

Substratos orgânicos e pulverização com biofertilizante na produção de mudas de mamoeiro

Organic substrates and foliar spray of biofertilizer on production of papaya seedlings

Sustratos orgânicos y aplicación foliar de biofertilizante en la producción de plántulas de papaya

Recebido: 07/10/2020 | Revisado: 10/10/2020 | Aceito: 10/10/2020 | Publicado: 11/10/2020

Cristiane Muniz Barbosa Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4852-528X>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: cris_muniz_bio@yahoo.com.br

Beatriz da Silva Vanolli

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3176-8621>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: beatrizvanolli@usp.br

Marcelo Vicensi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5061-5711>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: m.vicensi@idr.pr.gov.br

Fabricio William de Ávila

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0301-2720>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: fwavila@unicentro.br

Renato Vasconcelos Botelho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9580-2572>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: rbotelho@unicentro.br

Marcelo Marques Lopes Muller

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5466-2398>

Universidade Estadual do Centro-Oeste, Brasil

E-mail: mmuller@unicentro.br

Resumo

A qualidade das mudas usadas no plantio é fundamental para o sucesso de um pomar de mamoeiro. Este estudo objetivou avaliar o efeito de diferentes substratos com compostos de adubos verdes e da adubação foliar com biofertilizante sobre o desenvolvimento e acúmulo de nutrientes em mudas de mamoeiro formosa e mamoeiro papaia. Os substratos usados na produção das mudas foram: solo (S); solo + esterco (S+E); solo + composto de esterco e aveia preta (S+CAP); solo + composto de esterco e azevém (S+CAZ); solo + composto de esterco e nabo forrageiro (S+CNF); e solo + composto de esterco e ervilhaca (S+CEV). Os substratos contendo esterco de curral ou composto de adubos verdes resultaram em melhor desenvolvimento das mudas de mamoeiro. Os substratos contendo S+E, S+CAP e S+CEV melhoraram o desenvolvimento das mudas de mamoeiro papaia, sendo que os acúmulos de N e P foram maiores com o substrato S+E e o acúmulo de Ca foi maior com o substrato S+CEV. Nas mudas de mamoeiro formosa, o substrato S+CEV aumentou os acúmulos de P, Ca e Mg na massa seca. A aplicação foliar do biofertilizante nas mudas de mamoeiro formosa aumentou a extensão radicular, o volume de raízes, e o acúmulo de P, mas, diminuiu os acúmulos de N e Ca, enquanto que a produção de matéria seca não foi afetada. Entretanto, nas mudas de mamoeiro papaia, o biofertilizante aumentou o volume de raízes, mas, reduziu a massa seca de parte aérea e total e os acúmulos de N, P e K.

Palavras-chave: *Carica papaya*; Adubação foliar; Nutrição de planta; Agricultura orgânica.

Abstract

The quality of the seedlings used in planting is fundamental to the success of a papaya orchard. The objective of this work was to evaluate different substrates with green manure composts and foliar fertilization with biofertilizer 'supermagro' on the growth and nutrient accumulation in seedlings of papaya 'Formosa' and papaya 'Golden'. The substrates used were: soil (S), soil + cattle manure (S+M), soil + cattle manure composted with black oats straw (S+AS), soil + cattle manure composted with ryegrass straw (S+RS), soil + cattle manure composted with turnip straw (S+TS), and soil + cattle manure composted with vetch straw (S+VS). Substrates containing cattle manure or green manure composts improving the development of papaya seedlings. The best results for the development of papaya 'Golden' seedlings were found on the substrates containing S+M, S+AS and S+VS. Papaya 'Formosa' seedlings grown on the substrate with S+CEV showed increased P, Ca and Mg accumulation in dry matter. However, papaya 'Golden' seedlings had higher N and P accumulation in dry matter when grown on substrate containing S+E and increased Ca accumulation on substrate

with S+CEV. Foliar application of biofertilizer in papaya 'Formosa' seedlings decreased the N and Ca accumulation but increased the P accumulation and root length and volume, while dry matter production was not affected. Nonetheless, in papaya 'Golden' seedlings the foliar biofertilizer application increased root volume but reduced total and shoot dry matter and N, P, K accumulation.

Keywords: *Carica papaya*; Foliar fertilization; Plant nutrition; Organic agriculture.

Resumen

El éxito del huerto de árboles frutales depende fundamentalmente de la calidad de las plántulas, que están influenciadas por el entorno en el que se producen. Este estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto de la fertilización foliar con biofertilizante y de diferentes sustratos con compuestos de abonos verdes sobre el desarrollo y acumulación de nutrientes en plántulas de papaya formosa y papaya. Los sustratos utilizados en la producción de plántulas fueron: suelo (S); suelo + estiércol (S+E); suelo + compost de estiércol y avena negra (S+CAP); suelo + estiércol y compuesto de raigrás (S+CAZ); tierra + estiércol y compost de nabo (S+CNF); y tierra + estiércol y compost de arveja (S+CEV). Los sustratos que contienen estiércol de corral o abono verde resultaron en un mejor desarrollo de las plántulas de papaya. Los sustratos que contienen S+E, S+CAP y S+CEV mostraron los mejores resultados para el desarrollo de plántulas de papaya. En plántulas de papaya formosa, el sustrato S+CEV resultó en una mayor acumulación de P, Ca y Mg en la masa seca. Sin embargo, en las plántulas de papaya hubo mayor acumulación de N y P con el sustrato S+E y mayor acumulación de Ca con el sustrato S+CEV. La aplicación foliar de biofertilizante en plántulas de papaya formosa aumentó la extensión radicular, el volumen de raíces y la acumulación de P, pero disminuyó las acumulaciones de N y Ca, mientras que la producción de materia seca no se vio afectada. Sin embargo, en plántulas de papaya, el biofertilizante aumentó el volumen de raíces, pero redujo la masa seca de partes aéreas y totales, y las acumulaciones de N, P y K.

Palabras clave: *Carica papaya*; Fertilización foliar; Nutrición vegetal; Agricultura orgánica.

1. Introdução

O mamoeiro (*Carica papaya L.*) é uma frutífera oriunda da América do Sul, sendo que 12,2% da produção mundial de mamão se concentra no Brasil (Agrianual, 2017). Em 2016, o país produziu 1.424.650 toneladas de mamão, destacando-se como segundo maior produtor do fruto de cultivares papaia e formosa (FAO, 2016).

Cultivado em áreas tropicais e subtropicais com clima quente, o mamoeiro se disseminou por quase todo o território nacional (Anjos, Hernandez, da Costa, Caballero, & Moreira, 2015). As regiões Sudeste e Nordeste são as mais expressivas no cultivo da cultura, sendo que juntas produzem 95,5% da produção nacional, tendo como principais produtores os estados da Bahia e do Espírito Santo (IBGE, 2015).

Destaca-se que, dentre as fruteiras tropicais, os pomares de mamão possuem ciclo de vida curto para aproveitamento comercial e apresentam altos índices de perdas (Godoy *et al.*, 2010). Assim, a constante renovação dos pomares junto com o aumento da área cultivada tem gerado grande demanda por mudas de mamoeiro de qualidade, as quais podem ser responsáveis por até 60% do sucesso da implantação e renovação dos pomares.

Um grande problema na produção das mudas de mamoeiro é o custo de substratos e fertilizantes para os viveiristas. Porém, para se obter mudas de qualidade é necessário um substrato que gere bom desenvolvimento das plantas (Faria, Costa, Oliveira, Santo, & Silva, 2013), que apresente uma boa estrutura, aeração, capacidade de retenção de água, entre outros, de forma que favoreça a germinação das sementes (Da Silva, Smiderle, de Oliveira, & Silva, 2017).

A utilização de substratos ricos em matéria orgânica na produção das mudas traz inúmeras vantagens, como a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do substrato. Loureiro, De Oliveira, Do, & Uchôa (2016) observaram que os substratos enriquecidos com materiais orgânicos resultaram em maior produção de matéria seca de parte aérea e de raiz de mudas de mamoeiro que o substrato Plantmax® (tratamento controle).

Os biofertilizantes são fertilizantes que resultam da biodigestão de resíduos orgânicos que, por conterem células vivas ou latentes de microorganismos, são compostos bioativos. Quando recebem fontes minerais de nutrientes ao longo do processo de fermentação, além dos nutrientes na forma orgânica originalmente presentes, os biofertilizantes também possuem quelatos organo-minerais. Portanto, são ótimas fontes alternativas de nutrientes em relação aos fertilizantes sintéticos, sendo normalmente de baixo custo e podendo ser produzidos pelos agricultores (Weckner, Campos, Nascimento, Mantovanelli, & Nascimento, 2016).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a formação e acúmulo de nutrientes de mudas de mamoeiro formosa e mamoeiro papaia, utilizando substratos elaborados com compostos orgânicos de adubos verdes e de adubação foliar com biofertilizante.

2. Metodologia

Nesse estudo foi realizado uma pesquisa experimental qualitativa e quantitativa (Pereira, Shitsuka, Parreira, & Shitsuka, 2018). O experimento foi conduzido em 2010 na casa de vegetação e no laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas do *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), Guarapuava-PR, coordenadas 25°23' S, 51°29' W e 1.043 m (IBGE, 2018).

Amostras de um Latossolo Bruno de textura argilosa (localizado no *Campus* Cedeteg/Unicentro, Guarapuava-PR) foram coletadas na camada de 0,2-0,4 m, cuja análise química revelou: V: 21%; $\text{pH}_{\text{CaCl}_2}$: 4,8; MO: 29 g dm^{-3} ; P (Mehlich): 0,70 mg dm^{-3} ; Al^{3+} : 0,02 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, Ca^{2+} : 0,92 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$, Mg^{2+} : 0,65 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ e K^+ : 0,10 $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$. O mesmo permaneceu incubado por 50 dias com calcário (CaO: 28%, MgO: 20%, e PRNT: 80%), na dose calculada para atingir $\text{V}\% = 70$.

Dois experimentos foram conduzidos simultaneamente de forma independente, um com mudas de mamoeiro formosa e outro com mudas de mamoeiro papaia. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram compostas de dois tratamentos de biofertilizante (com e sem aplicação foliar de biofertilizante), e as subparcelas foram compostas de seis tratamentos de diferentes substratos: solo (S); solo + esterco (S+E); solo + composto de esterco e aveia preta (S+CAP); solo + composto de esterco e azevém (S+CAZ); solo + composto de esterco e nabo forrageiro (S+CNF); e solo + composto de esterco e ervilhaca (S+CEV).

Como biofertilizante foi usado o “Supermagro”, que foi elaborado com esterco bovino e o kit Supermagro da Natural Rural[®], seguindo as instruções do fabricante.

Com o mesmo esterco usado para o preparado do biofertilizante, foram feitas as pilhas de compostagem, uma pilha contendo apenas esterco e quatro pilhas contendo os resíduos dos quatro adubos verdes misturados ao esterco, em camadas intercaladas de 0,1-0,2 m. A proporção de matéria seca de esterco e de resíduos de adubos verdes (AV) na formação das pilhas foi 1:1 (m/m), sendo a temperatura observada diariamente e controlada com revolvimento e irrigação, até se estabilizar com o final da compostagem.

Sacos de polietileno (1,25 dm^3) foram preenchidos com solo ou misturas deste com esterco ou com compostos de AV, na proporção volumétrica 1:1. Em seguida, cada saco recebeu três sementes comerciais (ISLA[®]) de mamão (formosa ou papaia dependendo do experimento), permanecendo sob irrigação diária e nebulização. O desbaste aconteceu 10 dias após a emergência (DAE). Nesta data houve a primeira adubação foliar (até ponto de

gotejamento) com 1,67% de biofertilizante. As outras duas foram aos 25 e 40 DAE, com 3,33% e 5,00% de biofertilizante.

Aos 50 DAE, determinaram-se: altura de planta (AP), do colo ao ápice; diâmetro do caule (DC) no colo, com paquímetro; massa de matéria fresca total (MFT); massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), de raízes (MSR) e total (MST); porcentagem de matéria seca [%MS = $100 - (MFT - MST / MFT) \times 100$]; relação parte aérea/raízes (PA/R = MSPA/MSR); área foliar (AF), com imagem digital das folhas em plano único, processadas no programa ImageJ® (Andres *et al.*, 2017); e volume radicular (VR), com proveta graduada e extensão radicular (ER).

Após a colheita, tanto a parte aérea quanto as raízes de cada muda foram enxaguadas em solução com detergente neutro (1%) e em água destilada. Após secagem (em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas) e pesagem, este material foi moído (em moinho tipo Wiley) e analisado quanto aos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), cobre (Cu), manganês (Mn) e zinco (Zn), no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do campus Cedeteg/Unicentro, seguindo metodologia descrita em Embrapa (2017). Os substratos e o biofertilizante foram analisados no Laboratório de Solos e Fertilizantes do Departamento de Ciência do Solo da UNESP, Botucatu-SP, conforme Raij *et al.* (2001) e Embrapa (2017).

Os dados foram submetidos à análise de variância. As médias foram submetidas ao teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o *software* ASSISTAT (Silva, 2015).

3. Resultados e Discussão

Os dados da análise química do biofertilizante apresentaram teores N, P e K similares, teores de Ca e Mg maiores e teores de micronutrientes menores do que aqueles encontrados por Rodrigues, Cavalcante, Oliveira, Sousa, & Mesquita (2009).

Quanto às análises dos substratos, os resultados encontram-se na Tabela 1.

Verifica-se na Tabela 1 que, tanto na forma de esterco isolado (S+E) quanto na forma de composto com adubos verdes (S+CAP, S+CAZ, S+CNF, S+CEV), a adição de resíduos orgânicos resultou em aumento nos teores de matéria orgânica (MO), nutrientes e CTC.

Tabela 1. Composição química dos substratos utilizados no experimento.

| Indicador químico | Substratos | | | | | |
|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | S ¹ | S+E | S+CAP | S+CAZ | S+CNF | S+CEV |
| pH (CaCl ₂) | 5,9 | 5,5 | 6,1 | 5,4 | 5,7 | 5,6 |
| MO (g dm ⁻³) | 34,0 | 52,0 | 53,0 | 59,0 | 56,0 | 61,0 |
| P _{resina} (mg dm ⁻³) | 4,0 | 150,0 | 60,0 | 52,0 | 74,0 | 74,0 |
| Al ⁺³ (cmol _c dm ⁻³) | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,0 | 0,1 | 0,2 |
| H+Al (cmol _c dm ⁻³) | 2,5 | 3,0 | 2,3 | 3,4 | 2,9 | 3,6 |
| K ⁺ (cmol _c dm ⁻³) | 0,07 | 1,2 | 0,7 | 1,1 | 0,8 | 1,8 |
| Ca ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 3,2 | 4,9 | 6,4 | 4,2 | 5,0 | 4,2 |
| Mg ⁺² (cmol _c dm ⁻³) | 2,3 | 4,9 | 2,9 | 2,8 | 2,6 | 2,9 |
| SB (cmol _c dm ⁻³) | 5,5 | 11,0 | 10,0 | 8,1 | 8,5 | 8,9 |
| CTC (cmol _c dm ⁻³) | 8,0 | 14,0 | 12,3 | 11,4 | 11,4 | 12,5 |
| V (%) | 69,0 | 78,0 | 81,0 | 71,0 | 75,0 | 71,0 |
| Cu ⁺² (mg dm ⁻³) | 1,1 | 2,0 | 1,4 | 1,5 | 1,5 | 1,7 |
| Mn ⁺² (mg dm ⁻³) | 0,8 | 2,0 | 1,7 | 1,7 | 1,9 | 3,5 |
| Zn ⁺² (mg dm ⁻³) | 0,3 | 11,9 | 7,5 | 5,5 | 7,3 | 8,2 |

¹ S = solo; S+E = solo + esterco bovino curtido; S+CAP = solo + composto de aveia preta, S+CAZ = solo + composto de azevém, S+CNF = solo + composto de nabo forrageiro, S+CEV = solo + composto de ervilhaca. Fonte: Os autores.

A adição de nutrientes junto com os benefícios que a MO fornece ao substrato pode resultar em mudas de melhor qualidade (Smiderle, das Graças Souza, Chagas, de Souza Alves, & de Oliveira Fagundes, 2016).

Os dados de crescimento de parte aérea e raiz obtidos durante a produção das mudas de mamoeiro formosa e papaia estão apresentados na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra que para o diâmetro do colo (DC) das mudas de mamoeiro formosa, não houve diferença significativa entre S+E e os demais substratos com compostos de adubos verdes, sendo que todos superaram o resultado obtido com o tratamento S (apenas solo como substrato). No caso da variável AP, tratamento S também proporcionou resultados significativamente inferiores aos demais substratos, havendo, entretanto, diferenças entre eles. Os substratos S+CAZ, S+CNF e S+CEV resultaram em mudas mais baixas que as de S+E, que se equivaleram em altura àquelas crescidas em S+CAP. Os substratos S+E e S+CAP apresentaram valores de AP semelhantes aos encontrados por Mendonça et al. (2009).

Houve interação significativa entre os diferentes substratos e adubação foliar para área foliar (AF) e extensão radicular (ER) nas mudas de mamoeiro formosa. Sem o biofertilizante, as mudas cultivadas em S+E apresentaram os maiores valores de AF. Dentre os substratos com compostos, S+CEV foi superior a S+CAZ e o resultado obtido com o tratamento S foi inferior a todos os demais. Quando o biofertilizante foi utilizado, S+CAP resultou em maior AF, com significância na comparação a S+CNF, sendo o resultado de S inferior a todos.

Tabela 2. Diâmetro do colo (DC), altura de planta (AP), área foliar (AF), extensão radicular (ER) e volume radicular (VR) de mudas de mamoeiro formosa e papaia aos 50 dias após a emergência, em função de diferentes substratos e adubação foliar com biofertilizante.

| Variáveis | Adub. Foliar | Substratos | | | | | | Média |
|----------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | | S ¹ | S+E | S+CAP | S+CAZ | S+CNF | S+CEV | |
| Mudas de mamoeiro formosa | | | | | | | | |
| DC (mm) | S/Biofert. ² | 1,73 ^{ns} | 8,43 | 7,51 | 7,11 | 6,54 | 7,20 | 6,42 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 1,30 | 7,23 | 7,61 | 7,38 | 6,77 | 7,05 | 6,22 |
| | Média | 1,51 ^{b3} | 7,83 ^a | 7,56 ^a | 7,25 ^a | 6,65 ^a | 7,12 ^a | |
| AP (cm) | S/Biofert. | 5,45 ^{ns} | 22,10 | 19,35 | 17,85 | 14,45 | 15,85 | 16,34 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 4,63 | 19,83 | 19,90 | 17,83 | 17,52 | 15,98 | 15,95 |
| | Média | 5,04 ^d | 20,96 ^a | 19,63 ^{ab} | 17,94 ^{bc} | 17,49 ^{bc} | 15,91 ^c | |
| AF (cm ²) | S/Biofert. | 12,5 ^{dA} | 366,5 ^{aA} | 216,2 ^{bcB} | 195,9 ^{cB} | 227,9 ^{bcA} | 259,8 ^{bA} | 213,1 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 5,9 ^{cA} | 232,6 ^{abB} | 276,4 ^{aA} | 345,6 ^{abA} | 198,2 ^{bA} | 243,5 ^{abA} | 200,4 |
| | Média | 9,2 ^e | 299,5 ^a | 246,3 ^{bc} | 220,8 ^{cd} | 213,0 ^d | 251,7 ^b | |
| ER (cm) | S/Biofert. | 117 ^{dA} | 2.559 ^{aA} | 2.420 ^{aA} | 1.894 ^{bA} | 1.168 ^{cB} | 1.083 ^{cB} | 1.540 ^B |
| | C/Biofert. | 70 ^{dA} | 2.020 ^{bB} | 2.048 ^{bB} | 1.101 ^{cB} | 2.925 ^{aA} | 2.396 ^{bA} | 1.760 ^A |
| | Média | 93 ^c | 2.289 ^a | 2.234 ^a | 1.498 ^b | 2.046 ^a | 1.740 ^b | |
| VR (cm ³) | S/Biofert. | 0,55 ^{ns} | 3,05 | 1,55 | 1,50 | 1,60 | 1,60 | 1,64 ^B |
| | C/Biofert. | 0,55 | 4,03 | 2,00 | 2,00 | 2,55 | 2,33 | 2,24 ^A |
| | Média | 0,55 ^c | 3,54 ^a | 1,77 ^b | 1,75 ^b | 2,08 ^b | 1,96 ^b | |
| Mudas de mamoeiro papaia | | | | | | | | |
| DC (mm) | S/Biofert. ² | 1,58 ^{ns} | 9,26 | 8,55 | 6,49 | 6,83 | 8,02 | 6,83 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 1,53 | 8,66 | 7,63 | 6,89 | 6,80 | 7,67 | 6,53 |
| | Média | 1,56 ^{c3} | 9,09 ^a | 8,09 ^{ab} | 6,69 ^b | 6,81 ^b | 7,85 ^{ab} | |
| AP (cm) | S/Biofert. | 3,65 ^{ns} | 20,03 | 19,40 | 16,48 | 17,13 | 17,63 | 15,72 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 3,45 | 19,40 | 17,83 | 15,73 | 17,18 | 19,08 | 15,44 |
| | Média | 3,55 ^b | 19,72 ^a | 18,32 ^a | 16,10 ^a | 17,15 ^a | 18,35 ^a | |
| AF (cm ²) | S/Biofert. | 33,7 ^{cA} | 354,7 ^{aA} | 305,5 ^{aA} | 217,2 ^{bB} | 215,7 ^{bA} | 248,5 ^{bA} | 224,2 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 37,6 ^{bA} | 233,4 ^{aB} | 258,2 ^{aB} | 266,4 ^{aA} | 247,0 ^{aA} | 271,9 ^{aA} | 213,5 |
| | Média | 35,6 ^c | 294,3 ^a | 281,9 ^a | 241,8 ^b | 231,4 ^b | 260,2 ^{ab} | |
| ER (cm) | S/Biofert. | 51 ^{ns} | 1.269 | 2.055 | 809 | 1.796 | 2.172 | 1.359 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 71 | 1.574 | 2.656 | 1.497 | 2.705 | 1.535 | 1.673 |
| | Média | 61 ^d | 1.421 ^{bc} | 2.356 ^a | 1.153 ^c | 2.251 ^a | 1.853 ^{ab} | |
| VR (cm ³) | S/Biofert. | 0,23 ^{ns} | 6,05 | 6,70 | 3,45 | 9,33 | 7,48 | 5,54 ^B |
| | C/Biofert. | 0,48 | 6,88 | 6,75 | 5,18 | 9,93 | 8,75 | 6,33 ^A |
| | Média | 0,35 ^d | 6,46 ^b | 6,73 ^b | 4,31 ^c | 9,63 ^a | 8,11 ^{ab} | |

^{ns}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade na análise de variância.

¹S = solo; S+E = solo + esterco bovino curtido; S+CAP = solo + composto de aveia preta, S+CAZ = solo + composto de azevém, S+CNF = solo + composto de nabo forrageiro, S+CEV = solo + composto de ervilhaca.

²S/Biofert. = sem adubação foliar de biofertilizante; C/Biofert. = com adubação foliar de biofertilizante.

³Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por variável.

Fonte: Os autores.

Observa-se na Tabela 2 que o biofertilizante aplicado nas mudas de mamoeiro formosa teve efeito negativo para a AF em combinação com S+E e positivo quando os substratos foram S+CAP e S+CAZ. Para a variável ER, os tratamentos S+E e S+CAP superaram S+CAZ e este superou S+CEV e S+CNF sem a adubação foliar. Porém, a aplicação do biofertilizante via foliar teve efeitos negativos sobre a ER das plantas crescidas em S+E, S+CAP e S+CAZ, o qual, nesta situação, foi superado por S+E, S+CAP e S+CEV, que juntamente com S+CNF apresentou efeito positivo do biofertilizante, sendo, então, o melhor resultado entre todos obtido com S+CNF. O tratamento S, com ou sem o biofertilizante, resultou em AF e ER inferiores em relação aos demais tratamentos.

Com relação ao volume radicular (VR) das mudas de mamoeiro formosa, houve efeito isolado de substrato e de adubação foliar com biofertilizante. As mudas apresentaram raízes em maior volume com a pulverização do biofertilizante, em concordância com a maior extensão (ER) observada também com o uso do biofertilizante. Quanto aos substratos, S+E superou os substratos com compostos de adubos verdes, sem diferença significativa entre eles. O tratamento S continuou com resultados significativamente piores entre todos, provando ser importante o uso de substratos enriquecidos com resíduos orgânicos na produção de mudas de mamoeiro formosa de qualidade (Teixeira *et al.*, 2009).

Para as mudas de mamoeiro papaia, independentemente da aplicação ou não de biofertilizante via foliar, o tratamento S apresentou os menores valores para todas as variáveis em relação aos substratos que receberam esterco, isolado ou compostado com os resíduos de adubos verdes, provando a importância dos resíduos orgânicos para a produção das mudas. Estes resultados estão de acordo com aqueles observados por Kaswala, Dubey e Patel (2017), que relataram a capacidade do esterco de curral em fornecer macro e micronutrientes necessários para o desenvolvimento de mudas de mamoeiro, podendo ser dispensáveis as fontes minerais de nutrientes.

Os indicadores de crescimento DC, AP e ER apresentaram efeito somente o fator substrato, sendo os valores de DC maior nas mudas de mamoeiro papaia cultivadas com S+E do que em S+CAZ e S+CNF. Os substratos S+CAP e S+CEV não diferiram significativamente de S+E. Quanto às raízes, os valores de ER foram superiores nas mudas de mamoeiro papaia crescidas em S+CAP e S+CNF, que foram estatisticamente superiores a S+E e S+CAZ. Para a variável VR, que apresentou efeito isolado de substrato e também de adubação foliar com biofertilizante, o tratamento S+CNF apresentou maior valor quando comparado com os tratamentos S+E, S+CAZ e S+CAP. O crescimento das mudas no substrato S+CEV manteve resultado intermediário, não se diferenciando estatisticamente dos

tratamentos com maiores valores, tanto para ER quanto para VR. Na média, o uso do biofertilizante aumentou o crescimento das raízes das mudas de mamoeiro papaia, porém, com efeito significativo apenas para VR.

A Tabela 3 apresenta os dados para produção de massa seca das mudas de mamoeiro formosa e papaia.

Tabela 3. Massa seca de parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST), relação parte aérea/raiz (PA/R) e porcentagem de matéria seca (%MS) em mudas de mamoeiro formosa e papaia aos 50 dias após a emergência, em função de diferentes substratos e adubação foliar com biofertilizante.

| Variáveis | Adub. Foliar | Substratos | | | | | | Média |
|----------------------------------|-------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------------------|
| | | S ¹ | S+E | S+CAP | S+CAZ | S+CNF | S+CEV | |
| Mudas de mamoeiro formosa | | | | | | | | |
| MSPA (g) | S/Biofert. ² | 0,10 cA ³ | 2,32 aA | 1,65 Ba | 1,31 bA | 1,31 bA | 1,48 bA | 1,36 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 0,03 bA | 1,42 aB | 1,63 Aa | 1,37 aA | 1,34 aA | 1,37 aA | 1,19 |
| | Média | 0,07 ^{ns} | 1,87 | 1,64 | 1,34 | 1,32 | 1,42 | |
| MSR (g) | S/Biofert. | 0,03 ^{ns} | 0,72 | 0,55 | 0,48 | 0,41 | 0,51 | 0,45 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 0,01 | 0,49 | 0,52 | 0,40 | 0,52 | 0,55 | 0,42 |
| | Média | 0,02 c | 0,61 a | 0,54 ab | 0,44 b | 0,47 ab | 0,53 ab | |
| MST (g) | S/Biofert. | 0,13 cA | 3,04 aA | 2,20 bA | 1,79 bA | 1,72 bA | 1,99 bA | 1,81 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 0,05 bA | 1,91 aB | 2,15 aA | 1,77 aA | 1,86 aA | 1,92 aA | 1,61 |
| | Média | 0,09 ^{ns} | 2,47 | 2,18 | 1,79 | 1,79 | 1,96 | |
| PA/R | S/Biofert. | 3,42 ^{ns} | 3,21 | 3,00 | 2,75 | 3,17 | 3,16 | 3,12 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 2,75 | 3,12 | 3,17 | 3,45 | 2,63 | 2,57 | 2,95 |
| | Média | 3,08 ^{ns} | 3,16 | 3,08 | 3,10 | 2,90 | 2,86 | |
| MS (%) | S/Biofert. | 8,9 bB | 12,6 aA | 15,0 aA | 12,8 aA | 13,5 aA | 13,4 aA | 12,7 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 14,5 aA | 11,5 aA | 11,5 aB | 13,0 aA | 12,2 aA | 13,4 aA | 12,7 |
| | Média | 11,7 ^{ns} | 12,0 | 13,2 | 12,9 | 12,9 | 13,4 | |
| Mudas de mamoeiro papaia | | | | | | | | |
| MSPA (g) | S/Biofert. ² | 0,02 eA ³ | 2,34 aA | 1,85 bA | 1,23 cdA | 1,03 dA | 1,54 bcA | 1,33 A |
| | C/Biofert. | 0,03 cA | 1,47 abB | 1,38 abB | 1,01 bA | 1,23 abA | 1,52 aA | 1,11 B |
| | Média | 0,02 c | 1,90 a | 1,61 a | 1,12 b | 1,13 b | 1,53 ab | |
| MSR (g) | S/Biofert. | 0,01 ^{ns} | 0,56 | 0,48 | 0,27 | 0,38 | 0,49 | 0,36 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 0,01 | 0,46 | 0,38 | 0,30 | 0,38 | 0,46 | 0,34 |
| | Média | 0,01 d | 0,51 a | 0,43 ab | 0,29 c | 0,38 bc | 0,47 ab | |
| MST (g) | S/Biofert. | 0,03 eA | 2,89 aA | 2,32 abA | 1,50 cdA | 1,41 dA | 2,02 bcA | 1,70 A |
| | C/Biofert. | 0,04 cA | 1,92 aB | 1,76 abB | 1,31 bA | 1,61 abA | 1,98 aA | 1,44 B |
| | Média | 0,03 d | 2,41 a | 2,04 a | 1,41 c | 1,51 bc | 2,00 ab | |
| PA/R | S/Biofert. | 1,75 dA | 4,21 abA | 3,98 abA | 4,54 aA | 2,76 cdA | 3,20 bcA | 3,41 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 2,50 aA | 3,32 aA | 3,64 aA | 3,35 aB | 3,32 aA | 3,28 aA | 3,24 |
| | Média | 2,13 c | 3,77 ab | 3,81 ab | 3,94 a | 3,04 b | 3,24 ab | |
| MS (%) | S/Biofert. | 10,3 ^{ns} | 12,5 | 11,3 | 10,7 | 8,2 | 11,3 | 10,7 A |
| | C/Biofert. | 10,0 | 10,0 | 6,4 | 9,7 | 8,1 | 9,6 | 9,5 B |
| | Média | 10,2 ab | 11,3 a | 10,4 ab | 10,2 ab | 8,1 b | 10,4 ab | |

^{ns}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade na análise de variância.

¹S = solo; S+E = solo + esterco bovino curtido; S+CAP = solo + composto de aveia preta, S+CAZ = solo + composto de azevém, S+CNF = solo + composto de nabo forrageiro, S+CEV = solo + composto de ervilhaca.

²S/Biofert. = sem adubação foliar de biofertilizante; C/Biofert. = com adubação foliar de biofertilizante.

³Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por variável.

Fonte: Os autores.

Observa-se na Tabela 3 que em relação a produção de massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca total (MST) e porcentagem de massa seca (%MS) para as mudas de mamoeiro formosa, houve interação significativa entre os fatores (substrato e adubação foliar). Na média, o uso do biofertilizante resultou em menor MSPA e MST. Para a MSPA das mudas de mamoeiro formosa, sem o uso do biofertilizante, os valores obtidos foram maiores no tratamento S+E, intermediário nos substratos com compostos de adubos verdes (sem diferença entre eles), e inferior no tratamento S. Comportamento semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Araújo *et al.* (2010) em que a produção de massa seca da parte aérea apresentou-se superior em tratamentos que continham substrato + esterco de caprino. Porém, com a adubação de biofertilizante nas folhas, não houve diferença significativa na MSPA para os diferentes substratos à exceção do tratamento S, que apresentou menor valor. Esse mesmo comportamento foi observado para a MST.

Com relação à % MS para as mudas de mamoeiro formosa, embora todos os substratos com resíduos orgânicos tenham superado o tratamento S na ausência do biofertilizante, sem diferenças entre o S+E e os substratos com compostos de adubos verdes, a adubação foliar com o biofertilizante teve efeito bastante positivo sobre o tratamento S, tornando-o equivalente a todos os demais neste caso.

Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre a relação entre parte aérea e raiz (PA/R) das mudas de mamoeiro formosa, e somente efeito de substrato para a produção de massa seca de raiz (MSR). As mudas cultivadas em S+E apresentaram maior MSR em relação a S+CAZ, sem diferenças estatísticas entre S+E, S+CAP, S+CNF e S+CEV, sendo que todos estes substratos apresentaram maior MSR que o tratamento S. No geral, o substrato S+E destacou-se gerando melhor crescimento das mudas de mamoeiro formosa. Os substratos S+CAP e S+CEV, comparados aos demais substratos com compostos de adubos verdes, apresentaram médias estatisticamente equivalentes a S+E num maior número de parâmetros de crescimento e podem ser considerados promissores. De Góes, Mendonça, de Medeiros, da Silva Tosta, & Mendonça (2010) obtiveram efeitos benéficos para AP, DC, ER e MSR em mudas de mamoeiro usando 1/4 de esterco bovino juntamente com 3/4 de solo na composição do substrato.

Para as mudas de mamoeiro papaia, as variáveis MSPA, MST e relação PA/R apresentaram efeito significativo de interação entre os tratamentos. Quanto aos valores de MSPA e MST, sem a aplicação foliar do biofertilizante, os substratos S+E e S+CAP sobressaíram-se e o substrato S+CEV foi novamente intermediário, equivalendo-se estatisticamente a S+CAP, enquanto que S+CAZ e S+CNF superaram somente os resultados

obtidos com o tratamento S. Porém, com adubação foliar do biofertilizante, os tratamentos S+E e S+CAP tiveram o desempenho prejudicado, enquanto S+CEV sofreu pouca alteração, o que resultou em menores diferenças entre todos os substratos. Com a aplicação do biofertilizante, S+CEV superou significativamente S+CAZ em MSPA, enquanto que S+E e S+CEV superaram S+CAZ em MST. Para ambos, MSPA e MST, o tratamento S resultou em valores significativamente inferiores em relação aos demais substratos testados, com ou sem aplicação do biofertilizante, cujo efeito médio foi de prejudicar o acúmulo de massa seca das mudas de mamoeiro papaia, sendo indicativo de fitotoxicidade ou desequilíbrio nutricional.

Quanto à relação PA/R das mudas de mamoeiro papaia, o uso do biofertilizante teve efeito negativo somente para o substrato S+CAZ, não se observando este efeito quando consideradas as médias para adubação foliar. Sem o biofertilizante, S+CAZ apresentou a maior PA/R, com significância na comparação com S+CEV e S+CNF, e o tratamento S apresentou novamente o menor valor, sendo superado estatisticamente por todos os demais tratamentos de substrato, exceto o tratamento S+CNF. Com a aplicação foliar do biofertilizante, no entanto, não houve diferenças significativas entre os tratamentos de substrato para a variável PA/R. Queiroz, Dantas, Almeida e Barroso (2011) afirma que a utilização de substratos ricos em matéria orgânica e nutrientes, inclusive em teores de fósforo, resultam em menores valores da relação PA/R.

Em relação à MSR das mudas de mamoeiro papaia, houve efeito somente de substrato, sendo que o uso dos substratos S+E, S+CAP e S+CEV resultaram em maiores valores. O substrato S+CAZ gerou os menores resultados entre os substratos com resíduos orgânicos, superando somente o tratamento S. Para %MS, houve efeito isolado de substrato e adubação com biofertilizante, havendo efeito negativo do uso do biofertilizante para essa variável nas mudas de mamoeiro papaia. O tratamento S+E resultou significativamente em maior valor de %MS que o tratamento S+CNF.

A Tabela 4 apresenta os dados para o acúmulo de nutrientes na massa seca das mudas de mamoeiro formosa e papaia. Os dados nutricionais referentes às mudas cultivadas no substrato S (solo apenas) não foram obtidos, por não ter tido suficiente material de massa seca para as análises dos teores de nutrientes.

Tabela 4. Acúmulo de macronutrientes N, P, K, Ca e Mg ($\times 10^{-2}$ g planta⁻¹) e de micronutrientes Zn, Cu e Mn ($\times 10^{-2}$ mg planta⁻¹) em mudas de mamoeiro formosa e papaia aos 50 dias após a emergência, em função de diferentes substratos e adubação foliar com biofertilizante.

| Nutrientes | Adub. Foliar | Substratos | | | | | Média |
|--|-------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|---------------------|
| | | S+E ¹ | S+CAP | S+CAZ | S+CNF | S+CEV | |
| Mudas de mamoeiro formosa | | | | | | | |
| N ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. ² | 14,76bA ³ | 28,88aA | 15,87bA | 24,07aA | 10,05bB | 18,73 A |
| | C/Biofert. | 16,71abA | 9,08cB | 16,04abA | 14,08bcB | 22,31aA | 15,64 B |
| | Média | 15,74 ^{ns} | 18,98 | 15,95 | 19,07 | 16,18 | |
| P ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 1,13 ^{ns} | 0,35 | 0,79 | 1,15 | 1,36 | 0,96 B |
| | C/Biofert. | 1,17 | 0,73 | 1,28 | 1,21 | 1,71 | 1,22 A |
| | Média | 1,15b | 0,54c | 1,03b | 1,18b | 1,54a | |
| Ca ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 13,61cA | 30,56aA | 15,75bcA | 20,38bA | 16,55bcA | 19,37 A |
| | C/Biofert. | 16,18aA | 15,93aB | 14,36aA | 17,00aA | 16,48aA | 15,99 B |
| | Média | 14,89b | 23,25a | 15,05b | 18,69b | 16,51b | |
| Mg ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 15,42 ^{ns} | 14,58 | 15,38 | 16,58 | 17,73 | 15,94 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 16,25 | 13,48 | 13,87 | 14,52 | 22,62 | 16,15 |
| | Média | 15,83ab | 14,03b | 14,63b | 15,55ab | 20,17a | |
| Cu ($\times 10^{-2}$ mg planta ⁻¹) | S/Biofert. | 19,45aA | 18,30abA | 11,76bB | 19,89aA | 18,76abA | 17,63 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 12,32bB | 21,85aA | 19,50abA | 16,03abA | 19,26abA | 17,79 |
| | Média | 15,89a | 20,01a | 15,63a | 17,96a | 19,01a | |
| Mudas de mamoeiro papaia | | | | | | | |
| N ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. ² | 22,71aA ³ | 10,18bcA | 11,21bA | 5,54cdA | 1,43dB | 10,21 A |
| | C/Biofert. | 19,02aB | 5,64bcB | 2,78cB | 5,30bcA | 8,44bA | 8,23 B |
| | Média | 20,86a | 7,91b | 6,99b | 5,42b | 4,94b | |
| P ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 0,97aA | 0,18bA | 0,15bA | 0,24bA | 0,18bA | 0,34 A |
| | C/Biofert. | 0,75aB | 0,16bA | 0,19bA | 0,18bA | 0,08bB | 0,27 B |
| | Média | 0,86a | 0,17b | 0,17b | 0,21b | 0,13b | |
| K ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 43,17 ^{ns} | 45,13 | 37,67 | 36,88 | 38,00 | 40,17 A |
| | C/Biofert. | 36,57 | 39,40 | 36,34 | 32,13 | 39,18 | 36,72 B |
| | Média | 39,87 ^{ns} | 42,27 | 37,00 | 34,51 | 38,59 | |
| Ca ($\times 10^{-2}$ g planta ⁻¹) | S/Biofert. | 12,21 ^{ns} | 13,14 | 13,49 | 16,04 | 14,79 | 13,94 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 10,09 | 11,61 | 13,13 | 13,36 | 15,25 | 12,69 |
| | Média | 11,15b | 12,38ab | 13,31ab | 14,70ab | 15,02a | |
| Cu ($\times 10^{-2}$ mg planta ⁻¹) | S/Biofert. | 14,90 ^{ns} | 35,91 | 28,76 | 40,10 | 39,25 | 31,78 ^{ns} |
| | C/Biofert. | 10,33 | 28,29 | 34,93 | 31,18 | 38,75 | 28,70 |
| | Média | 12,61b | 32,10a | 31,84a | 35,64a | 39,00a | |

^{ns}Não significativo ao nível de 5% de probabilidade na análise de variância.

¹S+E = solo + esterco bovino curtido; S+CAP = solo + composto de aveia preta, S+CAZ = solo + composto de azevém, S+CNF = solo + composto de nabo forrageiro, S+CEV = solo + composto de ervilhaca.

²S/Biofert. = sem adubação foliar de biofertilizante; C/Biofert. = com adubação foliar de biofertilizante.

³Letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna comparam as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por variável.

Fonte: Os autores.

Verifica-se na Tabela 4 que, com relação ao acúmulo de K, Zn e Mn nas mudas de mamoeiro formosa (dados não mostrados), não houve diferença significativa entre os tratamentos, possivelmente devido a suficiência destes nutrientes em todos os substratos.

Houve interação entre fatores (diferentes substratos e adubação foliar de biofertilizante) para os acúmulos de N, Ca e Cu nas mudas de mamoeiro formosa. Para o acúmulo de N, quando não houve adubação foliar com biofertilizante, os tratamentos S+CAP e S+CNF proporcionaram os maiores acúmulos, no entanto, como estes substratos sofreram efeito negativo do biofertilizante, na presença de adubação foliar ocorreu uma inversão e estes passaram a apresentar os menores acúmulos, sendo superados pelo tratamento S+CEV. Porém, na média, não houve diferença entre os tratamentos de substratos, enquanto que a aplicação foliar do biofertilizante resultou em menor acúmulo de N nas mudas do mamoeiro formosa.

Ainda nas mudas de mamoeiro formosa, sem a adubação foliar com o biofertilizante, o substrato S+CNF resultou em maior acúmulo de Ca em comparação ao S+CAP, que não diferiu estatisticamente de S+CEV e S+CAZ, mas superou juntamente com S+CNF o resultado observado para o tratamento S+E. Este fato deve-se, possivelmente, aos bons teores de Ca em S+CNF e S+CAP (Tabela 1), combinados com a relação Ca/Mg mais favoráveis nestes substratos (2,2/1 e 1,9/1, respectivamente) em comparação à relação Ca/Mg do substrato S+E (1/1) (Tabela 1). Já a aplicação do adubo foliar de biofertilizante nas mudas de mamoeiro formosa diminuiu significativamente o acúmulo de Ca nas mudas crescidas em S+CAP, bem como na média dos substratos, não havendo mais diferença significativa entre eles, embora, na média, S+CNF ainda tenha se destacado dos demais.

Para o acúmulo de Cu nas mudas de mamoeiro formosa, considerando as médias gerais dos substratos, não houve diferença entre os mesmos, mas sem uso do biofertilizante, os tratamentos S+E e S+CAP se destacaram, superando significativamente S+CAZ. Quando o biofertilizante foi aplicado às folhas, houve diminuição do acúmulo de Cu para os tratamentos S+CAP e S+E, significativa neste caso, a ponto de torná-lo estatisticamente inferior ao tratamento S+CNF.

No caso do acúmulo de P nas mudas de mamoeiro formosa, houve efeito isolado de substrato e de adubação foliar, havendo efeito significativamente positivo do biofertilizante para o acúmulo do nutriente pelas mudas de mamoeiro formosa, embora este tenha sido o macronutriente de menor teor no biofertilizante (Tabela 1). Quanto aos substratos, S+CEV obteve os melhores resultados de acúmulo de P nas mudas, superando S+CNF e S+E, sendo que este último substrato teve o maior teor de P entre todos os substratos (Tabela 1). Isto

indica que a biodisponibilidade do P em S+CEV esteve bem ajustada às necessidades das mudas do mamoeiro formosa ao longo de seu crescimento.

Quanto ao acúmulo de Mg nas mudas de mamoeiro formosa, houve efeito somente de substrato, sendo os melhores resultados obtidos novamente com S+CEV, cuja composição química apresentou a relação Ca/Mg de 1,4/1. Os menores acúmulos de Mg se deram com S+CAZ e S+CNF, sendo que este último resultou no maior acúmulo de Ca em média.

Quanto às mudas de mamoeiro papaia, o acúmulo dos nutrientes Mg, Zn e Mn não apresentaram diferença significativa para os tratamentos estudados. A calagem do solo com o calcário dolomítico forneceu Mg a todos os tratamentos (Tabela 1) e influenciou para que houvesse ausência de efeito de substratos e adubação foliar com o biofertilizante sobre o acúmulo de Mg pelas plantas. Quanto ao Zn e o Mn, que apresentaram variabilidades menores nos conjuntos de dados, a ausência de diferença entre os tratamentos pode indicar que havia suficiente teor de ambos os micronutrientes em todos os tratamentos (Tabela 1).

Houve interação significativa entre os fatores estudados (diferentes substratos e adubação foliar com biofertilizantes) para o acúmulo dos nutrientes N e P nas mudas de mamoeiro papaia, enquanto o acúmulo de K apresentou efeito somente para a aplicação do biofertilizante. Os resultados mostraram ter havido efeito negativo do uso do biofertilizante sobre o acúmulo destes três nutrientes nas mudas, o que está em acordo com o efeito do biofertilizante ter diminuído o acúmulo de massa seca das plantas (MST), conforme Tabela 3. Estudo prévio encontrou que o uso de biofertilizante bovino líquido, aplicado diretamente no solo, eleva a disponibilidade de macro e micronutrientes no solo para a nutrição das plantas (Chiconato, De Simoni, Galbiatti, Franco, & Caramelo, 2013).

O acúmulo de N nas mudas de mamoeiro papaia foi sempre maior com o substrato S+E, com ou sem biofertilizante via foliar, e entre os substratos com resíduos de adubos verdes, S+CAP e S+CAZ apresentaram maiores valores sem o biofertilizante, e S+CEV teve o maior valor com o uso do biofertilizante. A grande diferença entre S+E e os substratos com compostos de adubos verdes, quanto ao acúmulo de N nas mudas, mostra que este foi um importante limitante no desempenho dos substratos alternativos.

O comportamento para o acúmulo de P foi similar ao acúmulo de N nas mudas de mamoeiro papaia, com o substrato S+E proporcionando os maiores acúmulos de P nas plantas, com ou sem biofertilizante, entretanto, neste caso, houve equivalência entre os substratos com compostos de adubos verdes. Com relação ao acúmulo de Ca e Cu, observou-se apenas efeito dos diferentes substratos. Diferentemente do observado para N e P, para o acúmulo de Ca o substrato S+CEV superou significativamente S+E, sem diferenciar-se dos

demais substratos com compostos de adubos verdes. Para o acúmulo de Cu, os substratos com compostos de adubos verdes continuaram equivalentes entre si, e todos superaram significativamente o resultado obtido com o substrato S+E.

4. Considerações Finais

Em comparação com o solo apenas, os substratos contendo solo e esterco e os substratos contendo solo e os diferentes tipos de composto orgânicos de adubos verdes testados nesse trabalho apresentaram elevação da capacidade de troca de cátions e da percentagem de saturação de bases, e maior teor de matéria orgânica e de nutrientes.

As melhorias nas propriedades químicas dos substratos contendo solo + esterco e os substratos contendo solo com os diferentes tipos de composto orgânicos de adubos verdes resultaram em melhor desenvolvimento das mudas de mamoeiro formosa e mamoeiro papaia. Para a produção de mudas de mamoeiro papaia, os substratos contendo solo + esterco de bovino curtido, solo + composto de aveia preta, e solo + composto de ervilhaca apresentaram os melhores resultados para o desenvolvimento das plantas.

As mudas de mamoeiro formosa cultivadas no substrato com solo + composto de ervilhaca tiveram maior acúmulo de P, Ca e Mg na massa seca. As mudas de mamoeiro papaia tiveram maior acúmulo de N e P usando o substrato com solo + esterco bovino curtido, enquanto maior acúmulo de Ca foi obtido no substrato com solo + composto de ervilhaca.

A aplicação foliar do biofertilizante nas mudas de mamoeiro formosa aumentou a extensão radicular, o volume de raízes, e o acúmulo de P, mas, diminuiu os acúmulos de N e Ca, enquanto que a produção de matéria seca não foi afetada. Porém, a pulverização do biofertilizante nas mudas de mamoeiro papaia aumentou o volume de raízes, mas reduziu a produção de matéria seca de parte aérea e total, e os acúmulos de N, P e K.

Recomenda-se futuros estudos abordando essa temática, utilizando diferentes misturas de substratos orgânicos e formas de aplicação de biofertilizantes, visando à produção de mudas de *Carica papaya* de qualidade, associada com menor dependência do uso de fertilizantes minerais como fonte de nutrientes.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da CAPES (Código de Financiamento 001). C. M. B. B. também agradece à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira (2017). São Paulo: Instituto FNP.

Andres, R. J., Coneva, V., Frank, M. H., Tuttle, J. R., Samayoa, L. F., Han, S. W., & Rojas-Pierce, M. (2017). Modifications to a LATE MERISTEM IDENTITY1 gene are responsible for the major leaf shapes of Upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.). *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(1), E57-E66.

Anjos, D. C., Hernandez, F. F. F., da Costa, J. M. C., Caballero, S. S. U., & Moreira, V. O. G. (2015). Soil fertility, growth and fruit quality of papaya Tainung, under fertirrigation with potassium. *Revista Ciência Agronômica*, 46(4), 774-785.

Araújo, W. B. M. D., Alencar, R. D., Mendonça, V., Medeiros, E. V. D., Andrade, R. D. C., & Araújo, R. R. D. (2010). Esterco caprino na composição de substratos para formação de mudas de mamoeiro. *Ciência e agrotecnologia*, 34(1), 68-73.

Chiconato, D. A., De Simoni, F., Galbiatti, J. A., Franco, C. F., & Caramelo, A. D. (2013). Resposta da alface à aplicação de biofertilizante sob dois níveis de irrigação. *Bioscience Journal*, 29(2), 392-399.

Da Silva, A. D. C. D., Smiderle, O. J., de Oliveira, J. M. F., & Silva, T. de J. (2017). Tamanho da semente e substratos na produção de mudas de açaí. *Advances in Forestry Science*, 4(4), 151-156.

De Góes, G. B., Mendonça, V., de Medeiros, P. V. Q., da Silva Tosta, M., & Mendonça, L. F. de M. (2010). Diferentes substratos na produção de mudas de mamoeiro em bandejas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 5(1), 178-184.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2017). *Manual de métodos de análise de solo*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica.

Faria, T. A., Costa, E., Oliveira, L. C. D., Santo, T. L., & Silva, A. P. D. (2013). Volume of polyethylene bags for development of papaya seedlings in protected environments. *Engenharia Agrícola*, 33(1), 11-18.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2016). *Produção mundial de frutas frescas*. Recuperado de www.fao.org.

Godoy, A. E. D., Jacomino, A. P., Cerqueira-Pereira, E. C., Gutierrez, A. D. S. D., Vieira, C. E. M., & Forato, L. A. (2010). Injúrias mecânicas e seus efeitos na qualidade de mamões Golden. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(3), 682-691.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015). *Indicadores conjunturais: agropecuária, produção agrícola*. Recuperado de <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2015/default.shtm>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2018). *RBMC - Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo, Relatório de Informação de Estação, Estação Guarapuava – PRGU*. Recuperado de https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geodesia/rbmc/rbmc_est.shtm.

Kaswala, A. R., Dubey, P. K., & Patel, K. G. (2017). Feasibility of papaya-banana relay cropping under organic farming. *IJCS*, 5(5), 2008-2014.

Loureiro, F. L. C., De Oliveira, J. A., Do, C., & Uchôa, N (2016). Desenvolvimento de mudas de mamoeiro sob diferentes substratos orgânicos. In: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, Foz do Iguaçu.

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. Santa Maria, RS: UFSM, NTE. Em <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/15824>

Queiroz, J. D. O., Dantas, A. C. V. L., Almeida, V. O., & Barroso, J. P. (2011). Emergência de plântulas e crescimento inicial de tamarindeiro em diferentes substratos. *Magistra*, 23(4), 221-227.

Rodrigues, A. C., Cavalcante, L. F., Oliveira, A. P. D., Sousa, J. T. D., & Mesquita, F. O. (2009). Produção e nutrição mineral do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante supermagro e potássio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(2), 117-124.

Silva, F. A. S. ASSISTAT; versão 7.7 beta: Assistência Estatística (2015). DEAG-CTRNUFCG.

Smiderle, O. J., das Graças Souza, A., Chagas, E. A., de Souza Alves, M., & de Oliveira Fagundes, P. R. (2016). Growth and nutritional status and quality of *Khaya senegalensis* seedlings. *Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 59(1), 47-53.

Teixeira, G. A., De Souza, H. A., Mendonça, V., Ramos, J. D., Chalfun, N. N. J., Ferreira, E. A., & de Melo, P. C. (2009). Produção de mudas de mamoeiro ‘formosa’ em substratos com doses de Lithothamnium. *Revista da FZVA*, 16(2), 220-229.

Weckner, F. C., Campos, M. C. C., Nascimento, E. P., Mantovanelli, B. C., & Nascimento, M. F. (2016). Avaliação das mudas de mamoeiro sob o efeito da aplicação de diferentes composições de biofertilizantes. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, 14(1), 700-706.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Cristiane Muniz Barbosa Barros – 18%

Beatriz da Silva Vanolli – 16%

Marcelo Vicensi – 16%

Fabricio William de Ávila – 16%

Renato Vasconcelos Botelho – 16%

Marcelo Marques Lopes Muller – 18%