



## ESPECTROSCOPIA DE $^{31}\text{P}$ -RMN DE VERMICOMPOSTO DE APARAS DE GRAMA

***Auccaise, Ruben\**; *Balieiro, Fabiano de Carvalho*; *Novotny, Etelvino Henrique***

Palavras Chaves: Vermicompostagem,  $^{31}\text{P}$  CPMAS, ressonância magnética nuclear.

### Resumo

O uso de fertilizante fosfatado (superfosfato simples) na vermicompostagem de aparas de grama inibiu o desenvolvimento das minhocas, sendo que a adição de carvão vegetal às misturas minimizou esse efeito deletério. As espécies de fósforo detectadas por RMN nos diferentes vermicompostos diferiu significativamente, sendo que naquelas que receberam fertilizante fosfatado a concentração do anion pirofosfato foi consideravelmente maior do que nas demais, onde prevalecia fosfatos na forma orgânica ou como fosfato monoamônico. Essa conversão do superfosfato simples em pirofosfato poderia explicar a acidificação e salinização do composto e vermicomposto que receberam esse fertilizante, causando a inibição do desenvolvimento das minhocas. O uso de carvão vegetal diminui a formação de pirofosfato aos níveis observados para os tratamentos sem fertilizante fosfatado.

### Introdução

A tecnologia de compostagem tem sido utilizada para o tratamento de resíduos orgânicos agrícolas, urbanos e industriais. Esses resíduos representam um valioso reservatório de nutrientes para as plantas, particularmente nitrogênio (N), fósforo (P) e enxofre (S). Porém, antes do uso de tais materiais como fertilizantes, eles devem ser convertidos em um produto estável livre de odores e patógenos, e em uma forma física que seja adequada para sua aplicação ao solo. A compostagem termofílica (35° - 65 °C) e aeróbica é uma tecnologia que pode alcançar esses objetivos. A compostagem é um processo biológico que envolve a decomposição de resíduos orgânicos sob condições controladas resultando em um produto estável com características de húmus.<sup>1</sup> As alterações das propriedades físicas, químicas e biológicas do produto final valorizam o material orgânico resultante.

O valor de um composto como condicionador de solo pode ser devido a vários fatores: (i) melhoria das condições químicas do solo pelo fornecimento de nutrientes e aumento da capacidade de retenção desses (CTC); (ii) melhoraria das condições físicas do solo, aumentando sua capacidade de retenção de água, melhoria na aeração e redução da densidade do solo; (iii) melhoria das condições biológicas pela disponibilidade de nutrientes e substrato para os microorganismos do

\* rauccais@cbpf.br

Embrapa Solos, Rua Jardim Botânico 1024, Rio de Janeiro, Brasil.

Apoio Financeiro: CNPq e FAPERJ



solo, aumentando a atividade microbiana.

Dependendo do teor inicial de nutrientes dos resíduos orgânicos utilizados na compostagem pode ser recomendável a adição nutrientes, especialmente fósforo, visto que muitos resíduos orgânicos vegetais são naturalmente pobres em fósforo, além do que a adição de fosfatos pode reduzir as perdas de nitrogênio.

Uma forma adicional de se melhorar a qualidade do composto é a vermicompostagem. O vermicomposto é um produto homogêneo, com reduzido nível de contaminantes, elevado teores de nutrientes e sem impactos adversos quando lançados no ambiente. De acordo com Suthar (2008), comparado ao sistema convencional de compostagem, a vermicompostagem sempre resulta na diminuição da massa dos resíduos, menor tempo de processamento e maior quantidade de substâncias húmicas.<sup>2</sup>

O objetivo deste trabalho foi caracterizar os compostos fosfatados produzidos durante a vermicompostagem de aparas de gramas, enriquecidas ou não com fertilizante fosfatado (super simples), e com ou sem carvão vegetal.

## Material e Métodos

A matéria prima para a compostagem foi coletada no Aeroporto Internacional do Rio de Janeiro/Galeão que apresenta extensa área gramada, na qual sua manutenção gera aproximadamente 60 Mg de aparas de grama mensalmente.<sup>3</sup> A vermicompostagem foi conduzida durante 90 dias após a fase termofílica da compostagem, utilizando-se minhocas vermelhas da Califórnia (*Eisenia fetida*).

A compostagem foi feita com quatro tratamentos: Grama; Grama + Carvão; Grama + Fosfato (super simples); Grama + Carvão + Fosfato. Após a fase termofílica coletou-se duas alíquotas de 10 L de cada composto semi-maduro, sendo em uma delas acrescentado 20 minhocas adultas. Ao final de noventa dias foi realizada a contagem das minhocas e retirada de amostras para caracterização química e espectroscópica (<sup>31</sup>P-RMN).

As medidas experimentais de <sup>31</sup>P-RMN foram realizadas utilizando RMN de estado sólido em ângulo mágico com polarização cruzada. Os experimentos foram realizados num espectrômetro Varian – Premium Shielded de 11.74 Tesla (Frequências de ressonância de 500 e 202 MHz para <sup>1</sup>H e <sup>31</sup>P, respectivamente). Os espectros foram adquiridos com rotações de 15 kHz em torno do ângulo mágico. Os resultados experimentais estão referenciados utilizando uma solução de ácido fosfórico (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) a 85% correspondendo um deslocamento químico de 0 ppm.<sup>4</sup> Utilizou-se um tempo de transferência de polarização de 1 ms e tempo de repetição do experimento de 0,4 s (> 5 T<sub>1</sub>). Os espectros assim obtidos foram normalizados (área unitária) e submetidos à análise multivariada (Resolução Multivariada de Curvas – MCR), com as condições de contorno de espectros e concentrações positivos e soma constante das concentrações (100%).

## Resultados e Discussão

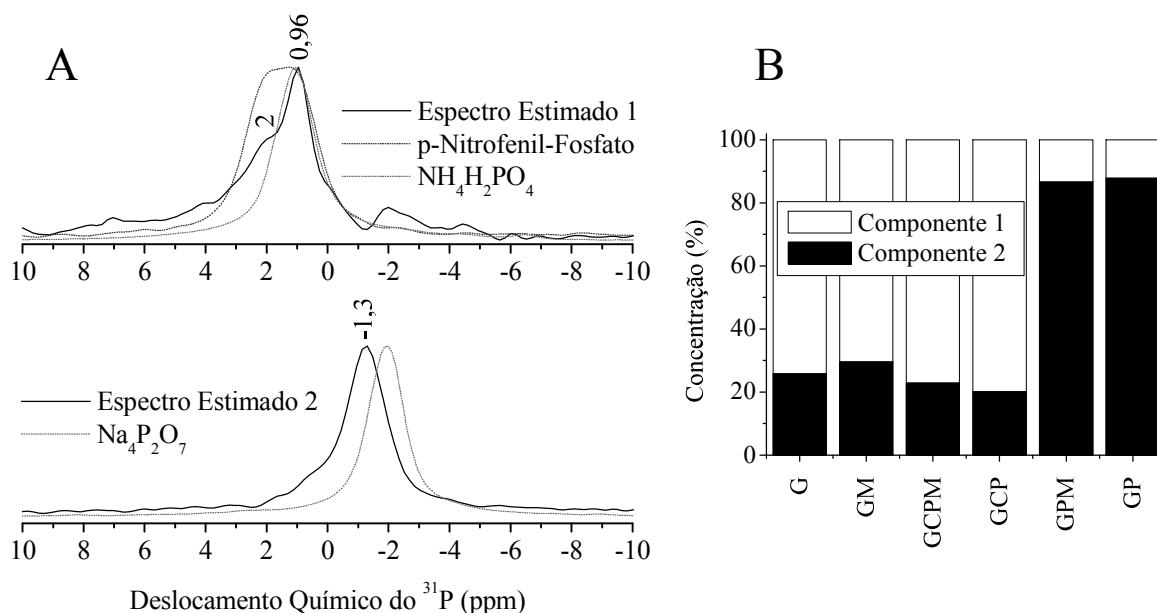
Observou-se que a adição de fertilizante fosfatado provocou a acidificação (redução do pH



de 7 para 5, em relação aos tratamentos sem fosfato) e salinização das misturas, assim como inibiu fortemente a reprodução das minhocas. Porém a adição de carvão minimizou esses efeitos deletérios (dados não mostrados).

As amostras de Composto e Vermicomposto de Grama + Carvão apresentaram sinais de  $^{31}\text{P}$  de baixa intensidade e os espectros obtidos com 12 h de aquisição não foram aproveitáveis e por isso excluídos da MCR.

A MCR resultou em uma mistura binária (Figura 1A), com um dos composto de fósforo com o deslocamento químico de -1,3 ppm e o outro com 0,96 ppm e um ombro em 2 ppm. Comparando-se esses espectros estimados com os espectros de diversos padrões testados (por exemplo:  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ ;  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ ;  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ; Hidroxiapatita e p-nitrofenil-fosfato de sódio) pode-se tentativamente atribuir o primeiro composto como pirofosfato e o segundo a um fosfato orgânico e/ou fosfato monoamônico.



**Figura 1.** (A) Espectros estimados por Resolução Multivariada de Curvas (MCR) e espectros experimentais de padrões de fosfatos. (B) Concentrações estimadas por Resolução Multivariada de Curvas (MCR), G = Composto de Aparas de Grama; GM = Vermicomposto de Aparas de Grama; GCPM = Vermicomposto de Grama + Carvão + Fosfato; GCP = Composto de Grama + Carvão + Fosfato; GPM = Vermicomposto de Grama + Fosfato; GP = Composto de Grama + Fosfato.

Quanto às concentrações, as amostras de Composto e Vermicomposto que receberam fertilizantes fosfatados e sem carvão (Grama + Fosfato) apresentaram as maiores concentrações de pirofosfato (Figura 1B), podendo este ser o produto da hidrólise do superfosfato simples, ou seja,



durante a solubilização do supersimples houve a dissociação dos prótons, o que explicaria a acidificação do composto, e formação de pirofosfato. Essa acidificação e a salinização teriam provocado a inibição da reprodução das minhocas. Nas demais amostras a composição da mistura binária é semelhante, sendo de 20 a 30% do fósforo na forma de pirofosfato e o restante na forma orgânica e/ou de fosfato monoamônico. Estudos futuros deverão ser conduzidos visando esclarecer o efeito protetor do carvão sobre a biota.

## Conclusões

A adição de fertilizante fosfatado provocou a acidificação e salinização dos vermicompostos, esses efeitos podem ter inibido a reprodução das minhocas. O carvão minimizou significativamente esses efeitos deletérios resultando em uma proteção da biota. Os espectros de  $^{31}\text{P}$ -RMN e a análise MCR indicaram a presença de dois tipos de fosfatos: pirofosfato ( $\delta^{31}\text{P} = -1,3$  ppm) e fosfatos orgânicos e/ou monoamônico ( $\delta^{31}\text{P} = 0,96$  e 2 ppm), sendo aquele mais abundante nas amostras (composto e vermicomposto) com supersimples e sem carvão.

## Agradecimentos

Ao laboratório de RMN do CBPF. O primeiro autor agradece à CAPES pela bolsa concedida do Programa Nacional de Pós-Doutorado (PNPD).

## Referências

- <sup>1</sup> EPSTEIN E. **The Science of Composting**, Pennsylvania: Technomic Publishing, 1997.
- <sup>2</sup> SUTHAR S. Bioconversion of post harvest crop residues and cattle shed manure into value-added products using earthworm *Eudrilus eugeniae* Kinberg. **Ecological Engineering** v.32, p. 206–214, 2008.
- <sup>3</sup> BENITES V.M.; BEZERRA F.B.; MOUTA R.O.; ASSIS I.R.; SANTOS R.C.; CONCEIÇÃO M.; ANDRADE A.G. Produção de adubos orgânicos a partir da compostagem dos resíduos da manutenção da área gramada do aeroporto internacional do Rio de Janeiro. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 2004.
- <sup>4</sup> FICHERA M.A., BRAUN U., SCHARTEL B., STURM H., KNOLL U., JAGER C.; Solid-State NMR investigations of the pyrolysis and thermo-oxidative decomposition products of a polystyrene/red phosphorus/magnesium hydroxide system; **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis** v.78 p. 378-386, 2007.