

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DE BIOFERTILIZANTES EM DIFERENTES TEMPOS DE DECOMPOSIÇÃO¹

SAULO DE TARCIO PEREIRA MARROCOS², JOSÉ NOVO JUNIOR^{2*}, LEILSON COSTA GRANGEIRO², MÁRCIA MICHELLE DE QUEIROZ AMBROSIO², ANA PAULA ALVES DA CUNHA².

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química e microbiológica dos biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. Para tanto, foram utilizados dois biofertilizantes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizados em esquema fatorial 2 x 7, sendo duas fontes de esterco (bovino e galinha) e sete tempos de decomposição (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), com três repetições. Avaliou-se os parâmetros químicos (pH, CE, massa seca, N, P, K, Ca e Mg) e microbiológicos (bactérias, fungos e actinomicetos totais). O esterco de galinha proporcionou aumento significativo de nitrogênio, fósforo e potássio, massa seca e condutividade elétrica. A maior concentração foi no período de 15 a 20 dias de decomposição, com exceção do nitrogênio, que apresentou maior concentração no dia do preparo do biofertilizante. Na análise microbiológica, o de esterco de galinha propiciou elevada população de microrganismos totais (bactérias, fungos e actinomicetos totais) em relação ao de bovino. Os períodos de decomposição dos biofertilizantes influenciam nos teores de nutrientes, na diversidade e populações de microrganismos.

Palavras-Chave: Calda orgânica, Teor de nutrientes, Microrganismos.

MICROBIOLOGICAL AND CHEMICAL COMPOSITION OF AT DIFFERENT TIMES BIO-FERTILIZERS DECOMPOSITION

ABSTRACT – The objective of this work was to evaluate the chemical composition and microbial of biofertilizers at different decompositions times. For this, we used biofertilizers two. The experimental design used was entirely randomized in factorial scheme 2x7 two sources of manure (cattle and chicken) and seven times of decomposition (0, 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days), with three replications. We evaluated the chemical parameters (pH, CE, dry mass, N, P, K, Ca and Mg) and microbiological (bacteria, fungi and actinomycetes total). The chicken manure gave significant increase of nitrogen, phosphorus and potassium, dry mass and electrical conductivity. The highest concentration was within 15 to 20 days of decomposition, with the exception of nitrogen, with the highest concentration on the preparation of biofertilizer. In the microbiological analysis, the chicken manure resulted in higher total population of microorganisms (bacteria, fungi and actinomycetes total) compared to beef. The decomposition periods of biofertilizers influence on nutrient levels, diversity and populations of microorganisms.

Keywords: Organic Syrup, Nutrient content, Microorganisms.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 16/03/2012; aceito em 26/11/2012.

²Departamento de Ciências Vegetais, UFRSA, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró - RN; saulotpm@yahoo.com.br, agrojuniior86@hotmail.com*, leilson@ufersa.edu.br, marciamichelle@ufersa.edu.br, apalves_cunha@hotmail.com.

INTRODUÇÃO

Os biofertilizantes são resultados finais da decomposição de compostos orgânicos, contendo células vivas ou latentes de microrganismos. Esses são preparados a partir da digestão anaeróbia (sistema fechado) ou aeróbia (sistema aberto) de materiais orgânicos e minerais, visando maior disponibilidade de nutrientes e de microrganismos. A composição química do biofertilizante varia conforme o método de preparo, o tempo de decomposição, a população microbiológica, temperatura e pH do composto, bem como o material que o origina. Uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e liberação de metabólitos, enzimas, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres, ácidos e antibióticos (MEDEIROS; LOPES, 2006), conferindo melhor qualidade à calda orgânica.

Os compostos orgânicos conferem ao solo e às plantas grande quantidade de nutrientes, promovendo melhor adubação do solo e controle de doenças, refletindo no desenvolvimento da cultura. Isso ocorre por que o biofertilizante é uma mistura de microrganismos vivos (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos), os quais, quando disponibilizados as plantas por diferentes métodos, colonizam a rizosfera e/ou o interior da planta e promovem crescimento, por aumentar o fornecimento de nutrientes primários. Assim, a planta nutrida torna-se tolerante ao ataque de fitopatógenos, além da liberação de compostos voláteis pelos mesmos, que podem ocasionar a antibiose (VESSEY, 2003).

Produtores de melão do Agropolo Mossoró/Açu iniciaram recentemente, a utilização de biofertilizantes, produzidos a partir da fermentação do esterco misturado com água (MARROCOS, 2011). Na literatura, as pesquisas revelam que os efeitos dos biofertilizantes nas plantas são efetivos no controle de pragas e doenças, aceleração de crescimento e estado nutricional. Nos solos o uso dos biofertilizantes pode contribuir para melhoria física e promover a produção de substâncias húmicas que exercem expressiva importância na fertilidade do solo com reflexos positivos na produção (DELGADO et al., 2002).

Os biofertilizantes possuem elementos necessários para a nutrição vegetal, variando as concentrações, dependendo diretamente da origem da matéria prima e do período de decomposição. Todavia, não existe formulação padrão para o seu preparo, por isso, receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA, Mossoró-RN, no período de maio a dezembro de 2010. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 7, de duas fontes de esterco (bovino e galinha) e sete tempos de decomposição (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias), com três repetições. A unidade experimental foi formada por um recipiente de 10 L onde foram colocados 330 g de esterco com 9% de umidade (peneirado e homogeneizado), 3 L de água e 33 ml de melão.

Estes ingredientes foram misturados diariamente, e colocados a céu aberto, de acordo com os períodos preestabelecidos de decomposição. As temperaturas dos biofertilizante foram verificadas duas vezes ao dia (8 e 14 horas).

Os esterco utilizados nos experimentos foram oriundos de confinamento de gado existente na UFERSA (bovino), e da granja comercial localizada próxima ao município de Mossoró (galinha). A caracterização química das amostras dos esterco de bovino e galinha foi respectivamente: 14,00 e 46,08 g kg⁻¹ de N; 3,96 e 16,84 g kg⁻¹ de P; 9,59 e 27,24 g kg⁻¹ de K.

Após período de decomposição, os biofertilizantes foram filtrados separadamente e coletado uma alíquota de cada unidade experimental para realização das análises. Deste, 100 mL foi utilizado para determinação do pH e condutividade elétrica, 200 mL para análises química e microbiológica e o restante para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. Em seguida, o material foi acondicionado em bandeja tipo marmite, seca em estufa de circulação forçada, à temperatura de 65 ± 2°C, até atingir massa constante. Foi determinado o teor de massa seca presente na parte líquida do biofertilizante em cada época de coleta, sendo os resultados expressos em g L⁻¹.

A determinação dos teores de nutrientes, presentes em cada amostra foi feita nos extratos obtidos pela digestão sulfúrica. O nitrogênio foi determinado pelo método Micro Kjeldahl, o fósforo por colorimetria, o potássio por fotometria de chama, o cálcio e magnésio por absorção atômica (TEDESCO et al., 1995). Os resultados dos nutrientes avaliados foram expressos em g L⁻¹.

Nas análises microbiológicas foram quantificadas as populações de bactérias, fungos e actinomicetos totais presentes nos biofertilizantes. Para a determinação da população microbiana presente, retirou-se amostras de 500 mL de cada biofertilizante e utilizou-se 1 mL para o procedimento da diluição seriada, sendo esta até a 10⁻⁷ e o plaqueamento foi realizado em meios específicos.

Após a diluição seriada, com auxílio de pipetador automático, foi distribuído 100 µL das diluições específicas (variando com o tempo de decomposição) de cada grupo de microrganismo sobre o meio agarizado e uniformizado com o auxílio da alça de Drigalski. As placas, de 9 cm de diâmetro, foram invertidas e colocadas em estufa incubadora tipo BOD a 28 ± 2 °C. A contagem do número médio das colônias foi realizada de acordo com o crescimento de cada microrganismo, sendo que, as bactérias foram avaliadas a partir de 24 horas, os fungos a partir de 48 horas e os actinomicetos a partir de 72 horas. A avaliação foi realizada contando-se o número de colônias em cada placa. Para tanto, foram usadas três placas (réplicas) para cada diluição, e consideradas para cálculos apenas as diluições que apresentaram de 20 a 200 colônias. Os valores foram expressos em unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC mL⁻¹), porque uma colônia é resultado não de uma única bactéria, mas de uma cadeia ou um grupo de bactérias (TORTORA et al., 2006).

A população bacteriana foi avaliada utilizando o meio nutriente ágar [extrato de carne - 3,0 g; peptona - 5,0 g; ágar - 15,0 g; água destilada - 1000 mL - (MARIANO, 2000)]. Para a contagem das populações totais de fungos foi utilizado o meio de Martin [KH₂PO₄ - 1,0 g; MgSO₄·7H₂O - 0,5 g; peptona - 5,0 g; dextrose - 10,0 g; rosa-bengala - 0,03 g; ágar - 16,0g; tetraciclina - 0,05g; água destilada - 1000 mL - (MARTIN, 1950)] e os actinomicetos quantificados no meio de cultura amido-caseína [amido - 10 g; caseína - 0,3 g; KNO₃ - 2 g; NaCl - 2 g; K₂HPO₄ - 2 g; MgSO₄·7H₂O - 0,05 g; FeSO₄·7H₂O - 0,01 g; ágar - 16 g (KUSTER; WILLIAMS, 1964)]. A população microbiana total foi determinada através da soma das populações de bactérias, fungos e actinomicetos presente nos biofertilizantes.

Os dados de massa seca, composição química e da população microbiana foram submetidos a análises de variância utilizando o software SISVAR. Para os tempos de decomposição foi realizada análise de regressão e para as fontes de biofertilizantes, o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as características químicas avaliadas, houve efeito significativo da interação tempo de decomposição e fontes de esterco (Tabela 1). O desdobramento realizado tempo de decomposição dentro das fontes de esterco, apenas conseguiu-se ajuste da equação para o nitrogênio. Para as demais características, os gráficos foram feitos com base nas médias obtidas e no desvio padrão da anova ($P < 0,05$).

As fontes dos biofertilizantes comportaram-se de maneira diferente em relação ao pH durante o período de decomposição. Nas duas primeiras avali-

ações (0 e 5 dias) o biofertilizante de esterco de galinha apresentou pH superior ao de bovino, mas a partir da terceira avaliação (10 dias) houve inversão (Tabela 1). Para o biofertilizante de bovino foi observado uma tendência de crescimento a partir dos 5 dias, atingindo o valor máximo aos 25 dias, com pH de 8,11. Já o de galinha, seguiu uma tendência decrescente até 20 dias, onde foi verificado o seu menor valor (6,32) (Figura 1A). A redução do pH observado nos biofertilizantes deve-se, provavelmente, à liberação de ácidos orgânicos pelos fungos e bactérias, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica. Por sua vez, estes ácidos se acumulam e acidificam o meio.

Ao final do período de avaliação o pH dos biofertilizantes de esterco bovino e galinha apresentaram valores de 7,88 e 6,77, respectivamente (Tabela 1 e Figura 1A). Na literatura são citados, diferentes valores de pH em biofertilizantes, variando, dessa forma, a quantidade e os grupos de microrganismos, por exemplo, a maioria das bactérias cresce melhor dentro de variações pequenas de pH, sempre perto da neutralidade, enquanto os fungos podem crescer em variações de pH maiores (TORTORA et al., 2006). Campos et al. (2008) utilizando biofertilizante bovino em fermentação anaeróbia observaram pH com valor de 6,8. Costa et al. (2006) utilizando biofertilizante proveniente de uma mistura de esterco (bovino e galinha), constataram pH de 7,2. Essa variação de pH, observada nos diferentes trabalhos, deve-se a diferentes fatores, entre eles, a composição dos biofertilizantes, tempo de fermentação e o modo de preparo (sob condição de aerobiose ou anaerobiose).

A condutividade elétrica (CE) do biofertilizante preparado com o esterco de galinha foi significativamente maior do que a observada para o biofertilizante de bovino, em todos os períodos de decomposição (Tabela 1, Figura 1B). Ambos os biofertilizantes apresentaram crescimento na CE no quinto dia de decomposição, com destaque para o de galinha que aumentou de 8,03 dS m⁻¹ para 30,12 dS m⁻¹. Porém, a partir dos 10 dias houve tendência decrescente da CE de ambos e, ao final do período de decomposição verificou-se valores de 4,49 dS m⁻¹ e 15,59 dS m⁻¹ para os biofertilizantes de bovino e galinha, respectivamente (Figura 1B).

Em biofertilizantes, a condutividade elétrica é muito influenciada pela composição química e pelo modo de preparo do mesmo. Silva et al. (2007), utilizando biofertilizante bovino em meio anaeróbio apresentou CE cinco vezes maior que o observado no final desse trabalho para o biofertilizante bovino em meio aeróbio.

Tabela 1. Dados médios de pH, condutividade elétrica (CE), massa seca e teor de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio dos biofertilizantes de bovino e galinha em diferentes tempos de decomposição. Mossoró, RN, 2010.

Fonte	Tempo de decomposição (dias)						
	0	5	10	15	20	25	30
pH							
Bovino	7,14b	6,43b	6,94a	7,65a	7,84a	8,11a	7,88a
Galinha	8,03a	7,56a	6,67b	6,6b	6,32b	6,83b	6,77b
CE (dS m ⁻¹)							
Bovino	5,01b	6,29b	4,89b	4,84b	4,81b	4,74b	4,69b
Galinha	8,93a	30,12a	29,15a	29,48a	26,99a	24,53a	15,59a
Massa seca (g L ⁻¹)							
Bovino	19,19b	14,55b	10,42b	9,78b	9,95b	6,97b	7,06b
Galinha	32,85a	34,55a	37,53a	40,05a	39,38a	42,84a	38,43a
Nitrogênio (g L ⁻¹)							
Bovino	0,26b	0,20b	0,17b	0,12b	0,12b	0,09b	0,09b
Galinha	1,79a	1,70a	1,71a	1,76a	1,72a	1,66a	1,07a
Fósforo (g L ⁻¹)							
Bovino	0,50b	0,21b	0,21b	0,16b	0,08b	0,04b	0,03b
Galinha	0,78a	0,72a	1,13a	1,12a	1,05a	0,89a	0,76a
Potássio (g L ⁻¹)							
Bovino	0,70b	0,43b	0,36b	0,96b	1,12b	0,81b	0,68b
Galinha	2,54a	2,93a	3,37a	3,90a	3,60a	3,16a	3,06a
Cálcio (g L ⁻¹)							
Bovino	0,04a	0,05b	0,04b	0,04b	0,03b	0,03b	0,03a
Galinha	0,06a	0,26a	0,26a	0,24a	0,29a	0,15a	0,076a
Magnésio (g L ⁻¹)							
Bovino	0,01a	0,02b	0,13b	0,01b	0,01b	0,01b	0,01b
Galinha	0,03a	0,10a	0,11a	0,11a	0,12a	0,09a	0,07a

*Médias seguidas de mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os valores elevados de CE observados no presente trabalho, principalmente no biofertilizante de esterco de galinha, devem servir como alerta no uso desses produtos por parte dos produtores, pois dependendo da forma de aplicação pode ocasionar a salinização do solo e/ou prejudicar o desempenho de culturas. Oliveira et al. (2002) recomendam que, ao adicionar 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.

Já em relação à massa seca do biofertilizante, observou-se que o preparado com esterco de galinha apresentou maior concentração em todos os períodos de decomposição quando comparado ao de esterco bovino (Tabela 1). Além disso, a massa seca do composto de bovino diminuiu com o tempo de decomposição. No dia do preparo (0 dia) a massa seca observada foi de 19,19 g e aos 30 dias foi de 7,06 g, ou seja, uma diminuição de mais de 63% na massa seca inicial (Figura 1C). Mostrando dessa forma, que a massa seca presente na parte líquida do biofertilizante de esterco bovino foi decomposto com o tempo, liberando para o meio, água e nutrientes e, para atmosfera, dióxido de carbono. No entanto, para o biofertilizante de esterco de galinha, a massa seca aumentou com o tempo de decomposição apresentando valor máximo de 42,84g aos 25 dias. Isso ocorreu, possivelmente, devido à menor granulometria do esterco de galinha em relação ao de bovino, o que,

também, contribuiu para o aumento da população de microrganismos no meio, favorecendo o aumento da massa seca.

As análises químicas evidenciaram que o esterco de galinha apresentou teores de N, P, K, significativamente superiores aos observados com o esterco bovino, sendo que a ordem decrescente dos nutrientes observados nos biofertilizantes foi: K, N, P, Ca e Mg (Tabela 1). Marrocos (2011) menciona que, a composição elevada de nutrientes do esterco de galinha pode ser devido à presença de menor teor de água, fezes e urina misturadas, bem como pelo emprego de rações ricas em nutrientes. Este apresentou teores de nitrogênio, em todo período de decomposição, valores significativamente superiores ao observado com o esterco bovino (Tabela 1). Entretanto, é importante ressaltar que, durante o período de decomposição houve redução do teor de nitrogênio (Figura 1D). Este fato já era esperado, visto que o N é um elemento volátil, tal como mencionado por Magrini (2011), quando trabalhou com biofertilizante Bokashi. Já a concentração de fósforo no biofertilizante de esterco bovino decresceu com o tempo de decomposição apresentando o seu valor máximo ao 0 dia (0,50 g L⁻¹). Comportamento semelhante foi observado na sua massa seca, mostrando existir uma relação entre a concentração da massa seca e fósforo. Já no biofertilizante de galinha houve aumento do teor de fósforo até os 10 dias de decomposição (Figura 1E).

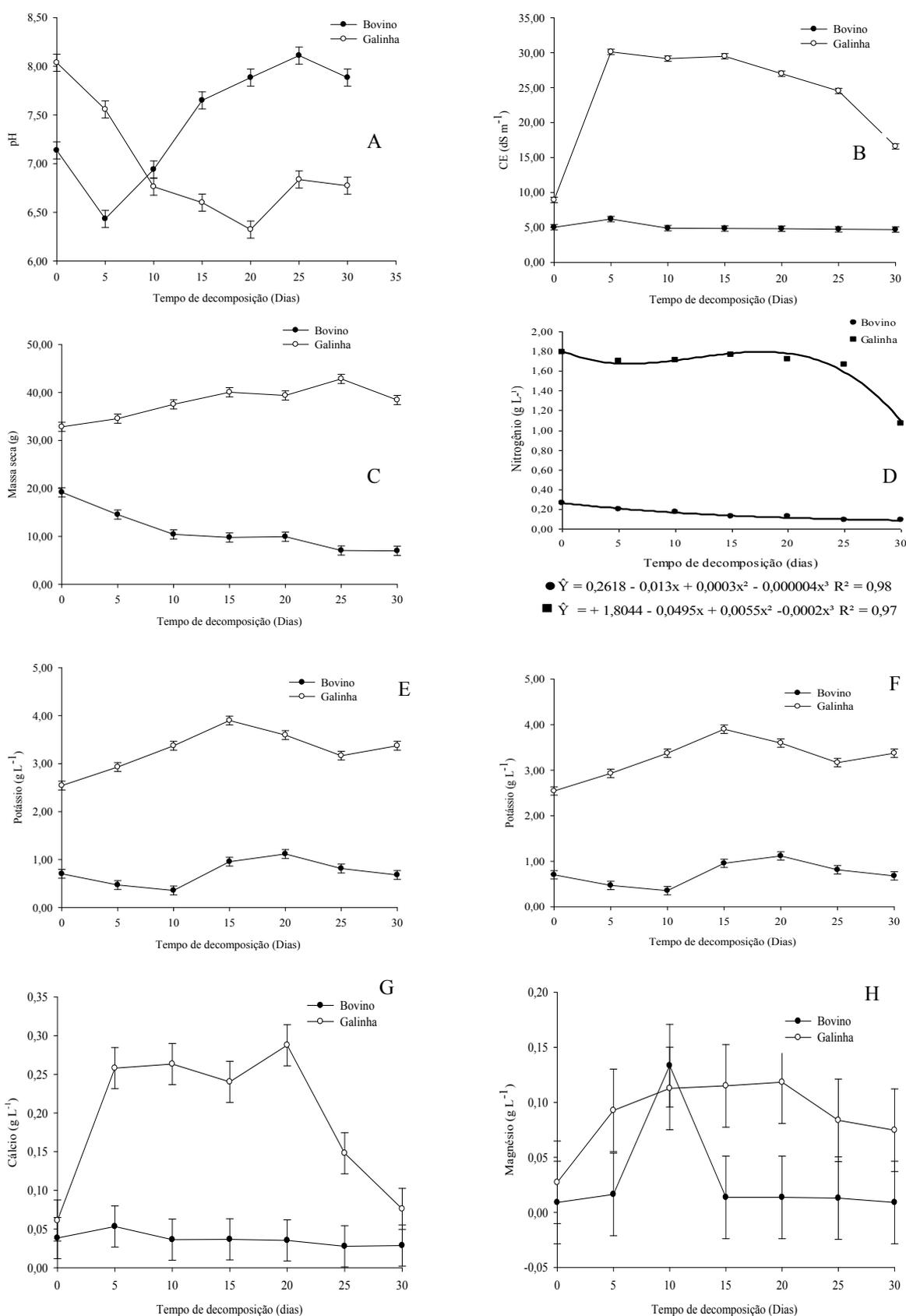


Figura 1. Dados médios de pH (A), condutividade elétrica (CE) (B), massa seca (C), nitrogênio (D), fósforo (E), potássio (F), cálcio (G) e magnésio (H) dos biofertilizantes de bovino e galinha em diferentes tempos de decomposição. Mossoró, RN, 2010.

O potássio foi o nutriente encontrado em maior quantidade nos biofertilizantes, sendo que o de esterco de galinha apresentou em todos os tempos de decomposição, maior concentração (Tabela 1). Este resultado é divergente ao de Lucke (2009), com utilização do biofertilizante Agrobio, onde observou que o nitrogênio foi o nutriente que apresentou maior concentração nos biofertilizantes. Essas variações ocorrem provavelmente, devido a outros materiais usados na produção do composto.

O biofertilizante de galinha apresentou uma tendência de aumento na concentração de potássio até os 15 dias de decomposição quando obteve máximo de $3,90 \text{ g L}^{-1}$. Já no biofertilizante de esterco bovino, o K também foi crescente, atingindo o máximo aos 20 dias com $1,12 \text{ g L}^{-1}$ (Figura 1F). Resultado esse diferente do esperado na matéria orgânica em decomposição, onde o potássio é facilmente liberado ao meio devido ao fato de não fazer parte de nenhum composto orgânico (FAQUIN, 1994), estando disponível com o início da decomposição (SILVA et al., 2007). Ao final do período de decomposição, as concentrações de potássio observadas para o biofertilizante bovino e galinha foram de $0,68 \text{ g L}^{-1}$ e $3,06 \text{ g L}^{-1}$, respectivamente (Figura 1F). Valores estes inferiores foram citados por Villela Junior et al. (2003), com biofertilizantes de bovino.

Não houve diferença significativa na concentração do cálcio entre os biofertilizantes, nos períodos 0 e 30 dias de decomposição. Nos demais períodos (5, 10, 15, 20 e 25), o de esterco de galinha foram superiores. O de esterco bovino apresentou uma tendência de aumento na concentração até os 20 dias onde foi observado o máximo de $0,29 \text{ g L}^{-1}$ (Figura 1G). Já o de esterco de galinha, o cálcio teve um crescimento acentuado nos 5 dias com valor máximo de $0,05 \text{ g L}^{-1}$.

Quanto ao magnésio, observa-se que o biofertilizante de galinha apresentou maior concentração deste elemento em relação ao biofertilizante preparado com esterco bovino, com exceção do 0 e 10 dias, onde os biofertilizantes não apresentaram diferença significativa (Tabela 1). O biofertilizante bovino apresentou um aumento na sua concentração até os 10 dias ($0,13 \text{ g L}^{-1}$), já o de galinha foi crescente até atingir o seu máximo aos 20 dias com valor de $0,12 \text{ g L}^{-1}$.

O cálcio e magnésio foram os nutrientes avaliados de menor concentração nos biofertilizantes, onde somados apresentaram aos 30 dias apenas 4,76 e 2,89% do total de nutrientes acumulados pelos biofertilizantes de esterco bovino e de galinha, respectivamente. Isso deve-se, possivelmente, ao fato da alimentação da galinha poedeira e do bovino serem de origem vegetal e esses alimentos apresentam de maneira geral quantidade de K e N bem superior às quantidades de Ca e Mg.

Com relação à composição microbiológica, não houve ajuste da equação para nenhuma característica dos biofertilizantes avaliada.

Na análise de bactérias totais (Tabela 2), ob-

servou-se que, em quase todos os períodos de decomposição avaliados, foi superior no biofertilizante de galinha do primeiro e quinto períodos de decomposição (0 e 20 dias). A maior população microbiana presente no referido composto deve-se, provavelmente, ao fato do mesmo possuir maior concentração de nutrientes, se comparado ao esterco de bovino (Tabela 2), o que favorece o desenvolvimento dos microrganismos. Este resultado corrobora com o trabalho de Kiehl (1985), onde relata que o esterco de galinha é mais rico em nutrientes que os de outros animais domésticos. Segundo o mesmo autor, somando-se os teores de nitrogênio, fósforo e potássio contidos no esterco destas aves e, comparando-os com o total encontrado nas dejeções dos mamíferos, verifica-se que o de galinha é duas a três vezes mais concentrado em nutrientes.

Além da parte nutricional, outro ponto que pode justificar a maior concentração de bactérias no esterco de galinha é a baixa relação C/N que o mesmo possui, comparado ao de bovino, uma vez que Tiago et al. (2008), trabalhando com amostras de vermicompostos, observaram que uma menor relação C/N está relacionado a uma maior quantidade de bactérias. Segundo Mary et al. (1996), a população bacteriana apresenta uma relação C/N mais baixa e um maior potencial de imobilização de N do que a população fúngica. Garcia e Rice (1994) observaram que a população bacteriana é favorecida com o aumento da disponibilidade de nitrogênio e a redução da relação C/N.

O composto orgânico de bovino apresentou uma tendência de crescimento bacteriano a partir dos 5 dias, atingindo seu maior valor aos 20 dias, onde foi observado uma população de $15,88 \times 10^7 \text{ UFC mL}^{-1}$. O de galinha também seguiu uma tendência crescente, apresentando seu máximo valor aos 25 dias, verificando-se uma população de $88,25 \times 10^7 \text{ UFC mL}^{-1}$ (Figura 2). Em seguida, os compostos voltaram a apresentar nova queda na população de bactérias, constatando-se, ao final do período de avaliação, uma comunidade bacteriana nos biofertilizantes de esterco bovino e galinha, valores de $11,0 \times 10^6$ e $88,75 \times 10^6 \text{ UFC mL}^{-1}$, respectivamente.

De acordo com Magrini et al. (2011), à medida que o processo de maturação progride, as condições físicas e a composição química do meio tendem a uma estabilização. Dessa forma, é de se esperar que a estrutura da comunidade microbiana se estabilize com estas mudanças.

Quanto à população de fungos totais (Tabela 2), observou-se que o biofertilizante preparado com esterco de bovino foi estatisticamente superior ao de galinha em quase todos os tempos de decomposição avaliados, com exceção do primeiro e último período (0 e 30 dias, respectivamente). Este fato deve-se, provavelmente, à maior relação C/N verificada em esterco de bovino, quando comparado ao de galinha já que, relações C/N elevadas estão relacionadas com uma menor disponibilidade de N e com o aumento da proporção de fungos (JOERGENSEN et al., 1995).

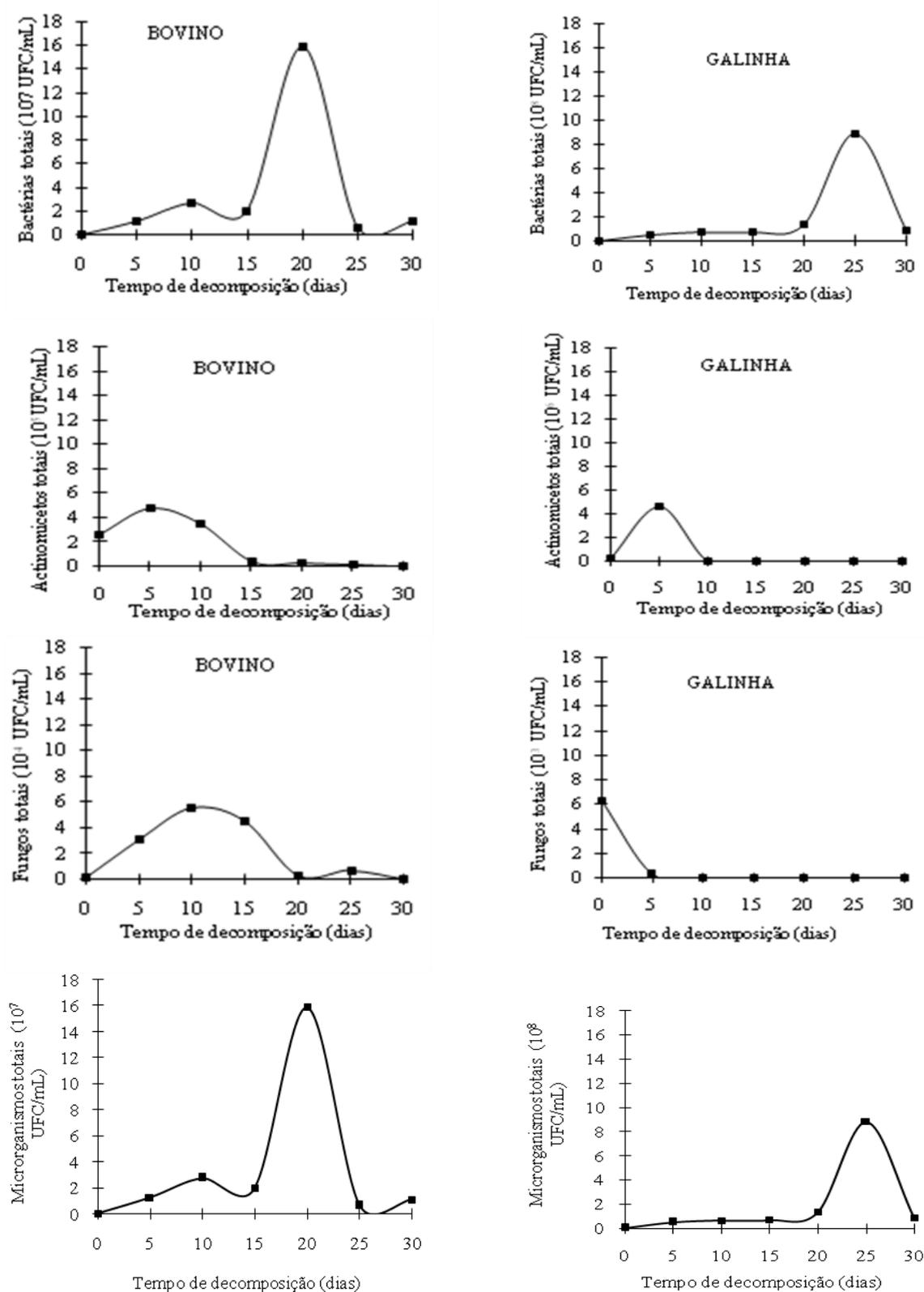


Figura 2. Dados de bactérias totais, actinomicetos totais, fungos totais e microorganismos totais dos biofertilizantes de bovino e galinha em diferentes tempos de decomposição. Mossoró, RN, 2010.

Tabela 2. Dados de bactérias totais, fungos totais, actinomicetos totais e microrganismos totais dos biofertilizantes de bovino e galinha em diferentes tempos de decomposição. Mossoró, RN, 2011.

Fonte	Tempo de decomposição (dias)						
	0	5	10	15	20	25	30
Bactérias Totais (UFC/mL)							
Bovino	10,1x10 ⁴ a	12,0x10 ⁶ b	27,2x10 ⁶ b	19,7x10 ⁶ b	15,8x10 ⁷ a	62,4x10 ⁵ b	11,0x10 ⁶ b
Galinha	79,1x10 ⁴ a	44,6x10 ⁶ a	65,0x10 ⁶ a	67,9x10 ⁶ a	13,3x10 ⁷ a	88,2x10 ⁷ a	88,7x10 ⁶ a
Fungos Totais (UFC/mL)							
Bovino	9,9x10 ² b	30,5x10 ³ a	55,0x10 ³ a	45,2x10 ³ a	25,2x10 ² a	70,5x10 ² a	6,2x10 ¹ a
Galinha	62,6x10 ² a	3,5x10 ² b	3,5 x10 ¹ b	6,8 x10 ¹ b	2,0x10 ¹ b	6,8 x10 ¹ b	6,9x10 ¹ a
Actinomicetos Totais (UFC/mL)							
Bovino	25,8x10 ⁴ a	47,5x10 ⁴ b	35,0x10 ⁴ a	34,3x10 ³ a	24,4x10 ³ a	9,9x10 ³ a	32,1x10 ² a
Galinha	25,9x10 ⁴ a	46,0x10 ⁵ a	21,7x10 ³ b	33,8x10 ³ a	2,8x10 ¹ a	5,6 x10 ¹ a	4,6x10 ¹ a
Microrganismos Totais (UFC/mL)							
Bovino	36,0x10 ⁴ a	12,5x10 ⁶ b	27,6x10 ⁶ b	19,8x10 ³ b	15,8x10 ⁷ a	62,6x10 ⁵ b	1,0x10 ⁶ b
Galinha	10,5x10 ⁵ a	49,2x10 ⁶ a	65,1x10 ⁶ a	67,9x10 ⁶ a	13,3x10 ⁷ a	88,2x10 ⁷ a	88,7x10 ⁶ a

*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A população de fungos totais do biofertilizante de galinha diminuiu com o tempo de decomposição. No dia do preparo (0 dia) foi observada a maior população desse microrganismo, com valor de $62,62 \times 10^2$ UFC mL⁻¹ e, aos 30 dias foi de $69,67$ UFC mL⁻¹ (Figura 2). A queda na comunidade de fungos a partir do quinto dia pode ser atribuída aos compostos voláteis e antibióticos liberados pelas bactérias e competição entre esses microrganismos, uma vez que, quando ocorreu aumento na população bacteriana, a comunidade fúngica reduziu. De acordo com Silveira (2001), as bactérias liberam metabólitos com efeito danoso a outros organismos, inibindo a germinação e crescimento, ou inativando a célula por toxicidade química. Para o mesmo autor, várias bactérias são conhecidas como produtoras de antibióticos, entre elas merecem destaque *Bacillus* e *Pseudomonas fluorescense*.

No que se refere à população dos actinomicetos, não houve diferença estatística entre os biofertilizantes, nos diferentes tempos de decomposição avaliados, exceção para os tempos 5 e 10 (Tabela 2). Os preparados orgânicos apresentaram a maior comunidade de actinomicetos no 5º dia de decomposição, com destaque para o de galinha que aumentou de $25,92 \times 10^4$ para $46,08 \times 10^5$ UFC mL⁻¹. Porém, a partir do 10º dia de fermentação houve tendência decrescente no número de actinomicetos em ambos biofertilizantes. Ao final do período de decomposição, os valores da população, observados para o preparado de esterco bovino e de galinha foram $32,16 \times 10^2$ UFC mL⁻¹ e $46,33$ UFC mL⁻¹, respectivamente (Figura 2).

A redução da quantidade de actinomicetos no composto de galinha, deve-se, provavelmente, à acidificação do seu pH (Tabela 2), já que Araujo (1998)

afirma que os actinomicetos desenvolvem-se melhor em condições de pH alcalino. Para Jimenez e Garcia (1989), esse decréscimo no pH pode ter sido decorrente da atividade de fungos e bactérias, provavelmente pela liberação de ácidos orgânicos, pois à medida que esses microrganismos decompõem a matéria orgânica, ácidos são liberados, se acumulando e acidificando o meio. Posteriormente, estes ácidos são decompostos até serem completamente oxidados, ocasionando o aumento do pH.

O biofertilizante de bovino apresentou um pH mais próximo da alcalinidade (Tabela 1), o que pode, provavelmente, justificar a menor queda na população de actinomicetos. Dado esse corroborado por Araujo (1998).

Quanto aos microrganismos totais (bactérias, fungos e actinomicetos totais), observa-se que o biofertilizante com esterco de galinha apresentou uma maior população em relação ao biofertilizante preparado com esterco bovino, com exceção para o primeiro e quinto tempo de decomposição (0 e 20 dias, respectivamente), onde os preparados orgânicos não diferiram estatisticamente (Tabela 2).

A comunidade microbiana encontrada nos biofertilizantes é variável e depende do processo (aeróbio ou anaeróbio) e do substrato utilizado na sua produção (BERNARDO; BETTIOL, 2010).

O biofertilizante bovino apresentou um aumento na comunidade microbiana até os 20 dias, com um valor máximo de $15,89 \times 10^7$ UFC mL⁻¹. A população dos microrganismos totais do preparado com esterco de galinha foi crescente até os 25 dias, onde atingiu o seu valor máximo de $88,25 \times 10^7$ UFC mL⁻¹ (Figura 2). Isso porque a estrutura da comunidade microbiana é alterada no decorrer do processo de maturação do composto orgânico.

Para as duas fontes de esterco avaliados, as bactérias constituíram o grupo mais numeroso, seguido pelos actinomicetos e fungos. Para Black (2002), as populações de fungos, devido, à sua menor competitividade, são desfavorecidas em relação às populações de bactérias e actinomicetos. Tiago et al. (2008), analisando amostras de vermicompostos, verificaram uma predominância da população bacteriana em relação a de fungos, exceto no vermicomposto de equino. De acordo com os autores, este apresentou uma grande quantidade de fungos, possivelmente pela sua alta relação C/N. Já Magrini et al. (2011), também encontraram, no biofertilizante Bokashi, uma microbiota diversificada.

CONCLUSÕES

Os períodos de decomposição dos biofertilizantes influenciam nos teores de nutrientes, na diversidade e populações de microrganismos;

A maioria dos nutrientes avaliados apresenta maior concentração no período de 15 a 20 dias de decomposição;

O biofertilizante de galinha propicia elevada população de microrganismos totais (bactérias, actinomicetos, fungos totais) em relação ao de bovino.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. M. Estratégias para isolamento seletivo de actinomicetos. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. (Ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, 1998. p. 351-367.

BERNARDO, E. R. A.; BETTIOL, W. Controle da pinta preta dos frutos cítricos em cultivo orgânico com agentes de biocontrole e produtos alternativos. **Tropical plant pathology**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 37-42, 2010.

BLACK, J. G. **Microbiologia: Fundamentos e perspectivas**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 829 p.

CAMPOS, V. B. et al. Potássio, biofertilizante bovino e cobertura do solo: Efeito no crescimento do maracujazeiro-amarelo. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 3, p. 78-86, 2008.

COSTA, N. E. et al. Utilização de biofertilizante na alface para o sistema hidropônico floating. **Revista Verde**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 41-47, 2006.

DELGADO, A. et al. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and soil**, v. 245, n. 3, p. 277-286, 2002.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227p.

GARCIA, F. O.; RICE, C. W. Microbial biomass dynamics in tallgrass prairie. **Soil Science Society of America Journal**, v. 58, n. 3, p. 816-823, 1994.

JIMÉNEZ, E. I.; GARCIA, V. P. Evaluation of city refuse compost maturity: A review. **Biological Wastes**. v. 27, n 2, p.115-142, 1989.

JOERGENSEN, R. G. et al. Biomass and activity of microorganisms in a fuel oil contaminated soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, n. 2, p. 1137-1143, 1995.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KUSTER, E.; WILLIAMS, S. T. Selection of media for isolation of streptomycetes. **Nature**, v. 202, n 2, p. 928-929, 1964.

LUCKE, I. **Produção orgânica de alface americana fertirrigado com biofertilizante em ambiente protegido**. 2009. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

MAGRINI, F. E. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Revista Agrarian**. DouRADOS, v. 4, n. 12, p. 146-151, 2011.

MARIANO, R. L. R.; SILVEIRA, E. B.; ASSIS, S. M. P. Identificação de bactérias fitopatogênicas. In: MARIANO, R. L. R. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. 1. Ed. Recife: UFRPE, imprensa Universitária, 2000, p. 67-108.

MARROCOS, S. T. P. **Cultivo do meloeiro com a utilização de biofertilizantes, aplicado via fertirrigação**. 2011. 62 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia: Área de concentração em Práticas Culturais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró -RN, 2011.

MARTIN, J. P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science Society of America Journal**, v. 69, n. 3, p. 215-232, 1950.

MARY, B. et al. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**, v. 181, n. 2, p. 71-82, 1996.

MEDEIROS, M. B.; LOPES, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, Salvador, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.

OLIVEIRA, F. C. et al. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002.

SANTOS, A. C. V. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 4, p. 275-279, 1991.

SILVA, A. F. et al. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. n. 130. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 4p. (Comunicado técnico, 130).

SILVEIRA, E. B. Bactérias promotoras de crescimento de plantas e biocontrole de doenças. In: MICHEREFF, S. J.; BARROS, R. (Ed.). **Proteção de plantas na agricultura sustentável**. Recife: UFRPE, 2001. cap. 3, p. 71-100.

TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TIAGO, P. V.; MELZ, E. M.; SCHIEDECK, G. Comunidade de bactérias e fungos de esterco antes e após vermicompostagem e no substrato hortícola após uso de vermicomposto. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 187-192, 2008.

TORTORA, G.J.; FUNKE, R.B.; CASE, C.L. Microbiologia. 8ª ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 894 p.

VESSEY, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, n. 2, p. 571-586, 2003.

VILLELA JUNIOR, L. V. E.; ARAÚJO, J. A. C.; FACTOR, T. L. Comportamento do meloeiro sem solo com a utilização de biofertilizante. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 153-157, 2003.