

Avaliação de métodos alternativos de compostagem para biodegradação da casca de coco verde

Lenoir dos Santos Melo¹, Thayanne Loer Santos Costa², Tássio Lucas Sousa Santos³, Maria Urbana Corrêa Nunes⁴

Resumo

O trabalho foi realizado no pátio de compostagem da Embrapa Tabuleiros Costeiros em Aracaju/SE, em 2014/2015 com objetivo de verificar qual o melhor método para biodegradação da casca de coco verde. Foram avaliados dois métodos de compostagem: compostagem aeróbica em pilhas com reviramento manual (RM) e compostagem aeróbica em leira estática com aeração forçada (AF), utilizando casca de coco verde, folhas senescentes e esterco bovino na proporção de 2:1:1 em leiras de 2,5 m x 4,5 m x 1,2 m (13,5m³). Os reviramentos das leiras RM foram realizados à medida que foi constatado temperatura inferior 40°C. O monitoramento da temperatura foi feito em intervalo de 10 dias em seis pontos aleatórios da leira e da umidade foi feito a cada 15 dias usando o método de secagem em estufa de circulação forçada de ar à 105°C durante 24 horas. Em intervalos de 60 dias e no final do processo de compostagem foram coletadas amostras aleatórias por leira para análises químicas. Os métodos de compostagem apresentaram resultados semelhantes, concluindo que os dois métodos de compostagem avaliados, podem ser utilizados na compostagem da casca de coco verde.

Palavras-chave: aproveitamento, microrganismos, termófilos.

¹ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe (UFS), bolsista FAPITEC/PIBIC/Embrapa, Aracaju, SE.

² Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Sergipe (UFS), bolsista FAPITEC/PIBIC/Embrapa, Aracaju, SE.

³ Graduando em Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de Sergipe (UFS), bolsista FAPITEC/PIBIC/Embrapa, Aracaju, SE.

⁴ Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.

Introdução

A produção anual brasileira de coco é de 1.926.857 t (IBGE, 2013). O consumo da água de coco verde no Brasil é crescente e significativo. A grande demanda é suprida, principalmente, pela extração da água do fruto in natura que concorre diretamente com o mercado de refrigerantes. No ano de 2000 havia no país cerca de 80 indústrias de pequeno e três de grande porte envasando a água de coco.

Segundo Nunes (2009) a compostagem é uma técnica idealizada para obter, no mais curto espaço de tempo, a estabilização ou humificação da matéria orgânica que na natureza se dá em tempo indeterminado. É um processo controlado de decomposição microbiana de uma massa heterogênea de resíduos no estado sólido e úmido. As vantagens da compostagem destacadas por Zhu (2007) foram: reciclagem dos elementos de interesse, redução do volume inicial de resíduos, degradação de substâncias tóxicas e/ou patógenos e produção de energia de forma mais sustentável. Esse sistema de reciclagem dos nutrientes por meio da compostagem é uma forma de acelerar a decomposição da matéria orgânica em relação ao que ocorre no meio ambiente, melhorando as condições de atividade dos microrganismos (bactérias e fungos). Nesse processo, na fase termofílica ativa, há proliferação de microrganismos exotérmicos (aumento da temperatura da massa) com efetivo poder na destruição de patógenos e sementes de plantas daninhas.

A casca de coco verde, subproduto do uso e da industrialização da água de coco, é depositada em lixões, às margens de estradas, praias e outros. É um material de difícil decomposição levando, na natureza, mais de oito anos para se decompor. Portanto, a utilização da casca do coco verde processada, além da importância econômica e social, é também importante do ponto de vista ambiental. Segundo Rosa et al. (2001) 80% a 85% do peso bruto do coco verde é considerado lixo.

Com essa alta produção de coco verde, mais de um bilhão de frutos e, o alto consumo de água pela população, há aproveitamento apenas da água, descartando as cascas e a polpa do fruto de forma incorreta em aterros sanitários ou até nos rios, onde permanecem por cerca de oito anos até se decomporem totalmente.

A fibra do coco verde pode ser aproveitada para várias finalidades, principalmente na indústria automobilística, construção civil, artesanatos etc., mas devido ao alto volume gerado há necessidade de encontrar outras formas de uso voltadas também para a agricultura. Esse uso é justificado pelas características da casca do coco como matéria prima para a produção de compostos orgânicos juntamente com os outros resíduos da cultura (folhas senescentes e engaços), que podem ser utilizados como adubo e também como substratos de boa qualidade para a produção de mudas. A facilidade de produção, baixo custo e alta disponibilidade são outras vantagens adicionais apresentadas por este tipo de resíduo. Dessa forma, o processamento desse resíduo, por meio da compostagem, é de alta importância, tanto na agregação de valor quanto na preservação do meio ambiente. Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o melhor método de biodegradação da casca de coco verde, em dois sistemas de leiras de compostagem, com reviramento e com aeração forçada.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no pátio de compostagem da Embrapa Tabuleiros Costeiros, em Aracaju, SE, entre 2014/2015. Com objetivo de avaliar o melhor método para biodegradação da casca de coco verde. As cascas de coco verde foram coletadas nos pontos de venda de água de coco na cidade de Aracaju, transportadas e trituradas em trituradores específicos para esse tipo de resíduo. Em seguida foram retiradas amostras de cada resíduo (folhas, cascas e esterco bovino) para serem analisados quanto ao pH, CE, umidade, C orgânico, N total, C/N, K, P, Ca, Mg e Na.

Foram avaliados dois métodos de compostagem da casca de coco verde: compostagem aeróbica em pilhas com reviramento manual (RM) e compostagem aeróbica em leira estática com aeração forçada (AF). A aeração da leira estática foi feita por meio de um soprador para injeção de ar no interior da leira. Para cada método de compostagem, foi avaliado um composto formulado com casca de coco verde, folhas senescentes e esterco bovino na proporção de 2:1:1 em leiras de 2,5 m x 4,5 m x 1,2 m (13,5 m³).

Os reviramentos das leiras RM foram feitos à medida que foi constatado temperatura inferior 40°C. Durante o processo de biodegradação foi feito, a

cada 10 dias, o monitoramento da temperatura mediante a tomada de dados em seis pontos aleatórios em cada leira, à profundidade 60 cm, usando uma termosonda digital. O monitoramento da umidade foi feito a cada 15 dias usando o método de secagem em estufa de circulação forçada de ar à 105°C durante 24 horas, com o objetivo de manter a umidade em torno de 60%.

Em intervalos de 60 dias foram coletadas amostras aleatórias por leira para análises químicas. Cada amostra foi retirada em duas profundidades (30 e 60 cm), em três pontos da leira e homogeneizada para formar uma amostra composta. Nestas amostras foram feitas as avaliações da matéria seca em estufa de circulação de ar forçada a 105°C por 24 horas, do teor de cinzas em mufla a 550°C por duas horas, condutividade elétrica, C/N e pH. No final da compostagem foram analisados: macronutrientes (K, Na, Ca, Mg, Cu, Fe, Zn e P), carbono orgânico total, N total e o teor de cinzas em mufla. A partir das determinações de cinzas, carbono orgânico total e N total foram calculados os índices de qualidade dos compostos orgânicos definidos como índice de maturidade e índice de mineralização do composto (DROZD et al., 1997).

Resultados e Discussão

Logo após a montagem das leiras, na leira com reviramento manual a temperatura atingiu mais de 60°C chegando a um pico inicial de 79°C (Figura 1), que segundo Nunes (2009), essa elevação de temperatura da leira nos primeiros 30 dias é muito importante e necessária para eliminar os patógenos (fungos e bactérias) causadores de doenças nas plantas, sementes e, ovos e larvas de insetos. Em torno de 35 dias houve queda brusca de temperatura devido a chuvas. Após esse período permanece na faixa de 45°C a 55°C decrescendo à medida que o material vai sendo humificado até chegar à temperatura ambiente.

Na leira de AF, aos 15 dias após a montagem a temperatura foi de 71°C com pequenas variações até aos 35 dias. Aos 45 dias atingiu um pico de 83°C considerada inadequada à ação dos microrganismos, quando foi necessário aumentar o tempo de funcionamento do soprador para resfriamento da leira e, conseqüentemente, a temperatura abaixou para 61°C propiciando a ação dos microrganismos termófilos (STROM, 1985). A partir desse ponto a temperatura permaneceu com pequenas variações até atingir 50°C. Essas variações foram

semelhantes nas leiras RM e AF, sendo que na leira RM a temperatura inicial foi maior (78,87°C) que na leira AF (71,09°C), indicando ser uma das diferenças entre os dois métodos de compostagem da casca de coco verde. A queda de temperatura, em condições de chuva, na leira RM foi de 51°C, enquanto que na leira AF foi de 27°C. Essa diferença de redução da temperatura, provavelmente, está relacionada com o efeito do soprador na aeração constante da leira AF em relação a leira RM. Entretanto, o pico de temperatura das duas leiras foram semelhantes (RM=85°C e AF= 83,5°C).

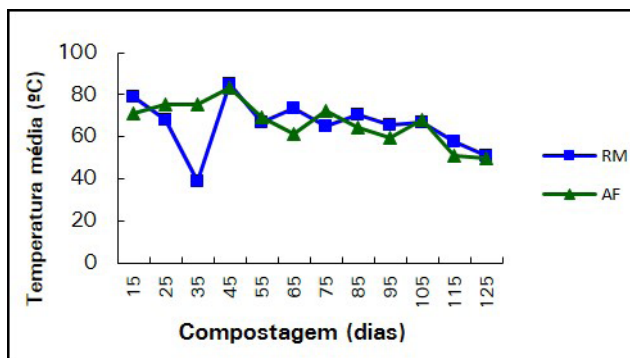


Figura 1. Variação da temperatura em leiras de reviramento manual (RM) e Aeração Forçada (AF), em função do tempo de compostagem.

Devido ao pátio de compostagem ser a céu aberto, a umidade das leiras permaneceu a maior parte do tempo alta (Figura 2) devido à ocorrência de chuva, o que atrasa o processo de biodegradação aeróbica. A umidade na leira AF manteve sempre superior ao da leira RM, o que indica que com o reviramento torna-se mais fácil controlar a umidade interna da leira durante o processo de compostagem.

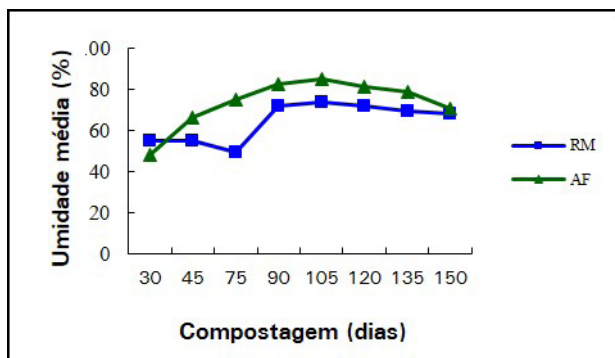


Figura 2. Variação da umidade em leiras de reviramento manual (RM) e Aeração Forçada (AF), em função do tempo de compostagem.

Tabela 1. Teores de nutrientes dos compostos de leiras de compostagem de coco verde com reviramento manual (RM) e aeração forçada (AF), durante o período de 240 dias. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015.

Leira	N	P	K	Na	Ca	Mg
	----- (g/kg) -----				-- (mmol _c /dm ³) ---	
RM	18,91	0,07	4,45	0,83	15,10	36,58
AF	16,52	0,10	3,90	0,89	9,20	35,28

Na leira RM foram maiores os teores de nitrogênio (14,46 %), potássio (14,10 %), cálcio (64,13 %) e magnésio (36,58 %), enquanto que a leira AF apresentou maiores teores de fósforo (42,86 %) e sódio (6,74 %). O aumento de fósforo é importante uma vez que esse elemento possui um papel fundamental no processo de compostagem, principalmente no metabolismo microbiano.

Quanto à matéria orgânica, normalmente durante o processo de compostagem há redução, o que foi constatado nas leiras de compostagem (Figuras 3 e 4). Nas leiras RM e AF, ocorreu perda de 37,34 % e 28,28 % no teor de matéria orgânica, respectivamente, durante o processo de compostagem. Essa queda, segundo Chefetz et al. (1998) é normal devido à mineralização do composto. Houve também redução nos teores de carbono nas leiras, correspondente a 37,34 % na RM e 28,26 % na AF, o que está de acordo com a afirmação de Grigatti et al. (2004), de que os teores de C decrescem predominantemente durante a fase termófila devido ao intenso processo de degradação de compostos como celulose e hemicelulose, que são utilizados pelos microrganismos como fonte de C e N.

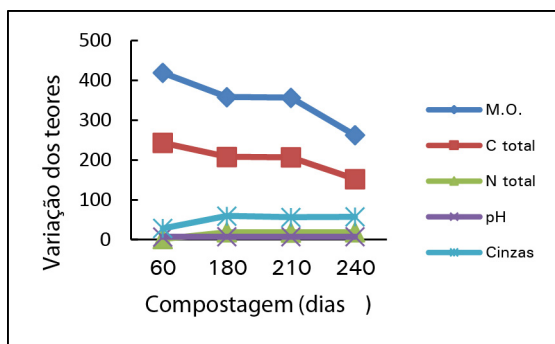


Figura 3. Variações dos teores M.O, N total e C total (g/kg); pH (H₂O) e Cinzas (%) nas leiras de compostagem de reviramento manual (RM), ao longo do processo de compostagem.

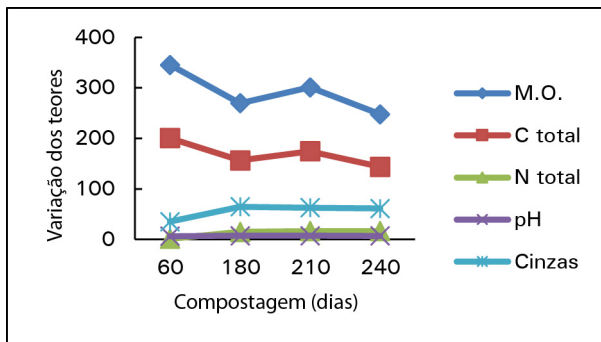


Figura 4. Variações dos teores M.O, N total e C total (g/kg); pH (H₂O) e Cinzas (%) nas leiras de compostagem de aeração forçada (AF), ao longo do processo de compostagem.

A relação C/N é um critério importante utilizado para avaliação da eficiência do processo de compostagem e estabilidade do composto. O declínio de valores iniciais do material, para valores finais em torno de 10 a 15, indica o alcance do grau apropriado de estabilização da matéria orgânica (CARICASOLE et al., 2010). Essa redução ocorreu nos dois métodos de compostagem (Figuras 3 e 4) com 92 % na RM e de 89 % na AF, ficando com valores finais de 11:1 na RM e 13:1 na AF. Valores esses que estão dentro do padrão recomendado para compostagem (KIEHL, 2004). A maior redução da C/N na leira RM, provavelmente, foi devido ao efeito da homogeneização dos resíduos durante o reviramento da massa em decomposição.

Normalmente o pH é considerado um bom indicador da estabilização de compostos orgânicos devido ao seu comportamento clássico durante a compostagem (AVNIMELECH et al., 1986), com valor inicialmente baixo devido a acidificação inicial do meio, pela formação de ácidos solúveis que são transformados em dióxido de carbono pela ação dos microrganismos, e posterior elevação estabilizando em valores alcalinos. Não foram contatadas grandes variações de pH ao longo do processo de compostagem, tanto na leira RM quanto na leira AF (Figuras 3 e 4). Os resultados obtidos não revelaram tal comportamento, tendo finalizado o período de compostagem com valores levemente inferiores àqueles iniciais. Resultados esses que concordam com aqueles encontrados por Lima (2006), onde alguns dos compostos avaliados permaneceram ácidos até o final do processo de compostagem.

Em relação ao teor de cinzas, houve maior elevação na leira RM (100%) do que na leira AF (74%) no período de 60 a 240 dias após a montagem. Esse

aumento se deve a redução da matéria orgânica pela liberação de CO_2 e água (KIEHL, 2004).

O índice de mineralização (IMC) do composto está relacionado ao teor de cinzas do material e ao seu teor de matéria orgânica (C), constituindo uma ferramenta fundamental para avaliação da maturidade do composto (DROZD et al., 1997). A humificação do material orgânico vai se processando a medida que há elevação do IMC (LIMA, 2006).

O IMC nos dois métodos de compostagem manteve crescente durante o período de 180 dias, indicando aumento da mineralização da matéria orgânica. Na leira RM esse índice continuou aumentando, enquanto na leira AF houve redução, provavelmente pela lixiviação de nutrientes pelo excesso de umidade devido a chuvas (Figura 5).

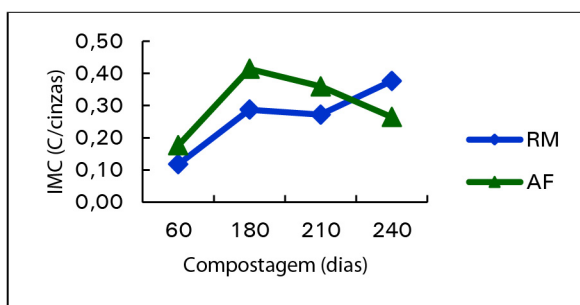


Figura 5. Índice de mineralização do composto (IMC) de leiras de compostagem com reviramento manual (RM) e aeração forçada (AF) em função do tempo, dado pela relação entre o teor de cinzas o teor de carbono do composto.

A CE dos resíduos iniciais das leiras de compostagem expressa em mS/cm foi de: folha (8,7 mS/cm), esterco bovino (3,8 mS/cm), casca de coco verde (0,44 mS/cm), sendo a média dos três resíduos iguais a 4,31 mS/cm.

A condutividade elétrica dos compostos, nos dois métodos de compostagem, foi de 4,78 mS/cm e houve aumento de 11% em relação ao valor inicial, o que está de acordo com Paredes et al. (2001), os quais afirmam que na produção de compostos inorgânicos como resultado da degradação da matéria orgânica, há aumento da concentração relativa de íons devido à mineralização do composto, aumentando consequentemente, a condutividade elétrica.

Conclusão

O método de compostagem por meio do reviramento apresentou maior índice de mineralização, resultando em um composto mais rico em nitrogênio, potássio, cálcio e magnésio.

Considerando a concentração de sais dos compostos produzidos nos dois métodos de compostagem, conclui-se que esses compostos podem ser aplicados como adubo orgânico no solo em cultivos de coqueiro e de outras espécies e em formulação de substratos.

Os dois métodos de compostagem avaliados podem ser utilizados na compostagem da casca de coco verde.

Referências

AVNIMELECH, Y.; BRUNER, M.; EZRONY, I.; SELA, R.; KOCHBA, M. Stability indexes for municipal solid waste compost. **Compost Science and Utilization**, v. 4, p. 13-20, 1996.

CARICASOLE, P.; PROVENZANO, M. R.; HATCHER, P. G.; SENESI, N. Evolution of organic matter during composting of different organic wastes assessed by CPMAS ¹³C NMR spectroscopy. **Waste Management**, 2010a.

CHEFETZ, B.; HATCHER, P.G.; HADAR, Y.; CHEN, Y. Characterization of Dissolved Organic Matter Extracted from Composted Municipal Solid Waste. **Soil Science Society of America Journal**, v. 62, p. 326-332, 1998.

DROZD, J.; JAMROZ, E.; LICZNAR, M.; LICZNAR, S. E.; WEBER, J. Organic matter transformation and humic indices of compost maturity stage during composting of municipal solid wastes. In: DROZD, J.; GONET, S. S.; SENESI, N.; WEBER J. (Ed.) In: MEETING OF THE IHSS 8., Wroclaw, 1996. The Role of Humic Substances in the Ecosystems and in Environmental Protection: **proceedings...** Wroclaw: Polish Society of Humic Substances; Polish Chapter of the International Humic Substances Society, 1997. p. 855-863.

GRIGATTI, M.; CIAVATTA, C.; GESSA, C. Evolution of organic matter from sewage sludge and garden trimming during composting. **Bioresource Technology**, v. 91, p. 163-169, 2004.

IBGE. **Produção agrícola municipal**: culturas temporárias e permanentes. Brasília, DF: IBGE, 2013. v. 14. p 75.

LIMA, C. C.de. **Caracterização química de resíduos da produção de biodiesel compostados com adição mineral**. 2006. 167 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

KIEHL, E. J. **Manual de compostagem**: maturação e qualidade do composto. 4. ed. Piracicaba: E.J. Kiehl, 2004.

NUNES, M. U. C. **Compostagem de resíduos para produção de adubo orgânico na pequena propriedade**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 7 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Circular Técnica, 59).

PAREDES, C.; BERNAL, M.P.; ROIG, A.; CEGARRA, J. Effects of olive mill wastewater addition in composting of agroindustrial and urban wastes. **Biodegradation**, v. 12, p. 225-234, 2001.

ROSA, M. F.; SANTOS, F. J. S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P.; CORREIA, D.; ARAUJO, F. B. S.; NOROES, E. R. V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 6 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Comunicado Técnico, 54).

STROM, P. Effect of temperature on bacterial species diversity in thermophilic solidwaste composting. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 50, n. 4, p. 899-905, 1985.

ZHU, N. Effect of low initial C/N ratio on aerobic composting of swine manure with rice. **Bioresource Technology**, v. 98, n. 1, p. 9-13, 2007.