

Composição microbiológica e indicadores físicos e químicos de biofertilizantes líquidos

Joelma Farias Vieira de Jesus¹, Marcos Paulo Carrera Menezes^{1,2}, Marcos Barros de Medeiros^{1,3}, Luis Felipe de Araujo^{1,4}, Jômane Costa de Jesus¹ e Pedro Thiago Barbosa de Oliveira¹

¹Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias. Curso de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia). *Campus* Universitário III. Rua João Pessoa, S/Nº. Bananeiras-PB, Brasil (CEP 58220-000).

²Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias. Departamento de Ciência Animal. *Campus* Universitário III. Rua João Pessoa, S/Nº. Bananeiras-PB, Brasil (CEP 58220-000).

³Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias. Departamento de Agropecuária. *Campus* Universitário III. Rua João Pessoa, S/Nº. Bananeiras-PB, Brasil (CEP 58220-000). E-mail: marcos.barros@academico.ufpb.br.

⁴Universidade Federal da Paraíba. Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias. Departamento de Ciências Básicas e Sociais. *Campus* Universitário III. Rua João Pessoa, S/Nº. Bananeiras-PB, Brasil (CEP 58220-000).

Resumo. A agricultura sustentável prioriza práticas agrícolas que proporcionem menor degradação ao solo e maior sustentabilidade, que valorizem fontes orgânicas de nutrientes e a não utilização de fertilizantes químicos. Uma das alternativas é o uso de biofertilizantes líquidos que incorporam ao solo matéria orgânica e nutrientes para o desenvolvimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição microbiológica e indicadores físicos e químicos de biofertilizantes bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição. O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura da Universidade Federal da Paraíba, *Campus* III, Bananeiras-PB. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 5, de duas fontes de esterco (bovino e caprino) e de cinco tempos de decomposição (7, 14, 21, 28 e 35 dias). Após cada período de decomposição dos biofertilizantes foi determinado o pH, a condutividade elétrica, a massa seca e realizadas análises microbiológicas de bactérias e fungos. Os tempos de decomposição dos biofertilizantes influenciam no pH, condutividade elétrica, massa seca e na composição microbiológica. O tratamento com esterco caprino obteve maiores valores médios de bactérias entre os períodos de avaliação 21 e 35 dias, o tratamento com esterco bovino apresentou maior quantidade de bactérias aos 35 dias. A maior densidade de fungos

Recebido
07/05/2024

Aceito
20/08/2024

Publicado
31/08/2024



Acesso aberto



do biofertilizante com esterco bovino foi entre e 28 e 35 dias, constatando que o processo de maturação deste composto precisou de maior tempo quando comparado ao biofertilizante com esterco caprino que obteve maior densidade de fungos aos 14 dias. Portanto os agricultores podem utilizar o biofertilizante com esterco caprino em menor tempo de decomposição (21 dias) comparado ao biofertilizante com esterco bovino que apresentou maior quantidade de bactérias e fungos aos 28 e 35 dias.

Palavras-chave: Agroecologia; Fertilizantes orgânicos; Microrganismos; Compostagem.

Abstract. *Microbiological composition and physical-chemical indicators of liquid biofertilizers.* The sustainable agriculture prioritizes agricultural practices that provide less degradation to the soil and greater sustainability, which highlight organic sources of nutrients and non-use of chemical fertilizers. One of the alternatives is the use of liquid biofertilizer which incorporates to the soil organic matter and nutrients for a better plant development. This study aims to evaluate the microbiological composition and the physical-chemical indicators of the goat and bovine biofertilizers at different times of decomposition. The experiment was carried out at the Laboratory of bovines, Federal University from Paraíba state - UFPB, Campus III, Bananeiras City - PB. The experimental design was completely randomized in factorial scheme 2 x 5, from two sources of manure (cattle and goats) and five days of decomposition (7, 14, 21, 28 and 35 days). After each period of decomposition of biofertilizers the pH, electrical conductivity and the dry mass were determined, and also the microbiological analysis of bacteria and fungi was performed. The times of decomposition of the biofertilizers have influenced the pH, electrical conductivity, the dry matter and the microbiological composition. The treatment with goat manure had higher average values of bacteria among the evaluation periods 21 and 35 days, the treatment with bovine manure had higher amounts of bacteria at 35 days. The highest density of fungi in the biofertilizer with bovine manure was between 28 and 35 days, noting that the maturation process of this compound needed more time when compared to the biofertilizer with goat manure which had the highest density of fungi at 14 days. Therefore, farmers may use biofertilizers with goat manure in a shorter digestion time (21 days), when compared to the biofertilizers with cattle manure that presented the highest amount of bacteria and fungi at 28 and 35 days.

Keywords: Agroecology; Organic fertilizers; microorganisms; Composting.

ORCID

-  0000-0003-0136-5274
Joelma de Farias Vieira de Jesus
-  0000-0003-2906-7957
Marcos Paulo Carrera de Menezes
-  0000-0002-1633-3227
Marcos Barros de Medeiros
-  0000-0001-7155-1932
Luis Felipe de Araujo
-  0000-0003-3518-7998
Jômane Costa de Jesus
-  0009-0009-8078-6042
Pedro Thiago Barbosa de Oliveira

Introdução

A agricultura sustentável prioriza práticas que proporcionem a manutenção e a melhoria do solo, e que valorizem fontes orgânicas de nutrientes e a não utilização de fertilizantes químicos, contribuindo para preservação do meio ambiente e para saúde humana e animal. Na pecuária não tem sido diferente, cada vez mais tem se buscado alternativas mais sustentáveis de produção e uma das vias tem sido a utilização de fertilizantes orgânicos.

Biofertilizantes líquidos são produtos naturais obtidos da fermentação de materiais orgânicos com água, em processo aeróbico ou anaeróbico (Silva et al., 2007), que atuam na manutenção da matéria orgânica do solo e na fertilidade, além de contribuir no fornecimento de nutrientes e na capacidade de troca de cátions (CTC), sendo fontes importantes de alimento para os microrganismos decompositores, responsáveis pela mineralização da matéria orgânica no solo, aumentando desta forma a população de fungos, bactérias e de outros organismos benéficos para a manutenção da vida no solo.

Os efeitos dos biofertilizantes nas plantas são efetivos no controle de artrópodes fitófagos, fitopatógenos, 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, e fertilização do solo (macro e micro nutrientes) variando as concentrações, dependendo diretamente da origem da matéria prima e do período de decomposição, mas, não existe formulação padrão para o seu preparo, por isso, receitas variadas vêm sendo testadas e utilizadas para fins diversos (Marrocos et al., 2012). É de fundamental importância à busca de referências técnica científica sobre o tipo de adubação a ser utilizada, a quantidade e a maneira que deve ser aplicada.

A produção de biofertilizantes contribui para o melhor aproveitamento de resíduos orgânicos gerados em indústrias e propriedades agrícolas. No entanto, torna-se necessário que este processo seja utilizado com eficiência, de maneira que a qualidade do insumo obtido possa proporcionar ao sistema aportes adequados de nutrientes e de agentes biológicos para o desenvolvimento equilibrado das plantas (Timm et al., 2004).

Os bons resultados e os baixos custos dos biofertilizantes têm atraído a atenção e a adesão de muitos agricultores. Entretanto, sabe-se que as pesquisas nesse campo ainda são incipientes e pouco conclusivas, resultando numa necessidade emergencial de realização de mais estudos e investimentos por parte das organizações e instituições envolvidas (Medeiros et al., 2003).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição microbiológica e indicadores físicos e químicos de biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Revisão de literatura

Agricultura sustentável

O desenvolvimento sustentável procura suprir as necessidades da geração atual, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem as suas próprias necessidades. O termo agricultura sustentável indica o anseio por um paradigma tecnológico que não agrida o ambiente, servindo para explicitar a insatisfação com a agricultura convencional ou “moderna” (Almeida e Navarro, 1997).

Enquanto a agricultura convencional está baseada na tecnologia de produtos sintéticos (inseticidas, herbicidas, fungicidas, nematicidas, bactericidas, adubos solúveis, etc.), a agricultura sustentável trabalha com a tecnologia do processo, ou seja, no conjunto

de procedimentos que envolvem a planta, o solo, condições climáticas e o homem em equilíbrio dinâmico (Penteado, 2000).

Neste contexto emerge a Agroecologia que é tão antiga quanto à origem das agriculturas (Hech, 1991; Gomes e Borba, 2004). As práticas agroecológicas revelam sistemas agrícolas complexos que incorporam o uso de recursos renováveis localmente disponíveis em desenhos que integram comportamentos ecológicos e estruturais do solo e da vegetação, tendo como base os conhecimentos gerados durante muitos ciclos produtivos, transmitidos pelas gerações, levando em conta as características locais (Altieri, 2002).

A agroecologia tem como princípio a valorização do conhecimento local e empírico dos agricultores, a socialização desse conhecimento e sua aplicação ao objetivo comum de uma agricultura sustentável (Gliessman, 2000). Vários estudos têm mostrado que os agricultores que seguem um enfoque agroecológico conseguem resultados satisfatórios em vários aspectos ligados a sustentabilidade (Darolt, 2003).

É um desafio suprir a necessidade de insumos adequados ao formato tecnológico que a sociedade nos impõe, por isso o uso de fertilizantes orgânicos é uma alternativa para reduzir às quantidades de fertilizantes sintéticos utilizados, tornando-se de fundamental importância à busca de referências técnica científicas sobre o tipo de adubação, diluições e quantidade a serem utilizadas.

Outro desafio a ser enfrentado será o de evitar que os agricultores façam apenas uma substituição de insumos sintéticos por insumos orgânicos, neste caso o paradigma da independência de insumos externos continua, pois o agricultor compra insumos de fora (Tesseroli Neto, 2006). Produzindo biofertilizantes, os agricultores podem utilizar recursos de suas propriedades e se tornarem independentes.

Microbiologia do solo

O solo é o maior reservatório de microrganismos do planeta, pois recebe direta ou indiretamente todos os dejetos dos seres vivos, além de ser o local de transformação da matéria orgânica em substâncias nutritivas. A atividade microbiana no solo depende da disposição de nutrientes, umidade, aeração, temperatura, pH e interações. Existe no solo uma grande diversidade de microrganismos, bactérias aeróbias, anaeróbias e fungos.

Segundo Grisi e Gray (1986) os microrganismos do solo atuam nos processos de decomposição da matéria orgânica, participando diretamente no ciclo biogeoquímico dos nutrientes e, conseqüentemente, mediando a sua disponibilidade no solo. A biomassa microbiana total do solo funciona como importante reservatório de vários nutrientes das plantas.

A diversidade e a quantidade de microrganismos do solo são imensas. A massa microbiana é responsável direta e indiretamente por processos microbiológicos e bioquímicos diversos, que exercem enorme influência na produtividade e sustentabilidade dos ecossistemas terrestres (Siqueira et al., 1994).

O funcionamento da comunidade microbiana do solo é importante para a compreensão dos processos em nível de ecossistema (Chavez et al., 2011). De acordo com Roitman et al. (1991), há uma grande diversidade de fungos encontrados no solo, mas alguns gêneros são mais comuns do que outros.

Estudos sobre bioindicadores mostram que os microrganismos do solo, por características como abundância e atividades bioquímica e metabólica, proporcionam respostas mais rápidas às mudanças no ambiente e, conseqüentemente, apresentam alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo (Six et al., 2006).

Young (1990) pesquisando o efeito de bactérias e fungos micorrízicos arbusculares na solubilização de fósforo e sobre o crescimento de espécies de árvores, comprovou a presença de microrganismos do solo com capacidade de solubilizar fosfatos naturais, propiciando fosfato solúvel além das suas necessidades, que é aproveitado pelas plantas.

Fertilizantes orgânicos

Segundo Costa (1994) fertilizante orgânico é todo produto proveniente de corpos organizados, ou qualquer resíduo de origem vegetal, animal, urbano ou industrial, que apresente elevados teores de componentes orgânicos e/ou compostos de carbono degradáveis.

Os fertilizantes orgânicos aumentam a população de microrganismos úteis ao solo, contribuindo para ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia. Esses produtos não causam poluição ao solo, fitoxidez e nem danos ao meio ambiente, além disso, em sua produção são reaproveitados resíduos que se descartados de maneira incorreta podem causar danos à natureza.

O uso de fertilizantes orgânicos contribui para a diminuição do custo da produção e da contaminação do meio ambiente. A substituição de fertilizantes sintéticos por fertilizantes orgânicos, como os biofertilizantes, para o aumento da fertilidade do solo, assim como para o controle de pragas e doenças das plantas vem crescendo consideravelmente, por isso torna-se tão importante o aperfeiçoamento das técnicas de produção destes fertilizantes e sua aplicação.

A utilização de fertilizantes orgânicos por parte dos agricultores é cada vez mais intenso, há necessidade de se intensificar a busca de novas fontes de resíduos, buscando aproveitar os subprodutos vegetais, animais e agroindustriais, que são descartados, e, quase sempre, passam a ser poluentes, além de ocupar espaço físico, em função do grande volume que se acumula no dia-a-dia da atividade rural e agroindustrial, (Canales et al., 1989).

A possibilidade de fertilizantes orgânicos serem produzidos nas pequenas propriedades, com materiais locais e econômicos, o coloca em lugar de destaque dentre as ferramentas tecnológicas utilizadas no processo de ecologização de sistemas de produção (Gonçalves et al., 2009).

Matéria orgânica

O uso da matéria orgânica é uma alternativa amplamente adotada para o suprimento de nutrientes em áreas de agricultura familiar na região semiárida e no agreste do Nordeste do Brasil (Menezes e Salcedo, 2007).

A matéria orgânica aumenta a atividade microbiana do solo por ser fonte de energia e nutrientes, elimina ou diminui doenças do solo através da ativação de micronutrientes benéficos às plantas, modifica a composição das plantas espontâneas, entre outras, contribuindo para o aumento da produtividade das culturas (Kiehl, 1985; Van Raij, 1991; Costa, 1994; Yuri et al., 2004).

Segundo Bayer e Mielniczuk (1999), durante a decomposição da matéria orgânica pela atividade microbiana, ocorre a liberação para o solo, principalmente, de nitrogênio, fósforo e enxofre, bem como de micronutrientes que são utilizados pelas plantas.

De acordo com Magrini et al. (2011), a decomposição da matéria orgânica para a formação do composto envolve a participação de uma grande variedade de gêneros de fungos. Estes fungos produzem enzimas extracelulares que degradam a celulose presente no resíduo orgânico, convertendo-a em metabólitos assimiláveis e tornando-os disponíveis às plantas.

Apenas parte dos nutrientes da matéria orgânica é liberada em curto prazo. Alguns compostos orgânicos têm a propriedade de ligarem com íons metálicos de ferro, manganês, alumínio, zinco e cobre, complexando-os. Por este processo, em alguns casos, é possível eliminar efeitos tóxicos de manganês ou alumínio, através da fertilização orgânica (Costa, 1994). A formação destes complexos pode melhorar o fornecimento de alguns nutrientes, tornando-os disponíveis à medida que a planta deles necessite (Kiehl, 1985; Costa, 1994).

Biofertilizantes

A utilização de biofertilizante é uma das formas mais antigas de reciclagem de resíduos orgânicos utilizados na propriedade agrícola, tendo seus primeiros registros há mais de 2.000 anos, na China. O emprego dos biofertilizantes no Brasil foi iniciado na década de 1990, para o controle de fitopatógenos e artrópodes fitófagos, suprimento nutricional via aplicação foliar e até como ativador do crescimento de plantas (Santos, 1992).

De acordo com a Instrução Normativa nº MAPA 46/2011 (Brasil, 2011), biofertilizante é um produto que contém componentes ativos ou agentes biológicos, capaz de atuar, direta ou indiretamente, sobre o todo ou parte das plantas cultivadas, melhorando o desempenho do sistema de produção e que seja isento de substâncias proibidas pela regulamentação de orgânicos.

Os biofertilizantes são fertiprotetores provenientes de um processo de decomposição da matéria orgânica (animal ou vegetal), sendo os mais comuns produzidos através de fermentação aeróbica (com presença de oxigênio), em meio líquido. O resultado da fermentação é um resíduo líquido, utilizado como adubo foliar e defensivo natural, normalmente rico em matéria orgânica e microrganismos. (Gonçalves et al., 2009).

Segundo Marrocos et al. (2012), 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 à maior disponibilidade de nutrientes e de microrganismos. Neste sentido, Medeiros e Lopes (2006) citaram que uma das principais características do biofertilizante é a presença de microrganismos, responsáveis pela decomposição da matéria orgânica e liberação de enzimas, vitaminas, toxinas, fenóis, ésteres, ácidos e antibióticos.

Vários biofertilizantes são utilizados regionalmente, preparados com resíduos animais, vegetais e agroindustriais. O emprego de biofertilizantes tem crescido muito, devido ao seu baixo custo, à sua variada composição e especialmente à sua boa concentração de nutrientes (Santos, 1992; Souza e Resende, 2003; Timm et al. 2004).

Os biofertilizantes são utilizados nos sistemas de produção de base ecológica como um elemento de efeitos múltiplos, atuando como fertilizante estimulante da proteossíntese, repelente de insetos e controlador de doenças (Santos, 1992; Meirelles et al., 1997).

Diversas pesquisas comprovam os efeitos positivos dos biofertilizantes líquidos sobre índices produtivos de culturas, fertilidade do solo e nutrição de plantas. Por exemplo, uma vaca produtora de leite, com média de 24 meses e produzindo 15 kg de leite, produz aproximadamente 45 kg de dejetos por dia, e uma vaca de corte produz aproximadamente 28 kg de dejetos por dia, e em média ambas produzem no mínimo 13 L de urina dia. Para manutenção da limpeza diária do estábulo utilizam-se aproximadamente 50 L de água por animal (Fuentes Yague, 1992).

Utilizando o chorume bovino ou o próprio esterco fresco na produção de biofertilizantes, o agricultor estará direcionando de forma correta os resíduos gerados por sua produção animal, contribuindo desta forma, para a preservação do ambiente, o que enfatiza ainda mais o papel socioambiental e econômico do uso de biofertilizantes.

Composição microbiológica

Segundo Medeiros e Lopes (2006) os biofertilizantes possuem compostos bioativos, resultantes da biodigestão de compostos orgânicos de origem animal e vegetal. Em sua composição são encontradas células vivas ou latentes de microrganismos de metabolismo aeróbico, anaeróbico e fermentação (bactérias, leveduras, algas e fungos filamentosos e não filamentosos) e também metabólitos e quelatos organominerais em solutos aquoso.

Os microrganismos são produzidos espontaneamente por meio de fermentação aeróbica e anaeróbica. Como sua composição é extremamente indefinida e variável, torna-se um meio complexo contendo diversas populações de diferentes espécies microbianas. Contudo, de acordo com Seixas et al. (1980) e Medeiros et al. (2003), sabe-se que os microrganismos existentes no meio de cultura dos biofertilizantes líquidos passam quatro fases distintas de crescimento celular:

- 1) Latência - Compreende o período de adaptação dos microrganismos, após o qual as células dão início à fermentação.
- 2) Crescimento exponencial - Nessa fase ocorre elevado processo de divisão celular, com a produção de biomassa e liberação dos metabólitos primários: carboidratos, aminoácidos, lipídeos, nucleotídeos, vitaminas, proteínas e enzimas.
- 3) Fase estacionária - As células param de se dividir e as colônias, após juntarem-se, iniciam um processo de diferenciação celular produzindo metabólitos secundários como forma de defesa (antibióticos, toxinas, fenóis, ácidos orgânicos e outras proteínas de cadeia longa, de alto interesse biotecnológico).
- 4) Morte Celular - Esgotadas todas as reservas de energia, as células começam a morrer numa velocidade exponencial (Seixas et al. 1980; Medeiros et al., 2003).

A potência biológica do biofertilizante é expressa pela grande quantidade de microrganismos ali existentes responsáveis pela liberação de metabólitos entre eles antibióticos e hormônios (Medeiros, 2002).

Em amostras de biofertilizantes, Bettiol et al. (1998) observaram a presença de diversas espécies de fungos filamentosos, leveduras e bactérias entre elas *Bacillus* spp. Castro et al. (1992) isolaram de um biofertilizante várias leveduras e bactérias, destacando *Bacillus subtilis* um conhecido produtor de antibiótico. Enquanto Santos (1992) constatou um número elevado de bactérias e leveduras. Na composição microbiológica, elas são responsáveis pela produção de substâncias fungistáticas e bacteriostáticas, que torna o biofertilizante ativo quando colocado em ambiente aeróbio.

A atividade fúngica é amplamente responsável pela fertilidade do solo, contribuindo para degradação da matéria orgânica, e liberação de diversos compostos para o meio, contribuindo para a formação de compostos eficazes no processo de fertilização natural dos solos (Magrini et al., 2011).

Tradicionalmente, os estudos com biofertilizantes têm se restringido a pesquisas com população microbiana conhecida. *Azotobacter chroococcum*, *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megatherium*, *Bacillus circulans*, *Pseudomonas fluorescens* e *Saccharomyces cerevisiae*, são microrganismos utilizados como inoculantes na produção de biofertilizantes líquidos (Han et al., 1988; Singh et al., 1999; Nguyen et al., 2002; Zayed, 2012).

Para Magrini et al. (2011), a conversão da matéria orgânica bruta ao estado de composto orgânico é um processo microbiológico, no qual uma variada população de microrganismos desencadeia uma série de reações bioquímicas oxidativas. Estas reações geram diferentes ácidos orgânicos, particulares do tipo de fermentação e do tipo de microrganismos associado.

Estudando o biofertilizante Agrobio (nome dado pela EMBRAPA Agrobiologia ao biofertilizante líquido produzido pela Unidade Experimental Fazendinha em Seropédica, Rio de Janeiro), Deleito et al. (2004) concluíram que o biofertilizante apresentou efeito benéfico no desenvolvimento de mudas de pimentão e ação bacteriostática sobre

Xanthomonas campestris pv. *vesicatoria*, devido à competição microbiana no filoplano provocada pela aplicação do biofertilizante.

Segundo Medeiros (2002), não há relatos de microrganismos patogênicos à saúde humana presentes nos biofertilizantes. Entretanto esse autor, ao pesquisar, no Laboratório de Patologia e Controle Bacteriano de Insetos, do Departamento de Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), Piracicaba, para a detecção de *Escherichia coli* utilizando Mac-Conkey, em amostras de biofertilizantes não detectaram a presença deste microrganismo, contudo, foram encontradas, em diversas amostras de biofertilizante, estruturas leveduriformes do fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana* (Medeiros (2002).

Composição química

No que diz respeito à parte analítica de sua composição, o biofertilizante apresenta nutrientes assimiláveis pelo vegetal, tais como: nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio, ferro, cloro, silício, molibdênio, boro, cobre, zinco e manganês (Santos, 1992).

Em sua composição básica os biofertilizantes líquidos apresentam os 13 nutrientes necessários (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Zn, Cu, Fe, Mn, Mo e Cl) para fornecer ao vegetal e favorecer a estimulação da proteossíntese, como consequente aumento de sua resistência as fitomoléstias inclusive causadas por vírus. O seu efeito é imediato desde que sejam observadas as condições de estresse que o vegetal possa estar submetido para se obter melhores resultados (Santos e Akiba, 1996; Medeiros, 2002).

A composição química de biofertilizantes líquidos 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 (Marrocos et al., 2012). Por isso é importante avaliar todas estas variáveis em sua produção.

O biofertilizante é composto de metabólitos primários (açúcares, aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, etc.), metabólitos secundários (antibióticos, hormônios, polissacarídeos, citoquininas, etc.) e quelatos organominerais (D’Andrea, 2004).

Efeitos nutricionais

Em estudo realizado por Santos (1991) em unidades de observação sobre os efeitos nutricionais, fungicida e inseticida do biofertilizante, aplicado via foliar e em diferentes concentrações (20%, 30%, 40%, 50% e 100% puro) em lavouras de citros e maracujá, foi demonstrada a viabilidade do uso do biofertilizante em nível de campo, com o aumento da produção, produtividade, tolerância às doenças fúngicas e o controle das principais pragas de cada lavoura, sem o uso de fertilizantes químicos ou agrotóxicos.

Segundo D’Andrea (2004) o efeito dos biofertilizantes sobre o crescimento e a sanidade de hortaliças nas culturas permanentes de citros e cafezais tem sido comprovado por produtores. Pulverizações do biofertilizante produzido à base do composto orgânico Microgeo® (composto orgânico registrado no Ministério da Agricultura e certificado pelo IBD, preparado à base de diversas fontes orgânicas e inorgânicas e enriquecido com rochas moídas), em concentrações de 0,5% a 1%, manejada em conjunto com a rocha moída MB4 e biomassa sobre o solo, tem resultado na boa sanidade e aumento na produção de pepino, berinjela, tomate, repolho, abobrinha, alface e pimentão.

Estudos com mudas de tomate e pepino pulverizadas com biofertilizante apresentaram maior vigor em relação a testemunha Bettiol et al. (1998). Foram verificados efeitos positivos do biofertilizante na cultura da alface, quando tratadas, semanalmente, com um extrato aquoso de composto de gado bovino e de galinha, McQuilken et al. (1994).

Scheffer-Basso et al. (2008) trabalhando com resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno, promoveu aumento na altura e na produção de massa seca na cultivar Tifton 85.

Zayed (2012) constatou um aumento do crescimento e biomassa da *Moringa oleifera*, e melhoria da resposta de crescimento e absorção de nutrientes das mudas, utilizando diferentes biofertilizantes. Neste sentido, o autor constatou efeitos positivos sobre a composição nutricional em folhas de *Moringa oleifera*, tratadas com biofertilizantes produzidos com diferentes inoculantes microbianos e diferentes tipos de inoculação (solo e folha). Essa constatação remete a importância da necessidade de realização de mais estudos aprofundados para a compreensão da dinâmica nutricional dos biofertilizantes líquidos.

Vargas (1990) relatou a presença de fitormônios (ácido indol-acético e giberelinas) e cofatores (tiamina, riboflavina e piridoxina) na composição de biofertilizantes líquidos. Essas substâncias agem como precursores fitoestimulantes no metabolismo da planta.

Em condições duras de campo no Deserto de Thar, na Índia, Aseri et al. (2008) obteve resposta positiva de biofertilizantes em viveiro de mudas. Os resultados mostraram que a tecnologia do biofertilizante desempenhou um papel vital em ajudar *Punica granatum* L. (romã) estabelecer e prosperar em solos do Deserto de Thar.

Além do efeito nutricional conhecido, os biofertilizantes apresentam efeitos de ação fungistática e bacteriostática sobre fitopatógenos, aumentando a resistência das plantas ao ataque de pragas e doenças (Bettiol, 1998).

Material e métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura, do Departamento de Agropecuária, do CCHSA/UFPB Campus III, no Município de Bananeiras, Estado da Paraíba. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizados, em esquema fatorial 2 x 5, de duas fontes de esterco (bovino e caprino) e de cinco tempos de decomposição (7, 14, 21, 28 e 35 dias), com cinco repetições. A unidade experimental foi formada por recipientes de polietileno com capacidade de 310 L (Figura 1).



Figura 1. Visão geral do experimento com as unidades experimentais. JESUS, 2014. Bananeiras, PB. Brasil.

Foram utilizados 5 kg do composto enriquecedor “Organalex” (Tabela 1), adaptado de (Barbosa e Medeiros, 2007). Os ingredientes foram misturados a 25 kg de esterco bovino fresco, 25 kg de esterco caprino fresco e 70 L de água para cada biofertilizante. Os esterco utilizados nos experimentos foram de animais em lactação oriundos do Laboratório de Bovinocultura, do CCHSA/UFPB, e do Laboratório de Caprinocultura, do CCHSA/UFPB. Os biofertilizantes foram homogeneizados diariamente (processo aeróbico). As temperaturas foram verificadas duas vezes ao dia (8:00 h e 14:00 h). Após cada período de sete dias de decomposição dos biofertilizantes, foram coletados 300 mL de cada unidade experimental para realização das análises.

Tabela 1. Ingredientes do composto enriquecedor “Organalex”, com suas respectivas quantidades.

Ingrediente	Fonte	Quantidade (kg)	Percentual (%)
Capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum)	Carboidratos, enzimas vegetais e fibras	1,500	30
Turfa (terra preta mineralizada)	Matéria orgânica, minerais, microrganismos inoculantes	0,750	15
Húmus	Microrganismos saprofiticos e simbioses	0,500	10
Pó de rocha triturada	Minerais	0,500	10
Cinzas	Minerais	0,500	10
Soja	Proteínas	0,750	15
Gesso agrícola	Sulfato de cálcio e magnésio	0,250	5
Rapadura	Carboidratos	0,250	5
Total	-	5,000	100

Indicadores físicos e químicos

Foram determinados o pH, a condutividade elétrica e a massa seca presentes nos biofertilizantes. O pH foi determinado no Laboratório de Biologia do CCHSA/UFPB utilizando-se o phmetro, modelo MPA-210. A condutividade elétrica foi determinada no Laboratório de Solos, do CCHSA/UFPB, em condutivímetro, modelo MCA 150.

As determinações de massa seca foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal, do CCHSA/UFPB. As amostras de biofertilizantes foram acondicionadas em bandeja tipo marmitex de alumínio, secas em estufa de circulação forçada, à temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$, até atingirem massa constante e para a secagem definitiva em estufa com circulação forçada de ar a $105\text{ }^{\circ}\text{C}$, sendo os resultados expressos em % (Silva e Queiroz, 2002).

Análises microbiológicas de bactérias e fungos

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Biologia, do CCHSA/UFPB, foram quantificadas as populações de bactérias e fungos totais presentes nos biofertilizantes. Para tanto, retirou-se amostras de 100 mL de cada biofertilizante, desta 1 mL foi usado para o procedimento de diluição seriada, sendo esta de 10^{-4} a 10^{-8} , foram usadas duas placas (duplicata) para cada diluição e o plaqueamento foi realizado em meios específicos.

Após a diluição seriada, com auxílio da pipeta graduada esterilizada foi distribuído 1 mL das diluições em cada placa (variando com o tempo de decomposição) de cada grupo de microrganismo, e o meio de cultura foi colocado sobre as diluições a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ *pour plate* (inoculação em profundidade).

Para avaliação de bactérias utilizou-se o meio Ágar Plate Coult (APC), as placas de Petri foram invertidas e colocadas em estufa bacteriológica modelo SL 101 SOLAB e incubou-se a $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$, por 24 a 48 h. Na avaliação dos fungos utilizou-se o meio Ágar Batata Dextrose (BDA), acidificado com ácido tartárico a 10%, as placas de Petri foram invertidas e incubadas a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, em temperatura ambiente, por 48 a 72 h.

A população microbiana total foi determinada através da soma das populações de bactérias e fungos presentes nos biofertilizantes. A contagem do número médio das colônias foi realizada de acordo com o crescimento de cada microrganismo, contando-se o número de colônias em cada placa com auxílio do contador eletrônico de colônias. Para os cálculos foram consideradas apenas as diluições que apresentaram de 30 a 300 colônias (APHA, 2001). Os valores foram expressos em unidades formadoras de colônias por mililitro (UFC mL^{-1}), uma vez que a colônia é resultado, não de uma única bactéria, mas de uma cadeia ou um grumo de bactérias (Tortora et al., 2006). Após a contagem os resultados foram convertidos em logaritmo (Log_{10}).

Resultados e discussão

Para os valores de pH, condutividade elétrica (CE) e massa seca (MS) houve efeito significativo da interação biofertilizante e tempo de decomposição. O desdobramento realizado biofertilizante dentro do tempo de decomposição apresentou ajuste da equação apenas para (CE). O gráfico do pH e MS foi feito com base nas médias obtidas e no desvio padrão da anova ($P < 0,05$).

Análise do pH

Os valores de pH dos compostos apresentaram diferenças significativas ($P < 0,05$) até os 28 dias de decomposição e ao final da avaliação aos 35 dias, não foi observado diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Análise do pH de biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Biofertilizante	Tempo de decomposição (dias)					CV (%)
	7	14	21	28	35	
Esterco bovino	6,35 ^b	6,70 ^b	6,41 ^b	7,12 ^b	7,05 ^a	2,5
Esterco caprino	6,73 ^a	7,46 ^a	7,04 ^a	7,70 ^a	7,28 ^a	

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

Os resultados encontrados neste estudo foram próximos da neutralidade (Figura 2) podendo ser interessante para o desenvolvimento da maioria das bactérias que crescem melhor dentro de variações pequenas de pH, enquanto os fungos podem crescer em variações de pH maiores (Tortora et al., 2006).

Campos et al. (2011), utilizando biofertilizante bovino em fermentação anaeróbia, observaram pH com valor de 6,7. Enquanto 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 nas diferentes pesquisas, deve-se a diversos fatores, entre eles, a composição dos biofertilizantes, tempo de fermentação, temperatura ambiente e o modo de preparo em condição aeróbia ou anaeróbia (Marrocos et al. 2012).

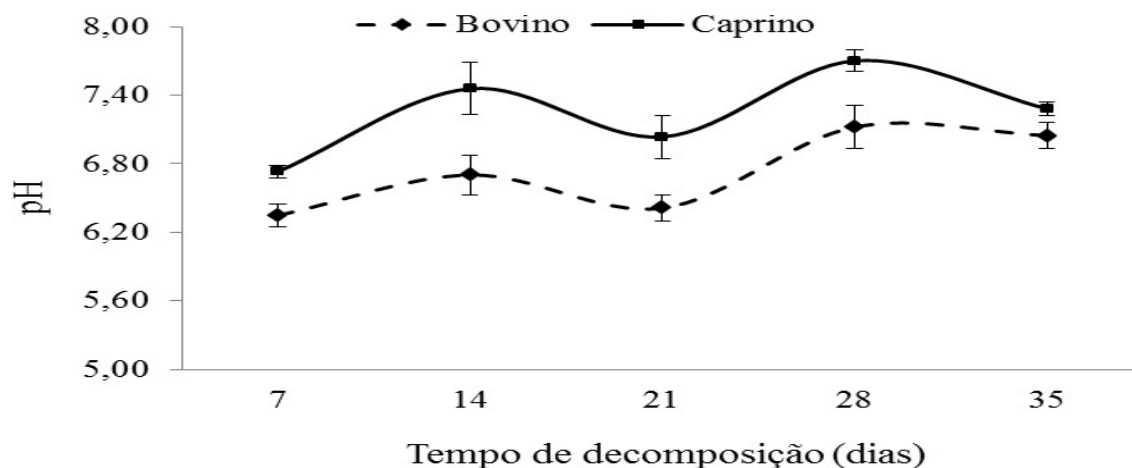


Figura 2. Análise do pH em biofertilizantes de esterco bovino e caprino em função do tempo de decomposição. Bananeiras – PB. Brasil. 2014.

Análise da condutividade elétrica

Verificou-se que a condutividade elétrica do biofertilizante com esterco caprino foi significativamente maior do que o biofertilizante com esterco bovino, em todo o período da decomposição (Tabela 3).

Tabela 3. Análise da condutividade elétrica de biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Biofertilizante	Tempo de decomposição (dias)					CV (%)
	7	14	21	28	35	
Esterco bovino	8,71 ^b	8,54 ^b	8,17 ^b	7,59 ^b	7,11 ^b	7,17
Esterco caprino	14,20 ^a	12,29 ^a	11,85 ^a	12,09 ^a	12,36 ^a	

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

Com relação à condutividade elétrica no biofertilizante com esterco caprino, houve efeito quadrático (Figura 3). Enquanto para o biofertilizante com esterco bovino apresentou efeito linear decrescente (Figura 3) ao longo dos tempos de decomposição.

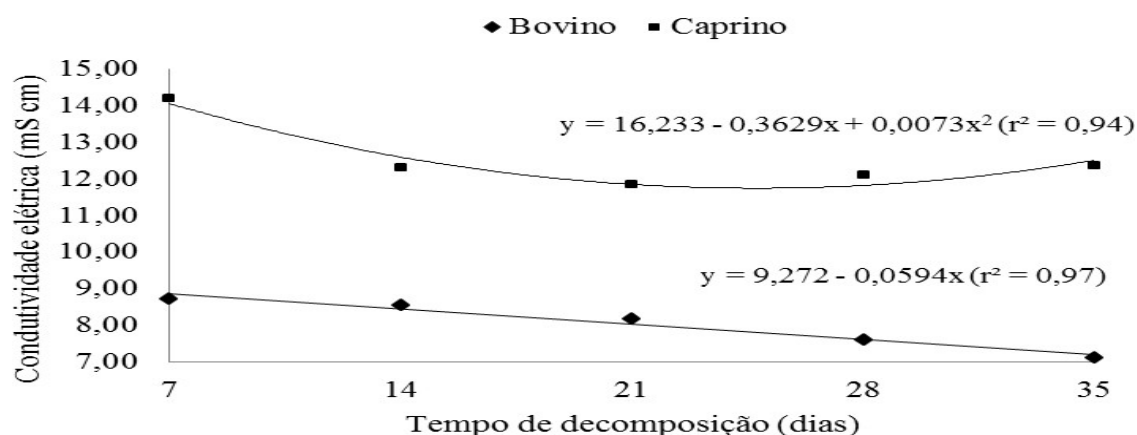


Figura 3. Análise da condutividade elétrica em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em função do tempo de decomposição.

A condutividade elétrica é um importante indicador da riqueza de sais minerais presentes em um composto líquido. Marrocos et al. (2012) verificaram que a condutividade elétrica em biofertilizantes é muito influenciada pela composição química e pelo modo de preparo do mesmo.

Em estudos com biofertilizantes líquidos diluído em água e puro, Campos et al. (2011) analisaram a condutividade elétrica de biofertilizantes, em comparação com a água de irrigação e demonstrou um aumento à medida em que ocorreu o aumento da concentração dos íons salinos Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , CO_3^{2-} , HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-} . Neste trabalho observaram as condutividades elétricas de 0,29, 1,72, 2,95, 4,61 e 5,78 dS.m^{-1} , em biofertilizantes líquidos avaliados nas diluições de 0,0 (somente água de irrigação), 25%, 50%, 75% e 100%, produzido a partir da mistura de esterco fresco bovino e água, fermentado em meio anaeróbico por 30 dias.

Desse modo, considerando que se os elevados teores de sais (sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloro e enxofre) que são grandes condutores elétricos, estão diretamente relacionados com a condutividade elétrica, pode-se propor a hipótese de que quanto maior a CE maior o poder fertilizante e a concentração de sais no sistema. Certamente este seja um dos motivos que não se aconselha aplicar biofertilizantes diretamente sobre o solo ou planta, para não afetar o equilíbrio trofobiótico (proteólise/proteossíntese) e interferir na saúde da planta. Recomenda-se, de um modo geral, utilizar em forma diluída entre 1% e 5% sobre a planta e, no máximo 20% sobre o solo (Medeiros et al., 2004). Portanto a condutividade elétrica constitui um indicador relevante a ser considerado em avaliações de efeito dose x reposta de biofertilizantes sobre plantas e solos.

Análise da massa seca

Na Tabela 4 encontram-se os resultados da massa seca dos biofertilizantes em função do tempo de decomposição. O comportamento do biofertilizante com esterco bovino apresentou tendência crescente até 21 dias de decomposição, após este período, houve uma redução aos 28 dias, ocorrendo novo crescimento a partir dos 35 dias nos níveis de massa seca (%). Comportamento semelhante também foi observado no biofertilizante com esterco caprino (Figura 4).

Tabela 4. Análise da massa seca em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Biofertilizante	Tempo de decomposição (dias)					CV (%)
	7	14	21	28	35	
Esterco bovino	3,87 ^b	6,08 ^b	6,79 ^b	4,31 ^a	5,55 ^a	18,13
Esterco caprino	5,99 ^a	8,75 ^a	9,58 ^a	4,16 ^a	4,49 ^a	

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

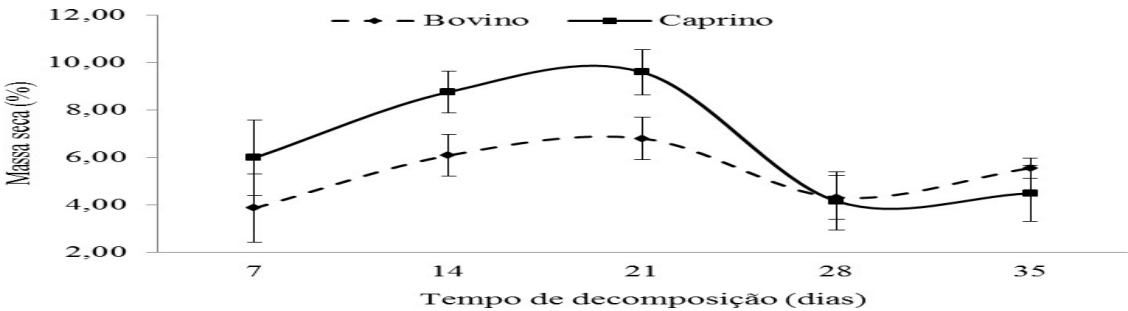


Figura 4. Análise da massa seca (%) em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em função do tempo de decomposição.

Os maiores valores de massa seca do biofertilizante com esterco caprino pode ser explicado pelo fato do esterco ser considerado mais sólido e menos aquoso do que o esterco bovino. Pois, o esterco bovino possui em sua composição maior teor de água e urina (Henriques, 1997).

A massa seca cresce à medida que os microrganismos se multiplicam, e diminuem à medida que sua comunidade de microrganismos entra em degradação (morte celular/proteólise) aumentando os compostos solúveis. Nos períodos em que a massa seca diminui os biofertilizantes liberam para o meio, água e nutrientes e, para atmosfera, dióxido de carbono, hidrogênio e oxigênio (Marrocos, et al. 2012) quando não há esta perda de nutrientes, há um aumento da população de microrganismos no meio, favorecendo assim o aumento da massa seca.

Esta variação deve-se ser atribuída ao comportamento da massa microbiana que sofre modificações ao longo do tempo, certamente em função das variações da população de microrganismos em crescimento e desenvolvimento no meio de cultura, já que ocorrem em sucessão ecológica, um processo de regeneração natural dos microrganismos, que passam por distintos estádios sucessionais.

Análises microbiológicas

Para as análises microbiológicas realizadas houve efeito significativo nas variáveis biofertilizante e tempo de decomposição. No entanto não houve interação entre biofertilizantes dentro do tempo de decomposição.

Bactérias totais

Em relação às bactérias não houve ajuste para equação nos tratamentos biofertilizante com esterco bovino e com esterco caprino, os gráficos foram feitos com base nas médias obtidas e no desvio padrão da anova ($P < 0,05$).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) apenas nas médias observadas aos 21 dias de decomposição (Tabela 5), em que os biofertilizantes com esterco bovino e com esterco caprino apresentaram os valores 7,79 e 8,23, respectivamente.

Tabela 5. Análise de bactérias (Log UFC/mL⁻¹) em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Biofertilizante	Tempo de decomposição (dias)					CV (%)
	7	14	21	28	35	
Esterco bovino	7,87 ^a	7,70 ^a	7,79 ^b	7,67 ^a	8,06 ^a	2,54
Esterco caprino	8,00 ^a	7,65 ^a	8,23 ^a	7,93 ^a	8,24 ^a	

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

Na avaliação com 21 dias, verificou-se maior população de bactérias presente no biofertilizante com esterco caprino, deve-se provavelmente a maior concentração de massa seca (Tabela 6) se comparado ao biofertilizante com esterco bovino. Esta diferença também pode está relacionada à relação C/N (Carbono e Nitrogênio). Neste sentido Tiago et al. (2008) trabalhando com amostras de vermicompostos, observaram que uma menor relação C/N está relacionada a uma maior quantidade de bactérias. Segundo Santos et. al (2001) o esterco bovino possui uma relação C/N de 14/1 e o esterco caprino de 10/1. Esta informação converge com as densidades de bactérias obtidas nesta pesquisa. 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. De acordo com 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.

O tratamento com esterco caprino (Figura 5) obteve maiores valores médios entre os períodos de avaliação 21 e 35 dias. Portanto, os agricultores podem utilizar o biofertilizante com esterco caprino em menor tempo de decomposição (21 dias) comparado ao biofertilizante com esterco bovino que apresentou maior quantidade de bactérias aos 35 dias.

O esterco caprino possui estrutura mais porosa, o que permite a areação, por isto fermenta mais rápido, podendo ser utilizado após um menor período de compostagem (Henriques, 1997). Segundo Vitti et al. (1995) em esterco a liberação de nutriente é influenciada pela composição do material, que varia com a espécie animal e, principalmente, com o regime alimentar.

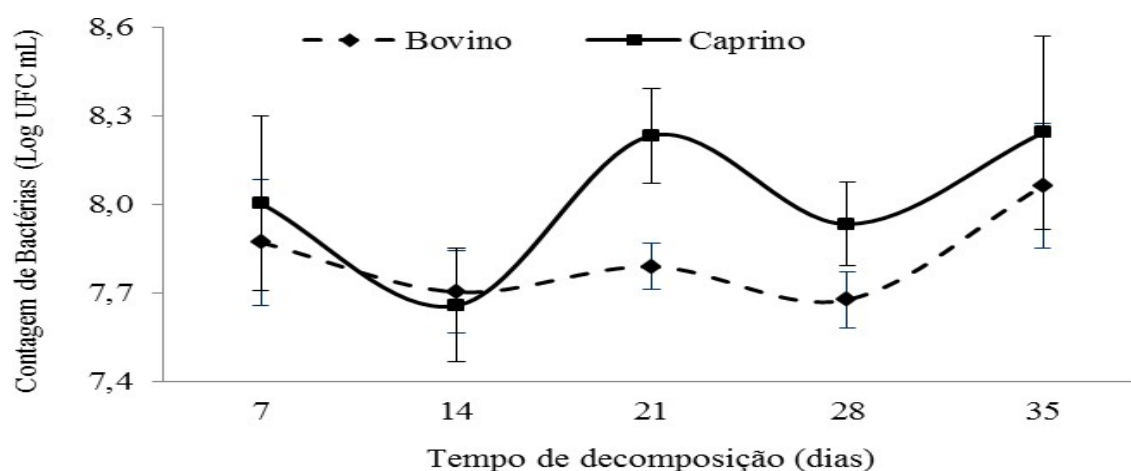


Figura 5. Análise de bactérias em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em função do tempo de decomposição.

Os resultados encontrados neste trabalho variaram em função do tempo de decomposição, essa dinâmica corresponde ao comportamento padrão em que as populações de bactérias flutuam de acordo com as fases de crescimento no meio de cultura.

Segundo D'Andrea e Medeiros (2002) a degradação bacteriana da matéria orgânica é feita em três fases: fase de hidrólise; fase ácida; e fase metanogênica. Na fase de hidrólise as bactérias liberam no meio, enzimas extracelulares capazes de converter macro moléculas insolúveis em micro moléculas solúveis (momento em que ocorre maior multiplicação de células) na fase ácida as bactérias produtoras de ácido convertem proteínas e carboidratos em ácidos orgânicos, restando à fase metanogênica em que ocorre a atuação das bactérias sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono transformando-os em gás metano.

Fungos totais

Na análise de fungos não houve ajuste para equação nos tratamentos biofertilizante com esterco bovino e biofertilizante com esterco caprino, os gráficos foram feitos com base nas médias obtidas e no desvio padrão da anova ($P < 0,05$).

Houve diferença significativa ($P < 0,05$) nas médias observadas (Tabela 6), em que o biofertilizante com esterco caprino apresentou valores maiores de 8,35 (14 dias) e 8,18 (21 dias) comparados aos valores do biofertilizante com esterco bovino 7,81 (14 dias) e 7,59 (21 dias).

Tabela 6. Análise de fungos (Log UFC.mL⁻¹) em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em diferentes tempos de decomposição.

Biofertilizante	Tempo de decomposição (dias)					CV (%)
	7	14	21	28	35	
Esterco bovino	8,10 ^a	7,81 ^b	7,59 ^b	7,98 ^a	7,99 ^a	2,95
Esterco caprino	8,46 ^a	8,35 ^a	8,18 ^a	8,27 ^a	8,04 ^a	

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

A comunidade microbiana encontrada nos biofertilizantes é variável e depende do processo (aeróbio ou anaeróbio) e do substrato utilizado na sua produção (Bernardo e Bettiol, 2010). As populações de fungos são desfavorecidas em relação às populações de bactérias, devido, à sua menor competitividade (Black, 2002). Analisando amostras de vermicompostos, Tiago et al. (2008) verificaram uma predominância da população bacteriana em relação a de fungos, exceto no vermicompostos de equino.

Na Figura 6 estão apresentados os comportamentos dos fungos nos biofertilizantes com esterco bovino e caprino. Observou-se que a maior densidade de fungos do biofertilizante com esterco bovino foi entre e 28 e 35 dias, constatando que o processo de maturação deste composto precisou de maior tempo quando comparado ao biofertilizante com esterco caprino.

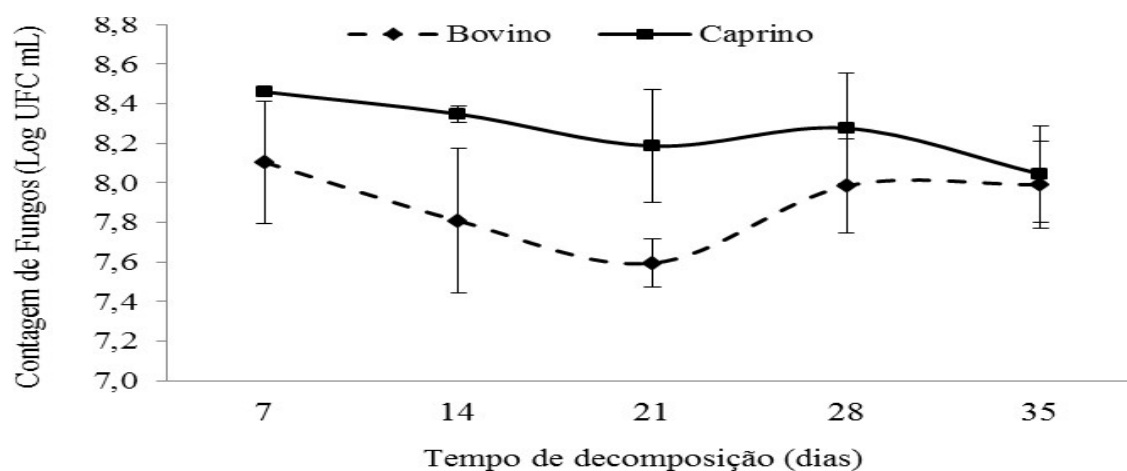


Figura 6. Análise de fungos em biofertilizantes com esterco bovino e caprino em função do tempo de decomposição.

Araújo et al. (2012) pesquisando a decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação, concluiu que os esterco bovino e caprino apresentam capacidade diferenciada de decomposição e liberação de nutrientes, sendo o esterco caprino mais resistente à decomposição. Isto pode explicar a maior decomposição do biofertilizante com esterco bovino, apresentando valores de densidade de bactérias e fungos inferiores aos valores do biofertilizante com esterco caprino. Essa diferença no tempo de decomposição dos esterco assegura um fluxo contínuo de nutrientes no solo (Souto et al., 2005).

Conclusões

Os tempos de decomposição dos biofertilizantes influenciam no pH, condutividade elétrica, massa seca e na população de microrganismos.

O biofertilizante com esterco caprino apresentou maiores valores de bactérias e fungos quando comparado ao biofertilizante com esterco bovino.

Quanto ao período de decomposição, o biofertilizante com esterco caprino mostra-se mais indicado para utilização aos 21 dias, enquanto que no biofertilizante com esterco bovino o processo de decomposição ocorre de forma mais satisfatória aos 35 dias.

Conflitos de interesses

Os autores declaram que não há interesses financeiros concorrentes ou relações pessoais conhecidas que possam ter influenciado as inferências relatadas neste artigo.

Referências

- Almeida, J.; Navarro, Z. **Reconstruindo a agricultura**: ideias e ideais na perspectiva de desenvolvimento rural sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1997.
- Altieri, M. Princípios da agroecologia aplicáveis a uma agricultura familiar sustentável. In: Melgarejo, L. (Org). **Sobre agroecologia**: anotações e síntese interpretadas. I Seminário Internacional sobre Agroecologia II Seminário Estadual Sobre Agroecologia e II Encontro Nacional sobre pesquisa em Agroecologia, 2002. p. 7-17. (Série Programa de Formação Técnica Social da EMATER-ASCAR).
- APHA - American Public Health Association. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 4. ed. Washington: APHA, 2001.
- Araújo, C. A. S.; Silva, D. J.; Freitas, M. S. C. Decomposição e liberação de nutrientes de esterco em função da profundidade e do tempo de incorporação. **Revista Semiárido de Visu**, v. 2, n. 1, p. 150-161, 2012. <https://doi.org/10.31416/rsdv.v2i1.188>
- Aseri, G. K.; Jain, N.; Panwar, J.; Rao, A. V.; Meghwal, P. R. Biofertilizers improve plant growth, fruit yield, nutrition, metabolism and rhizosphere enzyme activities of pomegranate (*Punica granatum* L.) in Indian Thar Desert. **Scientia Horticulturae**, v. 117, p. 130-135, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.03.014>
- Barbosa, A. S.; Medeiros, M. B. **“Organalex”**: composto enriquecedor para biofertilizantes. Bananeiras: Universidade Federal da Paraíba, 2007. (Relatório de projeto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica - PIBIC).
- Bayer, C.; Mielniczuk, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: Santos, G. A.; Camargo, F. A. O. (Eds.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 9-39.
- 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**, v. 35, n. 1, p. 37-42, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1982-56762010000100006>
- Bettiol, W.; Tratch, R.; Galvão, J. A. H. **Controle de doenças plantas com biofertilizantes**. Jaguariúna: EMBRAPA CNPMA, 1998. (EMBRAPA CNPMA. Circular Técnica, 2).
- Black, J. G. **Microbiologia**: fundamentos e perspectivas. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

- Brasil. **Instrução Normativa MAPA nº 46, 6 de outubro de 2011**. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/organicos/legislacao/portugues/instrucao-normativa-no-46-de-06-de-outubro-de-2011-producao-vegetal-e-animal-regulada-pela-in-17-2014.pdf>>. Acesso em: 17 fev. 2024.
- Campos, V. B.; Cavalcante, L. F.; Campos, S. S. P.; Gheyi, H. R.; Chaves, L. H. G.; Mesquita, F. O. Liquid bovine manure in luvisol sodic: I. Biometric and productive response of yellow passion fruit plants. **Idesia**, v. 29, n. 2, p. 59-67, 2011. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292011000200008>
- Canales, J. L.; Bull, L. T.; Nakagawa, J. Estudo de resíduo orgânico da produção de antibiótico (Tetraciclina) como biofertilizante: teste em alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista de Agricultura**, v. 64, n. 3, p. 219-228, 1989.
- Castro, C. M.; Santo, A. C. V.; Akiba, F. *Bacillus subtilis* isolado do biofertilizante “Vairo” com ação fungistática e bacteriostática em alguns fitopatógenos. Anais do III Simposio de Controle Biológico, Águas de Lindóia, Jaguariúna, EMBRAPA CNPDA, p. 291, 1992.
- Chavez, L. F.; Escobar, L. F.; Anghinoni, I.; Carvalho, P. C. F.; Meurer, E. J. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1254-1261, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000020>
- Costa, M. B. B. **Nova síntese e novo caminho para a Agricultura “Adubação orgânica”**. São Paulo: Ícone, 1994.
- D’Andrea, P. A. Processo cíclico de nutrição e proteção vegetal: rochas moídas, biofertilizantes e fertiprotetores. In: D’Andrea, P. A. (Org.). **Curso de capacitação em agricultura orgânica**. Campinas: IAC/APTA, SAA/CATI, 2004. p. 94-101.
- Dantas, T. A. G.; Oliveira, A. P.; Cavalcante, L. F.; Dantas, D. F. S.; Bandeira, N. V. S.; Dantas, S. A. G. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1061-1065, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013001000006>
- Darolt, M. R. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e convencional. 2003. Disponível em: <<https://ciorganicos.com.br/wp-content/uploads/2013/09/QUALIDADE-ORGANICO-CONVENCIONAL.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2023.
- Davies, A. Tissue turnover in the sward. In: Davies, A.; Baker, R. D.; Grant, S. A.; Laidlaw, A. S. (Eds.). **Sward measurement handbook**. London: British Grassland Society, 1993. p. 183-216.
- Deleito, C. S. R.; Carmo, M. G. F.; Fernandes, M. C. A.; Abboud, A. C. S. Biofertilizante agrobio: uma alternativa no controle da mancha bacteriana em mudas de pimentão (*Capsicum annuum* L.). **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1035-1038, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782004000400010>
- Delgado, A.; Madrid, A.; Kassem, S.; Andreu, L.; Campillo, M. C. Phosphorus fertilizer recovery from calcareous soils amended with humic and fulvic acids. **Plant and Soil**, v. 245, n. 3, p. 277-286, 2002. <https://doi.org/10.1023/A:1020445710584>
- Dias, P. F.; Souto, S. M.; Leal, M. A. A. Schimidt, L. T. Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade de alface (*Mendicago sativa* L.) no Município de Seropédica-RJ. **Revista Agronomia**, v. 37, n. 1, p. 16-22, 2003.

- Fernandes, A. L. T.; Testezlaf, R. Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662002000100009>
- Fuentes Yague, J. L. **Construcciones para la agricultura y la ganaderia**. 6. ed. Madrid: Mundi-Prensa, 1992.
- 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.
- Gliessman, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: Editora Universidade/UFRGS, 2000.
- Gomes, J. C. C.; Borba, M. F. S. A moderna crise dos alimentos: oportunidade para Agricultura Familiar? **Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável**, v. 1, n. 3, p. 52-68, 2004.
- Gonçalves, M. D. M.; Schiedeck, G.; Schwengber, J. E. **Produção e uso de biofertilizantes em sistemas de produção de base ecológica**. Pelotas: EMBRAPA, 2009. (Circular Técnica, 78).
- Grisi, B. M.; Gray, T. R. G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glicose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 10, p. 109-115, 1986.
- Han, S. O.; New, P. B. Variation in nitrogen fixing ability among natural isolates of *Azospirillum*. **Microbial Ecology**, v. 36, p. 193-201, 1988. <https://doi.org/10.1007/s002489900106>
- Hech, S. B. La evolución del pensamiento agroecológico. **Agroecologia y Desarrollo**, n. 1, p. 2-15, 1991.
- Henriques, R. C. **Análise da fixação de nitrogênio por bactérias do gênero *Rhizobium* em diferentes concentrações de fósforo e matéria orgânica na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*) em Regossolo**. Areia: Universidade Federal da Paraíba, 1997. (Monografia de graduação em Agronomia).
- Hoffmann, I.; Gerling, D.; Kyiogwom, U. B.; Mané-Bielfeldt, A. Farmers' management strategies to maintain soil fertility in a remote area in Northwest Nigeria. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 86, n. 3, p. 263-275, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(00\)00288-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(00)00288-7)
- Kiehl, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985.
- Magrini, F. E.; Sartori, V.; Finkler, R.; Torves, J.; Venturin, L. Características químicas e avaliação microbiológica de diferentes fases de maturação do biofertilizante Bokashi. **Agrarian**, 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 fito-bacteriologia**. 1. ed. Recife: Imprensa Universitária/UFRPE, 2000, p. 67-108.
- Marrocos, S. T. P.; Novo Júnior, J.; Grangeiro, L. C.; Anbrósio, M. M. Q.; Cunha, A. P. A. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.

- Martin, J. P. Use of acid, rose bengal, and estrep-tomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science**, v. 69, n. 3, p. 215-232, 1950.
- Mary, B.; Recous, S.; Darwis, D.; Robin, D. Interactions between decomposition of plant residues and nitrogen cycling in soil. **Plant and Soil**, v. 181, n. 2, p. 71-82, 1996. <https://doi.org/10.1007/BF00011294>
- McQuiken, M. P.; Wipps, J. M.; Lynch, J. M. Effects of water extrats of a composted manure-straw mixture on the plant pathogen *Botrytis cinerea*. **Word Journal of Microbiology**, v. 10, p. 20-26, 1994. <https://doi.org/10.1007/bf00357556>
- Medeiros, D. C.; Lima, B. A. B.; Barbosa M. R.; Anjos, R. S. B.; Borges, R. D.; Cavalcante Neto, J. G.; Marques, L. F. Produção de mudas de alface com biofertilizantes e substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 433-436, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300021>
- Medeiros, M. B. **Ação dos biofertilizantes líquidos sobre a bioecologia do ácaro *Brevipalpus phoenicis***. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002. (Tese de doutorado). <https://doi.org/10.11606/T.11.2002.tde-30122002-103839>
- Medeiros, M. B.; Lopes, J. S. Biofertilizantes líquidos e sustentabilidade agrícola. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 24-26, 2006.
- Medeiros, M. B.; Wanderley, P. A.; Wanderley, M. J. A. Biofertilizantes líquidos: processo trofobiótico para a proteção de plantas em cultivo orgânico. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, v. 31, p. 38-44, 2003.
- Meirelles, L.; Bracagioli Neto, A.; Meirelles, A. L.; Gonçalves, A.; Guazzelis, M. J. **Biofertilizantes enriquecidos: caminho sadio para a nutrição de plantas**. Ipê: Centro de Agricultura Ecológica de Ipê, 1997.
- Menezes, R. S. C.; Salcedo, I. H. Mineralização de N após incorporação de adubos orgânicos em um Neossolo Regolítico cultivado com milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 361-367, 2007. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662007000400003>
- Nguyen, T. H.; Kennedy, I. R.; Roughley, R. J. The response of field grown rice to inoculation with a multi-strain biofertilizers in the Hanoi District, Vietnam. In: Kennedy, I. R.; Choudhury, A. T. M. A. (Eds.). **Biofertilisers in action**. Canberra: Rural Industries Research and Development Corporation, 2002. p. 37-44.
- Oliveira, A. P.; Barbosa, A. H. D.; Cavalcante, L. F.; Pereira, W. E.; Oliveira, A. N. P. Produção da batata-doce adubada com esterco bovino e biofertilizante. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1722-1728, 2007.
- Penteado, S. R. **Introdução à agricultura orgânica: normas e técnicas de cultivo**. Campinas: Grafimagem, 2000.
- Roitman, I.; Travassos, L. R.; Azevedo, J. L. **Tratado de microbiologia**. São Paulo: Manole, 1991. v. 2.
- Santos A. C. V.; Castro C. M.; Akiba, F. Fungistatic action of biofertilizer “VAIRO” against some plant pathogens. Proceedings of the IX International Scientific Conference, INFOAN, São Paulo, p. 159, 1992.

- Santos, A. C. V. **Biofertilizante líquido**: o defensivo agrícola da natureza. Niterói: EMATER Rio, 1992. (EMATER Rio. Agropecuária Fluminense, 8).
- Santos, A. C. V. Efeitos nutricionais e fitossanitários do biofertilizante líquido a nível de campo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 4, p. 275-279, 1991.
- Scheffer-Basso, S. M.; Ellwnger, M. F.; Scherer, C. V.; Fontaneli, R. S. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: cultivar Tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 1940-1946, 2008. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001100006>
- Seixas, J.; Folle, S.; Machetti, D. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: EMBRAPA-DID, 1980. (EMBRAPA CPAC, Circular Técnica, 4).
- Silva, A. F.; Pinto, J. M.; França, C. R. R. S.; Fernandes, S. C.; Gomes, T. C. A.; Silva, M. S. L.; Matos, A. N. B. **Preparo e uso de biofertilizantes líquidos**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2007. (EMBRAPA. Comunicado Técnico, 130).
- Silva, D. J.; Queiroz, A. C. **Análises de alimentos**: métodos químicos e biológicos. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- Singh, M. S.; Devi, R. K. T.; Singh, N. I. Evaluation of methods for *Azotobacter* application on the yield of rice. **Indian Journal of Hill Farming**, v. 12, n. 1/2, p. 22-24, 1999.
- Siqueira, J. O.; Moreira F. M. S.; Grisi B. M.; Hungria M.; Araújo, R. S. **Microorganismos e processos biológicos do solo**: perspectiva ambiental. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994.
- Six, J.; Frey, S. D.; Thiet, R. K.; Batten, K. M. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. **Soil Science Society of America Journal**, v. 70, n. 2, p. 555-569, 2006. <https://doi.org/10.2136/sssaj2004.0347>
- Souza, J. L.; Resende, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.
- Tesseroli Neto, E. A. **Biofertilizantes**: caracterização química, qualidade sanitária e eficiências em diferentes concentrações na cultura do alface. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. (Dissertação de mestrado).
- 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 Agronômica**, v. 39, n. 2, p. 187-192, 2008.
- Timm, P. J.; Gomes, J. C. C.; Morselli, T. B. Insumos para agroecologia: pesquisa em vermicompostagem e produção de biofertilizantes líquidos. **Ciência & Ambiente**, n. 29, p. 131-140, 2004.
- Tortora, G. J.; Funke, R. B.; Case, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed. 2006.
- Van Raij, B. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres; São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e Fósforo, 1991.
- Vessey, J. K. Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. **Plant and Soil**, v. 255, p. 571-586, 2003. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Vitti, G. C.; Holanda, J. S.; Luz, P. H. S.; Hernandez, F. B. T.; Boaretto, A. E.; Penteado, S. R. Fertirrigação: condições e manejo. Anais da XXI Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, Petrolina, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 195-271, 1995.
- Young, C. C. Effects of phosphorus-solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi on the growth of tree species in subtropical-tropical soils. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 36, n. 2, p. 225-231, 1990. <https://doi.org/10.1080/00380768.1990.10414987>

Yuri, J. E.; Resende, G. M.; Rodrigues Júnior, J. C.; Mota, J. H.; Souza, R. J. Efeito de composto orgânico sobre a produção e características comerciais de alface americana. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 1, p. 127-130, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362004000100027>



Informação da Licença: Este é um artigo Open Access distribuído sob os termos da Licença Creative Commons Attribution, que permite uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.