



WORKSHOP INSUMOS PARA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

ELABORAÇÃO DE COMPOSTOS ORGÂNICOS A PARTIR DE CO PRODUTOS DA PRODUÇÃO DE AGROENERGIA

COSTA, J.B.¹; MEDEIROS, C.A.B.².

¹ Universidade Federal de Pelotas, PPGSPAF, janetebcosta@yahoo.com.br;

² Embrapa Clima Temperado, carlos.medeiros@embrapa.br

Introdução

A demanda por alimentos de sistemas orgânicos de produção aumenta a cada ano em nível mundial. Paralelo a este crescimento, há, uma crescente demanda por novos insumos passíveis de serem utilizados em sistemas agrícolas de base ecológica, disponíveis aos produtores e que possibilitem resultados satisfatórios nos cultivos agrícolas.

Com o advento dos adubos e fertilizantes minerais e sua massiva adoção nos sistemas agrícolas a partir do Século XIX, a utilização de compostos orgânicos, por um período da história contemporânea da agricultura, foi reprimida. Recentemente, estudos sobre novos insumos orgânicos capazes de suprirem os solos com nutrientes essenciais e promover o desenvolvimento sadio de plantas, voltaram à cena no escopo da ciência de diversos países, dentre eles o Brasil, especialmente impulsionado pela crescente demanda por alimentos produzidos em sistemas de base ecológica.

A diversidade na matriz produtiva agrícola e agroindustrial permite ao Brasil um privilégio conferido a poucas nações. O País está em busca de ampliar sua matriz energética renovável com a produção de agroenergia, dentre eles o biodiesel, para atender a crescente demanda interna e externa por energia. Com isso, uma gama de novos produtos é gerada ao longo da cadeia produtiva permitindo aos agricultores novas alternativas de produção e de renda e, às agroindústrias, a geração de co produtos que podem retornar aos sistemas agrícolas produtivos e também agregar valor à cadeia. Várias culturas oleaginosas são alvo de incentivos por programas de Governo e fazem parte dos planos de investigação de diversas instituições de pesquisa. As culturas de mamona e de tungue estão dentre os novos cultivos de oleaginosas pesquisados como potenciais para produção de energia através da biomassa. Na cadeia produtiva do biodiesel, quando da utilização de mamona ou de tungue como matéria prima, são gerados co produtos possíveis de retornarem aos sistemas produtivos. Dentre estes co produtos destacam-se as chamadas tortas, que são os resíduos da extração do óleo vegetal utilizado para fabricação de biodiesel ou em outros segmentos industriais. Para cada tonelada de grãos são gerados 530 kg de torta (Severino, 2005; Casagrande jr et al., 2008). Trabalhos conduzidos com tortas de mamona e de tungue apontam o efeito positivo destes materiais no solo, como nutrição de plantas, aumento do pH, redução da acidez total, elevação do conteúdo de carbono e promoção da melhoria na parte física do solo (Beltrão, 2002). No entanto, estudo realizado por Costa et al. (2011) com a utilização de tortas de mamona e de tungue cruas, constatou efeito negativo na emergência de plântulas de feijão, o que, por conseqüência, comprometeu o rendimento da cultura, efeito este atribuído ao fato do material utilizado não estar totalmente estabilizado. Para permitir a utilização destes materiais de forma mais ampla e segura, uma possibilidade é a compostagem. A compostagem permite a obtenção de um material quimicamente estável, similar ao húmus do solo (Silva, 2008) e possível de ser utilizado como fertilizante orgânico em sistemas agrícolas de base ecológica.

Este trabalho tem por finalidade avaliar compostos orgânicos obtidos a partir de co produtos da produção de agroenergia, torta de mamona e de tungue e casca de mamona e de tungue, para possível uso como fertilizantes orgânicos em sistemas agrícolas de base ecológica.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Embrapa Clima Temperado, Estação Experimental Cascata, Pelotas, RS, no período entre maio e outubro de 2011. O processo de compostagem foi realizado utilizando-se a metodologia descrita por Kiehl (1985) e Pereira Neto (2011). A compostagem foi realizada em sistemas modulares, em células de alvenaria com capacidade de cerca de 3m³. Foram realizados dois processos utilizando os resíduos de agroenergia tortas e cascas: no primeiro utilizou-se torta de mamona e casca de mamona como fonte de carbono, descrito como C1; no segundo utilizou-se torta de tungue e casca de tungue como fonte de carbono, descrito como C2. Cada célula foi preenchida com uma camada de casca seguida de uma camada de torta. A quantidade de cada resíduo, torta e casca, foi calculada a fim de chegar a uma relação C/N entre 25 a 30:1. Assim, para o C1 foi utilizada a proporção de 1 kg de torta para 1 kg de casca (1:1) e, para o C2, 3 kg de torta para cada 1 kg de casca (3:1). A casca de tungue, por estar originalmente em pedaços de tamanho grande passou por procedimento de trituração para diminuição do tamanho das partículas a fim de facilitar o processo de compostagem (Pereira Neto, 2011; Kiehl, 1985). A composição química dos materiais utilizados encontra-se descrita na Tabela 1.

Os materiais utilizados são oriundos de indústrias de extração de óleos de tungue e de mamona. A torta e a casca de tungue foram adquiridas da indústria de óleos vegetais Varela, do município de Fagundes Varela, RS. A torta de mamona foi adquirida da indústria Azevedo óleos Vegetais, do município de Itupeva, SP. A casca de mamona é oriunda do município de Cerro Grande do Sul, onde é retirada a casca do grão para posterior envio deste à indústria de extração de óleo.

O teor de umidade do composto foi mantido em 55 a 60%, na fase inicial da decomposição, reduzindo-se para 30% e na fase final de estabilização. Analisando-se semanalmente a umidade gravimétrica e adicionando-se água quando necessário.

O processo de compostagem foi monitorado registrando-se a variação diária de temperatura medida no centro da pilha, utilizando-se termômetro digital, não permitindo que a temperatura ultrapassasse a 65°C. As pilhas foram revolvidas a cada 7 dias no primeiro mês de compostagem e a cada 15 dias entre o segundo e o quinto mês do processo de compostagem. A umidade e a temperatura foram controladas com revolvimento e umidificação do material. O processo foi considerado completo e estabilizado quando não se observou oscilações significativas na temperatura, mesmo com o revolvimento do material. Finalizado o processo de compostagem, os materiais foram secos ao ar livre e triturados em moinho para deixar o composto com granulometria homogênea. Amostras dos compostos foram encaminhadas para laboratório para realização de análise química e física. A quantidade final dos compostos foi determinada pelo volume restante nas células de alvenarias. Avaliou-se o tempo e as fases da compostagem, a composição química e a quantidade final dos compostos.

Tabela 1. Caracterização química dos materiais orgânicos utilizados no processo de compostagem*.

Materiais	N	P	K	Ca	Mg	S	C Orgânico	Umidade	pH	Relação C/N
(m/m).....						(%)			
Torta de mamona	5,0	0,77	1,3	1,1	0,54	0,43	41	9	6,1	8,2
Casca de mamona	0,96	0,1	2,6	0,26	0,11	0,11	41	8	7,6	42,71
Torta de tungue	2,2	0,38	0,9	0,39	0,34	0,16	37	5	5,9	16,82
Casca de tungue	0,5	1,5	1,5	0,26	0,1	0,04	39	20	6,7	78

*As análises químicas dos materiais foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Resultados e Discussão

O tempo total de compostagem foi de 157 dias e a variação da temperatura durante o processo de compostagem ficou entre 23 e 65°C para o C1 e 23 e 62°C para o C2 (Figura 1).

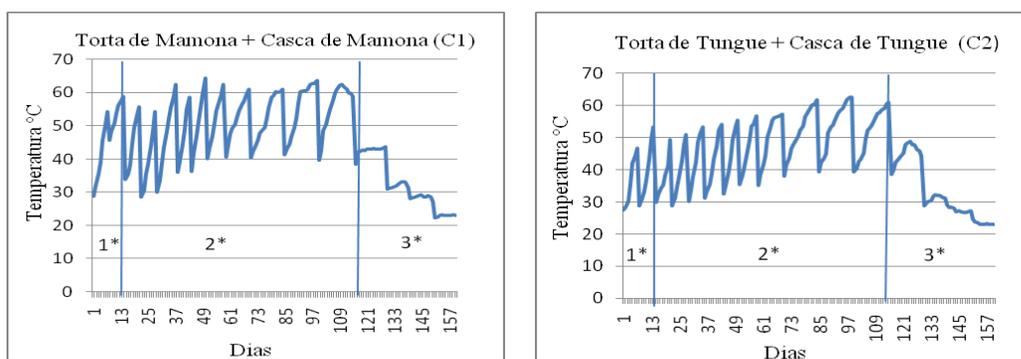


Figura 1 – Tempo e variação da temperatura nos compostos C1 e C2 durante as fases de compostagem. 1*,2* 3*- Fases do compostagem: mesófila, termófila e mesófila, respectivamente.

Verifica-se grande semelhança na variação da temperatura e tempo de compostagem nos dois compostos. Até os 115 dias após a instalação das pilhas ocorreu elevação da temperatura chegando esta a atingir 65 e 62°C respectivamente para o C1 e C2. Após este período a temperatura baixou gradualmente até sua estabilização aos 22-23°C. O monitoramento da temperatura possibilita a abordagem das mudanças que ocorrem na massa de compostagem, visto que, a variação da temperatura do composto depende do metabolismo dos microrganismos presentes em cada fase do processo (Kiehl, 1985). Até o 15º dia, a temperatura já havia alcançado os 50°C nos dois compostos, atingindo a fase de digestão mesófila, onde ocorre predomínio de fungos e bactérias mesofílicas produtores de ácidos (Kiehl, 1985). É na fase mesófila que inicia o processo degradativo e são decompostas as frações orgânicas mais lábeis (Silva, 2008), os microrganismos liberam calor, devido ao seu metabolismo exotérmico e o calor liberado fica retido na massa de compostagem, pois os materiais decomponíveis funcionam como isolantes térmicos, possibilitando aumento da temperatura na pilha do composto e a passagem para a segunda fase da compostagem chamada de termófila (Kiehl, 2002). Na fase termófila ocorre a degradação dos polissacarídeos como o amido, a celulose e as proteínas, transformando-os em subprodutos como açúcares simples e aminoácidos (Kiehl, 2002) pela ação dos organismos termotolerantes. Tanto o C1 como o C2 alcançaram a fase termófila, com temperatura acima de 55°C, onde atuam fungos, bactérias e actinomicetos termotolerantes, já nos primeiros 15 dias do processo de compostagem, estendendo-se esta fase até os 115 dias. Os compostos mantiveram-se na fase termófila em torno de 100 dias, possibilitando a ação satisfatória dos microrganismos decompositores (Kiehl, 2002; Pereira Neto, 2011). Atingir temperatura

entre 55 a 65°C é interessante para eliminação de possíveis patógenos indesejáveis (Pereira Neto, 2011). Após este período os compostos entraram na terceira fase de compostagem onde novamente atuam microrganismos mesofílicos. Nesta última fase ocorreu o processo chamado de maturação do composto, onde a temperatura entrou em declínio, reduzindo-se gradativamente até sua completa estabilização em torno de 22-23°C. Durante a fase de maturação do composto, com duração entre 30 a 40 dias, há uma recolonização da massa por organismos mesófilos, especialmente fungos e actinomicetos, que finalizam a degradação de substâncias tidas como mais recalcitrantes como a celulose e a lignina (Silva, 2008), ocorre a redução dos microrganismos patogênicos remanescentes e, especialmente, a humificação dos intermediários mais estáveis (Pereira Neto, 2011). Durante a fase de estabilização e cura completa do composto, há redução dos teores de ácidos fúlvicos e aumento os teores de ácidos húmicos, ocorre então, a humificação da matéria orgânica (Silva, 2008). Com os revolvimentos da massa, observou-se a queda da temperatura que voltou a subir novamente entre 55 a 65°C já nas 24 horas seguintes, em ambos os compostos. Durante todo o processo verificou-se a presença de colônias de fungos e actinomicetos visíveis através dos micélios esbranquiçados. Em ambos os compostos, as três fases do processo de compostagem mesófila, termófila e mesófila, necessárias para obtenção de um material estável e humificado, estiveram de acordo com a descrição encontrada na literatura.

A concentração de macronutrientes, o pH e a relação C/N dos compostos orgânicos produzidos estão descritos na Tabela 2.

Verifica-se diminuição do Nitrogênio no C1, onde, os materiais de origem do composto, torta e casca de mamona, continham 5,0 e 0,96% de N respectivamente, o percentual final de N ficou em 3%. A perda de N foi, provavelmente, ocasionada pela volatilização durante a decomposição dos materiais orgânicos (Kiehl, 1985). No entanto, o percentual de N encontra-se igual ou ainda acima do encontrado em trabalhos de Sediya et al., (2000) e Lima et al.,(2008) com outros resíduos. No composto C2 observa-se manutenção do teor de N semelhante ao dos materiais de origem torta e casca de tungue. Com relação ao P, K, Ca, Mg, e S praticamente não há modificação dos teores dos matéria de origem.

Observa-se que o C1 ficou com nível de pH final neutro, pH 7,0, possibilitando ao composto ser um bom condicionador de solos. Já no C2, observa-se que o pH reduziu-se comparado ao pH dos materiais de origem. A elevação da acidez pode ser consequência do processo de nitrificação (Moreira & Siqueira, 2002), onde o N orgânico é transformado em amônio (NH_4^+) pela ação das bactérias nitrossomonas e, em seguida em NO_2^- pela ação especial das nitrobactérias, o qual rapidamente se converte em nitrato (NO_3^-) como produto final da degradação do N orgânico (Sanches-Monedero et al., 2001, Kiehl, 1985; Kiehl, 2002,). No processo de redução do NH_4^+ a NO_3^- , ocorre a perda de $2H^+$ e, conseqüentemente, há abaixamento do pH (Lima et al., 2008).

A relação C/N ficou em 10,3 para o C1 e 12,3 para o C2, indicando maturidade e estabilidade ao composto. Segundo Kiehl (2002), relação C/N abaixo de 15, expressa estabilidade do processo de compostagem. Para Iglesias-Jimenez & Perez-Garcia (1992), uma relação C/N abaixo de 12 sugere alto grau de maturidade do composto. Tanto no C1 como no C2, a relação C/N final expressa a maturação dos compostos, assim como o alto grau de humificação da matéria orgânica. O teor de matéria orgânica final dos compostos foi de 54% para o C1 e 56% para o C2, estabelecido conforme a relação C/N dos compostos sugerida por Kiehl (1985).

Tabela 2. Composição química dos compostos obtidos*.

Compostos	N	P	K	Ca	Mg	S	C Orgânico	Umidade	pH	Relação C/N
(m/m).....								(%)	
C1	3,0	1,0	2,8	2,7	0,9	0,5	31	17	7,0	10,3
C2	2,6	0,6	2,1	0,8	0,5	0,3	32	25	5,3	12,3

*As análises químicas dos materiais foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Na avaliação de rendimento dos compostos, o composto com torta de mamona + casca de mamona (C1) teve redução de aproximadamente 35% do volume inicial, permanecendo com aproximadamente 2m³ de sua composição inicial, enquanto que no composto com torta de tungue + casca de tungue (C2), observou-se uma redução de aproximadamente 20% do volume inicial, ficando com aproximadamente 2,4m³. Finalizado o processo de compostagem, para melhor aproveitamento dos compostos como substrato ou fertilizante orgânico, os materiais após serem secos ao ar livre foram triturados para obtenção de um material com granulometria uniforme a fim de facilitar a distribuição no solo e seu uso pelas plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Granulometria dos compostos C1 e C2 após o processo de trituração*.

Materiais	Granulometria - malhas	%
(m/m).....	
C1	mesch < 9	1,45
	mesch 9 - 32	58,51
	mesch 32- 270	36,85
	mesch > 270	3,19
C2	mesch < 9	2,14
	mesch 9 - 32	54,21
	mesch 32- 270	41,94
	mesch > 270	1,71

*As análises físicas de granulometria dos materiais foram realizadas no laboratório de solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS.

Conclusões

Verificou-se que os dois compostos alcançaram a estabilização cinco meses após o início do processo de compostagem, após passarem pelas três fases do processo de compostagem.

Ambos os compostos apresentaram bons resultados na composição química final, no entanto, no C2 observou-se menor perda de Nitrogênio em relação ao teor inicial.

O composto C1 apresentou pH final mais elevado e mais satisfatório do que o C2.

A relação C/N dos dois compostos indicou alto grau de maturidade dos compostos.

O C2 apresentou menor diminuição com relação ao seu volume inicial que o C1.

Agradecimentos

Ao CNPq pelo apoio na realização deste trabalho.

Referências Bibliográficas

BELTRÃO, N.E. de M. **Torta de mamona (*Ricinus communis*): fertilizante e alimento**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2002. 6p. (Comunicado Técnico, 171).

CASAGRANDE J.R.; ÁVILA, D.T.; SILVA, S.D.A. ÁVILA, T.T.; AIRES, R.F. Produtividade de Tungue em plantios comerciais na Serra Gaúcha. In: SIMPÓSIO ESTADUAL DE AGROENERGIA E REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DE AGROENERGIA, 2., 2008, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Embrapa Clima Temperado, 2008. 1 CD-ROM.

CHANYASAK, V.; KUBOTA, H. Carbon/organic nitrogenratio in water extracts as measure of compost degradation. **Jornal of Fermentation Technology**, v.59, n.3, p.215-219, 1981.

COSTA, J.B.; MEDEIROS, C.A.; CRUZ, L.E.C.; SANES, F.S.M.; ARAÚJO, F.B.; PIANA, C.F.B. Efeito das tortas de mamona e de tungue na produtividade do feijão. **Cadernos de Agroecologia**, v.6, n.2, 2011.

HORTENSTINE, C.C.; ROTHWELL, D.F. Paelletized municipal refuse compost as a soil amendment an nutrients source for sorghum. **Journal of Environmental Quality**, v.2, p.43-354, 1973.

IGLESIAS-JIMENEZ, E.; PEREZ-GARCIA, V. Determination of maturity índices for city refuse compost. **Agriculture, Ecosystems and Environmental**, v.38, v.4, p. 331-343, 1992.

KIEHL, J.K. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Ceres, 1985.492p.

KIEH, J.K. **Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto**. Piracicaba. 3ª Edição do Autor, 2002. 171p.

LIMA,C.C. Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com a adição mineral. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.334-340, 2009.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626p.

PEREIRA NETO, J.T. **Manual de compostagem – processo de baixo custo**. Ed. UFV, Viçosa, MG, 2011. 81p.

SÁNCHEZ-MONEDERO M.A.; ROIG, A., PAREDES. C.; BERNAL, M.P. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. **Bioresourse Technology**, v.78, n.3, p. 301-308, 2001.

SEDIYAMA, M.A.N, ET.al., Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejetos suínos. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 1, Piracicaba, Jan./Mar. 2000. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-90162000000100030&script=sci_arttext. Acesso em 10 set.2012.

SEVERINO, L.S. **O que sabemos sobre a torta de mamona**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 31p. (Documentos, 134).

SILVA, C.A. Uso de resíduos orgânicos na agricultura. In: SANTOS, G. A. et. al., (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo – ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 636p.