



Estudo do enriquecimento fracionado de minerais sobre a produção de biofertilizantes líquidos ⁽¹⁾

Odilon Correia Lima Neto⁽²⁾; Cássio Santana Nichikaua Almeida⁽³⁾; Milton Sérgio Dornelles⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq - Chamada 81/2013.

⁽²⁾ Engenheiro Agrônomo; Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, Goiás; odilon-15@hotmail.com; ⁽³⁾ Engenheiro Agrônomo; Instituto Federal Goiano Campus Urutaí; Urutaí, Goiás; ⁽⁴⁾ Professor do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí, Urutaí, Goiás.

RESUMO: Os biofertilizantes são compostos obtidos com a decomposição de materiais orgânicos, via ação de microrganismos, podendo também ser adicionados de fontes de minerais para o seu enriquecimento. Objetivou-se com este trabalho verificar se o fracionamento das adições de minerais, durante o processo de produção do biofertilizante, poderia contribuir para a obtenção de um produto final de melhor qualidade, com vistas para aplicação via solo. Os biofertilizantes foram preparados pelo processo anaeróbico de produção, em esquema de parcela subdividida, sendo cada parcela constituída por um balde de 18 litros e cada subparcela oito diferentes tempos de decomposição dos biofertilizantes (0, 8, 16, 24, 32, 40), avaliando-se o pH, a condutividade elétrica e a matéria seca. Os tratamentos empregados foram: T1 (controle) – adição de água destilada a cada 48 horas, T2 – adição de soluções de minerais a cada 48 (sem fracionamento), T24 – adição de soluções de minerais fracionadas a cada 24 horas, T48 – adição de soluções fracionadas de minerais a cada 48 horas, T72 – adição de soluções fracionadas de minerais a cada 72 horas, T96 – adição de soluções fracionadas de minerais a cada 96 horas, T120 – adição de soluções fracionadas de minerais a cada 120 horas, T144 – adição de soluções fracionadas de minerais a cada 144 horas. Nos tratamentos fracionados o pH apresentou uma redução menos drástica, o pico de condutividade elétrica foi retardado e houve incremento da matéria seca, com destaque para o tratamento T120.

Termos de indexação: pH, condutividade elétrica, matéria seca.

INTRODUÇÃO

Os biofertilizantes são produtos obtidos pelo processo de fermentação por microrganismos na decomposição da matéria orgânica e complexação de nutrientes (Timm et al., 2004), figurando entre os principais insumos utilizados

em sistemas agroecológicos, pois favorecem o desenvolvimento de uma agricultura menos dependente de agroquímicos (Tesseroli Neto, 2006).

O trabalho pioneiro desenvolvido no início da década de 90 por Santos em 1992, com a mistura de esterco bovino fresco fermentado com aditivos em sistema anaeróbico de fermentação, apresentando resultados satisfatórios para a nutrição das plantas, proporcionou um estímulo nos estudos para este produto. Magro (1994) desenvolveu o Supermagro, um biofertilizante líquido enriquecido, obtido pelo mesmo processo de fermentação, por meio da adição de uma gama de diferentes minerais: sulfato de magnésio, sulfato de manganês, sulfato de zinco, cloreto de cálcio, sulfato de cobre, sulfato de cobalto, sulfato ferroso, ácido bórico e molibdato de sódio e cal hidratada. Outras inúmeras receitas vêm sendo desenvolvidas e utilizadas por diversos produtores rurais no país.

Mesmo que a produção de biofertilizantes tenha contribuído para um aproveitamento mais correto dos resíduos orgânicos gerados em propriedades de base familiar (Tesseroli Neto, 2006; Marrocos, 2008), são necessários maiores estudos acerca dos processos e da dinâmica envolvidos durante a produção destes produtos, em especial, para as receitas que são enriquecidas com uma adição pesada e pouco fracionada de minerais.

A produção de biofertilizantes com eficiência e a atenção voltada para qualidade do insumo, devem ser priorizadas, para que o mesmo possa fornecer nutrientes de forma adequada e agentes biológicos benéficos para a promoção de plantas saudáveis (Timm et al, 2004). Desta forma, aproveitar ao máximo a função fertiprotetor que os biofertilizantes possam apresentar (Dornelles, 2005).

Objetivou-se com este trabalho verificar se o fracionamento das adições de minerais, durante o processo de produção do biofertilizante, poderia contribuir para a obtenção de um produto final de melhor qualidade, com vistas para aplicação via solo e foliar.



MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no Instituto Federal Goiano – Campus de Urutaí, no Setor de Produção de Insumos Agroecológicos do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Agroecologia (NEPA) do mesmo campus. Inicialmente houve a confecção dos biodigestores, a produção dos biofertilizantes líquidos, com o acompanhamento do pH, da condutividade elétrica e da matéria seca.

Confecção dos biodigestores

Foram empregados baldes plásticos com tampa e com capacidade para produção de 18 litros de biofertilizantes. Em cada um deles foi acoplado um sistema adição de minerais, dissipação de gases e coleta de amostras, conforme **figura 1**.



Figura 1. Confecção dos biodigestores. **A.** Sistema de adição de minerais, **B.** Sistema de dissipação de gases, **C.** Sistema de coleta de amostras. (Fonte: o autor)

Produção dos biofertilizantes

Em cada balde adicionou-se 2 litros de esterco fresco de vaca em regime de pastoreio e não-vermifugadas, 6 litros de água não clorada e como aditivos: 450 ml de leite de vaca fresco e 450 gramas de rapadura. Os aditivos foram fracionados em doses de 90 ml e aplicados nos 0^o, 8^o, 16^o, 24^o e 32^o dias. Os baldes foram fechados hermeticamente e deixados em repouso por um período de quatro dias.

Decorrido esse período, iniciou-se o procedimento de enriquecimento fracionado de minerais, de acordo com os tratamentos abaixo:

T1 - adição de água destilada a cada 96 horas;
T2 - adição de uma das soluções a cada 96 horas (toda de uma vez); T24 - adição de soluções a cada 24 horas; T48 - adição de soluções a cada 48 horas; T72 - adição de soluções a cada 72 horas; T96 - adição de soluções a cada 96 horas; T120 - adição de soluções a cada 120 horas; T144 - adição de soluções a cada 144 horas.

Os minerais adicionados foram: a) sulfato de zinco; b) cloreto de cálcio; sulfato de magnésio; c) sulfato de manganês; d) sulfato de cobre; e) sulfato de cobalto; f) sulfato ferroso; g) ácido bórico e h) molibdato de sódio. Todos estes dissolvidos em 600 ml de água deionizada e fracionados em doses de 120 ml, exceto para o

tratamento T2, que recebeu a dose completa dos minerais, sem fracionamento e o tratamento T1 que não recebeu adição de minerais, apenas água deionizada. A adição de aditivos, minerais para os tratamentos enriquecidos e de água para o não enriquecido foi feita via seringa.

Este procedimento de produção de biofertilizantes foi adaptado das indicações propostas por Santos (1992), Magro (1994) e Fernandes (2000), para atender o objetivo desta pesquisa.

Amostragens

Para o acompanhamento do pH, da condutividade elétrica e da matéria seca dos tratamentos, ao longo do tempo de produção, coletou-se alíquotas de 200 mL em potes plásticos estéreis no dias 0, 8, 16, 24, 32 e 40, e encaminhadas para o Laboratório de Química Orgânica do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí. O pH do biofertilizante foi avaliado pelo método eletrométrico, utilizando potenciômetro de determinação direta da marca Bell® modelo B3417-9, em triplicata. A determinação da condutividade elétrica foi realizada por meio de condutivímetro de banca da marca Bell® modelo C254-6, em triplicata e os valores expressos em mS.cm². Para avaliação da matéria seca presente, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de Fitotecnia do Instituto Federal Goiano Campus Urutaí para a secagem em estufa de circulação de ar forçada (marca Splabor® modelo SP-102) a 65°C até atingirem massa constante, em triplicata e os resultados expressos em gramas/L de biofertilizante.

Análise estatística

Os dados desta pesquisa foram analisados por meio dos procedimentos de Análise de Variância (ANOVA) e aplicação do teste Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade no programa estatístico Assistat® versão 7.7 beta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características avaliadas nesta etapa, houve efeito significativo da interação tempo de decomposição e a adição fracionada das soluções de minerais (**Tabela 1**).

Todos os tratamentos em estudo apresentaram comportamento similar em relação ao pH até a segunda avaliação (zero e oito dias) sendo observada, durante este período, uma redução nesta variável, segundo Marrocos et al. (2012), provavelmente, devido à liberação de ácidos orgânicos pelos fungos e bactérias, responsáveis pela decomposição da matéria



orgânica, que por sua vez, estes se acumulam e acidificam o meio.

O fracionamento das soluções de minerais desencadeou um comportamento diferenciado em relação ao pH, durante o período de decomposição, a partir da terceira avaliação (oito dias). Para estes tratamentos (T24, T48, T72, T96, T120 e T144) os valores de pH apresentaram um decréscimo menos acentuado, se comparados aos tratamentos sem adição de minerais (T1) e adição de toda a dosagem de uma vez só (T2).

Ao final do período de avaliação, o pH dos biofertilizantes T1, T2, T24, T48, T72, T96, T120 e T144 apresentaram valores de 4,32, 4,28, 4,29, 4,92, 4,85, 4,84, 4,85, 4,96 e 4,86, respectivamente.

Mesmo conforme Kiehl (1998) o valor do pH observado nesse trabalho não ser considerado ótimo, é possível que estes valores aumentem, caminhando para neutralidade, pois segundo Jimenez e Garcia (1989) os ácidos orgânicos liberados pelos fungos e bactérias durante o processo de decomposição são decompostos até serem completamente oxidados, ocasionando o aumento do pH.

É possível observar, na literatura, uma infinidade de valores de pH em biofertilizantes (Dornelles, 2005; Marrocos et al., 2012; Ruiz, 2013) podendo variar, por exemplo com a quantidade e os grupos de microrganismos envolvidos nos processos de decomposição (Marrocos et al., 2012).

A condutividade elétrica (CE) (**Tabela 2**) dos biofertilizantes preparados apresentou um aumento a partir da terceira avaliação (oito dias), com destaque para os tratamentos T24, T48 e T72 com os valores de 10,69, 11,73 e 11,23 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, fato que provavelmente ocorreu, segundo Marrocos et al. (2012) devido a adição de sais, principalmente, o cálcio, o magnésio e o sódio.

É possível que haja uma redução da CE, conforme o tempo de decomposição, principalmente devido a ação dos microrganismos (Kiehl, 1998)

O tratamento T2 apresentou o maior valor de CE, 27,70 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, aos 16 dias, e ao final dos 40 dias 14,92, sendo estatisticamente superior ao encontrado no T120 de 13,72 $\text{mS}\cdot\text{cm}^{-1}$, este inferior aos demais.

Conforme Ruiz (2013) o enriquecimento com sais nas formulações de biofertilizantes tem efeitos benéficos para as culturas, se dosadas sem exceder os limites. No entanto, segundo Marrocos et al. (2012) os valores de condutividade encontrados neste trabalho devem

servir como alerta no uso desses produtos por parte dos produtores, pois dependendo da forma de aplicação podem ocasionar um aumento na salinidade do solo (pressão osmótica) e/ou prejudicar o desempenho das culturas, conforme Dornelles (2005) devido ao efeito fitotóxico direto dos íons, principalmente cloro, boro e sódio.

Caso o produtor opte por trabalhar com a adição de fertilizantes orgânicos ao solo, é necessário fazer o monitoramento periódico da salinidade para se evitar possíveis efeitos salinos sazonais, condição que certamente prejudicará a produtividade de muitas culturas (Marrocos et al., 2012).

É muito complexa a comparação entre valores de CE com as literaturas existentes, especialmente devido aos mais diferentes modos de preparo adotados e a grande variedade de materiais empregados (Dornelles, 2005; Tesseroli Neto, 2006), estes influenciados diretamente sobre o tipo de animal, o sistema de alojamento e a alimentação fornecida (Marrocos et al., 2012).

Em relação à massa seca (MS) (**Tabela 3**), o T1 apresentava no dia zero 82,09 g e ao final do ensaio, aos quarenta dias, 63,31 g, apresentando uma redução de 22,87% da massa total. Tal fato mostra que o material foi degradado pela ação dos microrganismos, liberando para o composto, água e nutrientes e para a atmosfera CO_2 (Santos, 2000).

Já para os tratamentos que receberam o fracionamento das soluções de minerais (T24, T48, T72, T96, T120 e T144) foi observado um aumento da MS, em especial para T72 e T96, apresentando os maiores valores, 127,88 e 131,07, respectivamente, aos 40 dias. Este fato pode ter ocorrido devido a uma menor interferência sobre a atividade microbiana, neste caso, contribuindo para o aumento destes, o que resultou em um aumento da MS, fato similar também foi observado por Marrocos et al. (2012) trabalhando com biofertilizante com esterco de galinha.

CONCLUSÕES

O fracionamento possibilita uma diminuição menos acentuada durante a decomposição do biofertilizante e, conseqüentemente, uma recuperação mais rápida de valores do pH. O fracionamento da adição de minerais faz com que o pico da condutividade elétrica chegue mais tardiamente, durante a decomposição do biofertilizante e também possibilita um incremento de matéria seca nos biofertilizantes, com destaque para o tratamento T120.



Citações Bibliográficas

DORNELLES, M. S. Avaliação do estado nutricional e do controle da mancha angular do feijoeiro pulverizado com biofertilizantes líquidos. 2005. 133 f. (Tese de Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2005.

FERNANDES, M.C. de A. et al. Cultivo protegido do tomateiro, sob manejo orgânico, na região metropolitana do estado do Rio de Janeiro. Série Agroecologia, Rio de Janeiro, n. 2, p. 1-2, 2000.

JIMÉNEZ, E.I.; GARCIA, V.P. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. Biol. Wastes. V.27, p.115-142. 1989.

KIEHL, E.J. Manual de compostagem: maturação e qualidade do composto. Piracicaba: E.J. Kiehl. 1998.

MAGRO, D. Supermagro: a receita completa. Boletim de Associação de Agricultura Orgânica. V.16, p3-4, 1994.

MARROCOS, S. T, P; JUNIOR, J. N; GRANGEIRO, L. C; AMBROSIO, M. M. Q; CUNHA, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. Revista Caatinga, Mossoró, v. 25, n. 4, p. 34-43, out-dez., 2012.

RUIZ, L. Miguel. Comportamento químico e microbiológico no biofertilizante tipo supermagro. 2013. 52 f.(Dissertação de Mestrado) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SANTOS, A. C. V. dos. Biofertilizante líquido, o defensivo da natureza. Niterói: EMATER, 1992. 16 p. (Agropecuária fluminense, 8).

Tabela 1 - Dados médios de pH de biofertilizantes líquidos enriquecidos com minerais em diferentes tempos de decomposição. Urutaí, maio de 2015.

Trat.	Tempo de decomposição (dias)					
	0	8	16	24	32	40
	pH					
T1	6,42aA	3,61cE	3,32dH	3,27eH	3,81eD	4,32cB*
T2	6,41aA	3,41dE	3,03eH	3,14fG	3,65fD	4,28dB
T24	6,39aA	3,77bG	3,74aG	3,96aE	4,15bD	4,92aB
T48	6,42aA	3,74bF	3,64bF	3,70dF	3,97dD	4,85bB
T72	6,41aA	3,65cF	3,56cG	3,72dF	4,08cD	4,84bB
T96	6,44aA	3,75bF	3,65bG	3,88bE	4,11cD	4,85bB
T120	6,39aA	3,83aF	3,76aG	3,98aF	4,23aD	4,96aB

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Tabela 2 - Dados médios de Condutividade elétrica (CE) de biofertilizantes líquidos enriquecidos com minerais em diferentes tempos de decomposição. Urutaí, maio de 2014.

Trat.	Tempo de decomposição (dias)					
	0	8	16	24	32	40
	Condutividade elétrica (mS.cm ⁻¹)					
T1	2,91aD	3,38gB	3,50gA	3,33fB	3,03fC	3,04gC
T2	2,93aJ	6,18fI	27,70aA	24,38aD	15,36bF	14,92cG
T24	2,99aE	10,69cD	22,28cA	16,00dB	13,99dC	14,35dC
T48	3,00aF	11,73aE	25,86bA	16,14dB	12,62eE	14,12eD
T72	2,94aH	8,18dF	16,40dB	16,12dB	16,52aB	15,26bC
T96	3,08aF	7,96eE	14,60eC	23,18bA	14,22dC	15,01cC
T120	3,02aG	11,23bE	16,40dB	15,69eB	14,61cC	13,72fD
T144	3,15aG	8,14dF	12,78fD	20,88cA	16,63aB	15,71aB

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.

Tabela 3. Dados médios de Matéria Seca (MS) de biofertilizantes líquidos enriquecidos com minerais em diferentes tempos de decomposição. Urutaí, maio de 2014.

Trat.	Tempo de decomposição (dias)					
	0	8	16	24	32	40
	Matéria Seca (g.L ⁻¹)					
T1	82,09aA	82,74bA	79,20eB	76,67eB	68,22fC	63,31fD*
T2	81,05aD	80,35bD	85,29dC	91,09dB	102,26eA	103,72eA
T24	82,35aE	87,14aD	92,87cC	96,72cB	116,29cA	120,01cA
T48	81,93aF	90,85aE	98,49bD	108,51aC	139,25aA	125,28bB
T72	82,66AE	84,91bE	92,68cD	109,52aC	113,88cB	127,88aA
T96	80,77aC	82,88bC	103,13cD	106,03aB	133,58bA	131,07aA
T120	81,75aE	83,42bE	90,13cD	109,17aC	113,49cB	124,91bA

*Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5%.