: Determinação dos sólidos totais, fixos e voláteis dos compostos.

Compostos	ST (%)	SF (%)	SV (%)	U (%)
C/ bio-sólido	34,89	53,62	46,38	65,11
S/ bio-sólido	69,49	80,02	19,98	30,51

*ST= Sólidos Totais; SF= Sólidos Fixos; SV= Sólidos Voláteis; U=Umidade

* C/ bio-sólido= Composto com poda de árvores, resíduos do CEASA e bio-sólido; S/ bio-sólido= Composto com poda de árvores e resíduos do CEASA.

A Tabela 3, representa os valores de pH e condutividade elétrica dos compostos. Os resultados de pH obtido nos dois compostos foram similares. Pereira Neto (2007) coloca que os níveis de 4,5 à 9,5 são ideais no processo de compostagem. Assim, de acordo com Bidone et al., (2003) à proporção que os microrganismos degradam os compostos, são produzidos subprodutos ácidos ou básicos, conforme a exigência do meio, resultando na estabilização do produto final.

Os valores obtidos de pH apresentado nos compostos podem ser comparados com os resultados de Cruz et al., (2017) que apresentou em seu trabalho 5,5 em seu composto de casca de eucalipto e lodo de esgoto, dentro das faixas apresentadas por Pereira Neto (2007), já Santos Filho (2014) em seu trabalho com composto de poda e esterco equino, apresentou pH próximos ao 7,75.

Tabela 3: Determinação de pH e condutividade elétrica dos compostos.

Compostos	pH	CE (dS cm ⁻¹)
C/ Biossólido	7,6	1,416
S/ Biossólido	7,7	0,462

*CE= Condutividade Elétrica; pH= potencial hidrogeniônico

Ao passar do tempo do processo, a relação C/N diminui, em consequência da liberação de gás carbônico e da oxidação da matéria orgânica, que reduz a quantidade de C (ZHANG e HE, 2006). Assim, segundo Marín et al., (2005) a relação C/N final do composto que atingiu a maturidade deve apresentar valores entorno de 10/1 a 12/1. Isso é confirmado verificando os dados dispostos na Tabela 4 a qual traz a relação C/N dos compostos finalizados.

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento na instrução normativa nº 25, de 23 de junho de 2009, exige que a relação C/N seja de no máximo 20/1 para os fertilizantes orgânicos, assim os resultados obtidos neste trabalho, seguiram as normas estabelecidas pela legislação (BRASIL, 2009).

Tabela 4: Relação C/N dos compostos.

Compostos	C (%)	N (%)	C/N
C/ biossólido	25,77	2,04	12,6/1
S/ biossólido	11,10	0,73	15,2/1

* C= carbono; N= Nitrogênio; C/N= Relação carbono e nitrogênio

* C/= com; S/= sem

As plantas de girassol, foram avaliadas por meio do teste de Tukey aos 20 dias do plantio e os resultados foram dispostos nas tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Determinação da massa fresca e massa seca das plantas de girassol dobrado anão aos 20 dias.

Tratamentos	MFPA (g)	MSPA (g)	% H ₂ O	% Sólidos	MF Raiz (g)	MS Raiz (g)	% H ₂ O	% Sólidos
T1	0,4539	0,02110	95,35	4,65	0,0525	0,00170	96,76	3,24
T2	0,4667	0,02910	93,76	6,24	0,0579	0,00183	96,85	3,15
T3	0,5655	0,02873	94,92	5,08	0,0486	0,00110	97,74	2,26
T4	0,5594	0,02923	94,78	5,22	0,0685	0,00180	97,37	2,63
CV (%)	32,34	34,61	-	-	23,94	33,75	-	-
dms	0,347	0,019	-	-	0,029	0,0011	-	-
F cal	0,514 ns	0,718ns	-	-	1,608ns	1,590ns	-	-

* MFPA= massa fresca da parte aérea; MSPA= massa seca da parte aérea; H₂O= água; MF Raiz= massa fresca da raiz; MS Raiz= massa seca da raiz

* T1= substrato comercial; T2= composto com biossólido, poda de árvore e resíduos vegetais do CEASA; T3= composto sem biossólido, poda de árvore e resíduos vegetais do CEASA; T4= composto sem biossólido+1/3 biossólido; T5= substrato comercial+1/3 biossólido

* ns não significativo (p >=05)

Tabela 6: Valores das variáveis: número de folhas, comprimento da parte aérea e raiz, e diâmetro do colo do desenvolvimento das plantas de girassol dobrado anão aos 20 dias.

Tratamentos	Número de Folhas	Tamanho PA (cm)	Tamanho Raiz (cm)	Colo (mm)
T1	6,0	2,77	3,50 b	1,27
T2	6,0	3,12	5,97 a	1,74
T3	6,0	2,17	3,84 b	1,57
T4	6,0	2,61	4,52 ab	1,63
CV (%)	15,63	29,73	21,35	20,62
dms	2,011	1,666	1,998	0,671
F cal	0,273 ns	0,996 ns	5,272 *	1,590 ns

MFPA= massa fresca da parte aérea; MSPA= massa seca da parte aérea; H2O= água; MF Raiz= massa fresca da raiz; MS Raiz= massa seca da raiz

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($01 \leq p < 05$); ns não significativo ($p \geq 05$)

Os resultados mostraram que não houve diferenças entre os tratamentos, com exceção da variável de comprimento de raiz. Sendo muito importante o maior desenvolvimento da raiz para fixação da planta ao solo e maior absorção dos nutrientes e água, podendo ser observado nos resultados de Nascimento et al., (2013), o uso do lodo de esgoto apresentou ser mais eficiente que a adubação química, no aumento dos níveis de nutrientes às plantas de girassol.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no trabalho realizado, concluiu-se que:

As plantas de girassol dobrado anão apresentaram diferenças significativas no tamanho de raiz, com a aplicação do composto com biossólido.

A utilização do biossólido na compostagem é viável economicamente, socialmente e ambientalmente, devido ser um material rico em nitrogênio e apresentar bons resultados no desenvolvimento do girassol ornamental em relação aos outros substratos testados e não apresentar toxicidade aos mesmos, além de ser uma alternativa adequada para disposição desse resíduo.

Desta forma, em estudos posteriores propõe-se testar o produto em outras culturas ou mesmo no girassol, porém com maior tempo de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, F. C. Compostagem como alternativa de disposição final dos resíduos sólidos orgânicos gerados na Embrapa Soja. 2015.98 p. Trabalho de Conclusão de Curso -Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina-PR, 2015.
2. ANDRADE, F. D.; BONFIM, F.; HONÓRIO, I.; REIS, I.; PEREIRA, A. D. J.; SOUZA, D. D. B. Caderno dos microrganismos eficientes (EM): instruções práticas sobre o uso ecológico e social do EM. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2011.
3. BARREIRA, L. P. Avaliação das usinas de compostagem do estado de São Paulo em função da qualidade dos compostos e processos de produção. 2005.204 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.
4. BIDONE, F. R. A.; REIS, M.; SELBACH, P. Compostagem – Aspectos teóricos e operacionais, Apostila do curso realizado pela ABES/RS – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: ABES, 2003.
5. BRASIL.MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução normativa nº 25, de 23 de julho de 2009. Normas sobre as especificações e as garantias, as tolerâncias, o registro, a embalagem e a rotulagem dos fertilizantes orgânicos simples, mistos, compostos, organominerais e biofertilizantes destinados à agricultura. República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 jul. 2009. Seção 1.
6. CRUZ, C. V.; CAROLINE DE MOURA, D.; BÔAS, R. L. V.; GABIRA, M. M.; FERNANDES, D. M.; DA SILVA, M. R. Características físicas e químicas na compostagem do lodo de esgoto com três tipos de materiais estruturantes. In: FORUM INTERNACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS-ANAIS. Vol. 8, No. 8, 2017.
7. DA COSTA M. V.; PIMENTA, A. F.; JÚNIOR, I. T.; DAL BOSCO, T. C.; MICHELS, R. N.; BERTOZZI, J. Compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores: Parâmetros físico químicos. Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 2, p. 853-862, 2016.
8. DE BRITO, L. R.; D' OLIVEIRA P. S. Uso de Resíduos Sólidos Urbanos na Produção de Flores e Plantas Ornamentais. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v. 3, n. 2, p. 237-247, 2010.
9. HERBETS, R. A.; COELHO, C. R. D. A.; MILETTI, L. C.; MENDONÇA, M. M. D. Compostagem de resíduos sólidos orgânicos: aspectos biotecnológicos. Revista Saúde e Ambiente, v. 6, n. 1, 2005.

10. INSAM, H.; DE BERTOLDI, M. Microbiology of the composting process. Waste Management Series, v. 8, p. 25-48, 2007.
11. JUNIOR, C. H. A.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; DE CASTRO KIEHL, J. Uso agrícola de resíduos orgânicos potencialmente poluentes: Propriedades químicas do solo e produção vegetal. Tópicos em ciência do solo, v. 4, p. 391-470, 2005.
12. KIEHL, E. J. Manual de Compostagem: Maturação e qualidade do composto. 4ª ed. Piracicaba/SP. 173 p, 2004.
13. MARÍN, I.; SANZ, J. L.; AMILS, R. Biotecnología y medioambiente. Ed. Ephemera, Madri, 2005.
14. MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano Nacional de Resíduos sólidos. Brasília – DF, 2012.
15. NASCIMENTO, A. L.; SAMPAIO, R. A.; FERNANDES, L. A.; ZUBA JUNIO, G. R.; CARNEIRO, J. P.; RODRIGUES, M. N.; ALBUQUERQUE, H. C. D. Yield and nutrition of sunflower fertilized with sewage sludge stabilized by different processes. Revista Ceres, v. 60, n. 5, p. 683-689, 2013.
16. OLIVEIRA, E. C. A.; SARTORI, R. H.; GARCEZ, T. B. Compostagem. Piracicaba–São Paulo, p. 19, 2008.
17. OLIVEIRA, M. L. A.; DA SILVA PAZ, V. P.; GONÇALVES, K. S.; OLIVEIRA, G. X. S. Crescimento e produção de girassol ornamental irrigado com diferentes lâminas e diluições de água residuária. Irriga, v. 22, n. 2, p. 204-219, 2017.
18. ORRICO JÚNIOR, M. A. P.; ORRICO, A. C. A.; LUCAS JÚNIOR, J. D. Compostagem dos resíduos da produção avícola: cama de frangos e carcaças de aves. Engenharia Agrícola, p. 538-545, 2010.
19. PAREDES FILHO, M. V.; FLORENTINO, L. A. Utilização de micro-organismos eficazes no processo de compostagem/Utilization of effective microorganisms in the composting process. Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas, v. 10, n. 4, p. 375-382, 2016.
20. PEDROSA, T. D.; FARIAS, C. A. S.; PEREIRA, R. A.; DO RÊGO FARIAS, E. T. Monitoramento dos parâmetros físico-químicos na compostagem de resíduos agroindustriais. Nativa, v. 1, n. 1, p. 44-48, 2013.
21. PEREIRA NETO, J. T. Manual de compostagem: processo de baixo custo. Viçosa: UFV.81p, 2007.
22. PIMENTA, A. F.; da Costa MARQUES, V.; JUNIOR, I. T.; Dal BOSCO, T. C.; BERTOZZI, J.; MICICHELS, R. N. Temperatura e redução de massa e volume em processo de compostagem de resíduos orgânicos domiciliares e poda de árvores. **Blucher Engineering Proceedings**, v. 3, n. 2, p. 991-998, 2016.
23. PREFEITURA MUNICIPAL DE FOZ DO IGUAÇU. A cidade: características físicas. Disponível em: <<http://www.pmfi.pr.gov.br/turismo/?idMenu=1693>> Acesso em 18 mar. 2018.
24. SAES ZOBIOLE, L. H.; CASTRO, C. D.; ALVARES DE OLIVEIRA, F.; OLIVEIRA JUNIOR, A. D. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, n. 2, 2010.
25. SANTOS FILHO, A. R. Monitoramento e avaliação do processo de compostagem com incorporação de resíduos de gesso de construção civil. 2014.56 p.Trabalho de Conclusão de Curso- Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.
26. SILVA, F. A. M.; VILLAS BÔAS, R. L. Teste de germinação como indicador de manutenção em composto orgânico. Revista Energia na Agricultura, Viçosa, v. 22, n.3, p. 63-73. 2007.
27. VASCONCELOS, C. Ecotoxicidade de substratos orgânicos. Metodologias de avaliação de Compostos. 2005. Trabalho de Conclusão de Curso - Faculdade de ciências da Universidade do Porto, porto, 2005.
28. ZHANG, Y.; HE, Y. Co-compostig solid swine manure with pine sawdust as organic substrate. Bioresource Technology, v.97, p.2024-2031, 2006.