

## Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo fertirrigado com esterco bovino líquido fermentado<sup>1</sup>

Francisco Ítalo Fernandes de Oliveira<sup>2</sup>, Wiliana Júlia Ferreira de Medeiros<sup>3</sup>, Lourival Ferreira Cavalcante<sup>4</sup>, Ítalo Herbert Lucena Cavalcante<sup>5</sup>, Antônio Gustavo de Luna Souto<sup>6</sup>, Antonio João de Lima Neto<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Submetido em 25-05-2017 e aprovado em 04-12-2017

<sup>2</sup>Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife- PE, CEP: 52171-900; E-mail: italooliveiraufpb@gmail.com

<sup>3</sup>Doutoranda em Ciência do Solo, Universidade Federal do Ceará (UFC), Fortaleza-CE, CEP: 60440554; E-mail: juliamedeirosagro@gmail.com

<sup>4</sup>Prof. Dr. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, CEP: 58397-000; E-mail: lofeca@cca.ufpb.br

<sup>5</sup>Prof. Dr. Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina-PE, CEP: 56300-990; E-mail: italo.cavalcante@univasf.edu.br

<sup>6</sup>Doutorandos em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa-MG, CEP: 36570-900; E-mail: gusluso@hotmail.com; limanetoagro@hotmail.com

**Resumo** - O maracujazeiro amarelo exerce importância econômica e social no setor agrícola brasileiro, impulsionando o agronegócio de frutas tropicais. A agricultura moderna enfrenta um grande desafio, como a melhoria da qualidade dos produtos colhido e diminuição dos custos de produção, busca-se novas práticas de cultivo, como o uso de insumos orgânicos que sejam eficientes e menos poluentes, podendo substituir parcialmente os adubos sintéticos. Neste contexto, objetivou-se avaliar os efeitos dos biofertilizantes bovino no crescimento e produção de maracujazeiro amarelo, no município de Remígio, Paraíba. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e seis plantas por tratamento, usando o esquema fatorial  $2 \times 5$ , referente a dois tipos de biofertilizantes (comum e enriquecido quimicamente), diluídos em água não salina nas doses percentuais de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5; 10%, fornecidos quinzenalmente ao solo, em volume constante de 4 L planta<sup>-1</sup>. As variáveis analisadas foram diâmetro caulinar, período do transplantio à poda da haste principal e dos ramos laterais, número de ramos produtivos, número de frutos por planta, produção por planta e produtividade. Houve interação significativa entre os biofertilizantes e as doses para as variáveis avaliadas, exceto para o período do transplantio a poda da haste principal. Para o diâmetro caulinar, além da interação doses  $\times$  biofertilizantes, houve efeito isolado da idade de avaliação. Pelos resultados, os biofertilizantes promoveram o crescimento vegetativo das plantas, mas, não estimularam o aumento nos componentes de produção do maracujazeiro amarelo. A dose de 10% de biofertilizante comum foi responsável por maior produção e produtividade.

**Palavras-chave:** Insumos orgânicos; *Passiflora edulis*; produtividade.

## Growth and fruit production of yellow passion fruit fertirrigated with liquid fermented cattle manure

**Abstract** - Yellow passion fruit has economic and social importance in the Brazilian agricultural sector as well as for tropical fruit Agribusiness. Modern agriculture faces a big challenge, as the best quality of products harvested and lower production costs, new cultivation practices being sought, such as the use of organic inputs that are efficient and are less polluting, can partially replace synthetic fertilizers. In this context, the objective was to evaluate the effects of bovine biofertilizers on growth and production of yellow passion fruit, in Remígio country, Paraíba State, Brazil. The treatments were distributed in a randomized blocks design with four replications and six plants per treatment, using a factorial design  $2 \times 5$ , referring to two bovine biofertilizers (common and chemically enriched), diluted in water level percentage of 0.0; 2.5; 5.0; 7.5; 10%, applied biweekly to soil in constant volume of 4 L plant<sup>-1</sup>. The analyzed variables were stem diameter, time between transplanting and pruning main branch and lateral branches, number of productive branches, number of fruits per plant, production per plant and productivity. There was significant interaction between the biofertilizers and the doses for the evaluated variables, except for the transplanting period the pruning of the main stem. For the caulinar diameter, in addition to the dose  $\times$  biofertilizer interaction, there was an isolated effect of the age of evaluation. From the results, the biofertilizers promoted the vegetative growth of the plants, but did not stimulate the increase in the yellow passion fruit production components. The dose of 10% of common biofertilizer was responsible for higher production and productivity.

**Key words:** Organic inputs; *Passiflora edulis*; fruit yield.

## 1 Introdução

O maracujazeiro é originário de regiões tropicais, principalmente da América Latina e tem o Brasil como centro de origem de grande número de espécies da família Passifloraceae, sendo o maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) seu principal representante (MELETTI, 2011). O Brasil destaca-se como maior produtor e exportador mundial de frutos de maracujá, devido à grande quantidade de áreas agricultáveis, condições edafoclimáticas favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura e pela possibilidade de consumo como frutas frescas ou processadas (NASCIMENTO et al., 2011; ARAÚJO et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2016; AGUIAR et al., 2017).

O Brasil produziu em 2016, 703.489 t de frutos de maracujá, em uma área de 50.204 ha, tendo os estados da Bahia, Ceará e Minas Gerais como os maiores produtores nacionais, responsáveis por mais de 68% da produção. O estado da Paraíba produziu 7.893 t, e os municípios de Araruna e Nova Floresta são os principais produtores (IBGE, 2016). É uma cultura com expressiva importância econômica para o pequeno produtor, por ser uma fonte de renda bem distribuída ao longo do ano e por sua ampla aceitação no mercado de frutas frescas (ARAÚJO et al., 2013).

A agricultura moderna enfrenta um grande desafio em todo o mundo, como a busca pela melhoria na qualidade dos produtos colhidos, a diminuição dos custos de produção e produzir de forma mais sustentável. Assim, busca-se o uso de novas práticas de cultivo, como o uso de insumos orgânicos que sejam eficientes, de modo semelhante aos adubos sintéticos, que possam substituí-los parcialmente e, que sejam menos poluentes (TOFANELLI et al., 2016).

A adubação orgânica é fundamental na agricultura e seu uso tem sido cada vez mais frequente no cultivo do maracujazeiro amarelo. A aplicação de insumos orgânicos ao solo traz como vantagens, melhorias físicas, pelo aumento do espaço poroso, maior aeração do solo e retenção de água, contribuindo com o maior crescimento das plantas (DIAS et al., 2011; FREIRE et al., 2011; ARANDA et al., 2015; TEJADA et al., 2016); químicas, sobretudo, na fertilidade do solo; e biológicas, pelo aumento da população e diversificação dos microrganismos no solo

(SINGH; SEKHON; SHARMA, 2011; MARROCOS et al., 2012).

Dentre os insumos orgânicos que podem ser adotados como fonte de matéria orgânica, destaca-se o biofertilizante. A utilização desse insumo na agricultura não é recente, pois, com o crescimento da agricultura agroecológica e com adubação organomineral, no início da década de 90, o emprego de insumos alternativos no sistema de produção das culturas, em geral, vem sendo expressivamente incrementado, inclusive no maracujazeiro amarelo (CAVALCANTE et al., 2012; AGUIAR et al., 2017).

O emprego de biofertilizantes líquidos proporciona maior absorção de nutrientes pelas plantas, contribuindo para elevar a produtividade das culturas. De acordo com Tawfik et al. (2011) e Singh; Sekhon; Sharma (2011), o biofertilizante bovino quando interage com o solo, apresenta propriedades capazes de exercer efeito de condicionador, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico, propiciando a redução na diferença de potencial osmótico entre as plantas e o meio.

É importante salientar que várias pesquisas vêm sendo realizadas com o uso de biofertilizantes para melhoria dos atributos físicos e químicos do solo, bem como da produção de diferentes culturas como tomate cereja (MEDEIROS et al., 2011), maxixe (OLIVEIRA et al., 2014), e com maracujá sob condições de estresse salino (DIAS et al., 2011; FREIRE et al., 2011; AGUIAR et al., 2017).

Diante da importância dos insumos orgânicos para produzir de forma mais sustentável, o trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos de dois tipos de biofertilizantes bovinos (comum e enriquecido quimicamente), sobre o crescimento e a produção do maracujazeiro amarelo.

## 2 Material e métodos

O experimento foi desenvolvido no período de março de 2012 a março de 2013, no Sítio Macaquinhos, município de Remígio, Paraíba, Brasil, localizado na microrregião do Curimataú Ocidental. Geograficamente, o município localiza-se a 6° 53' 00" de latitude Sul, 36° 02' 00" a Oeste, e está a 470 m acima do nível do mar.

O clima do município, segundo classificação de Koppen (ALVARES et al., 2013) é do tipo As' (quente e úmido), com temperatura média de 24°C e umidade relativa do ar entre 70 e 80%, com pluviosidade concentrada entre os meses de março a junho. O solo da área experimental foi classificado como Cambissolo

Húmico Distrófico, de textura franco-arenosa (EMBRAPA, 2013). Foram coletadas amostras simples de solo, na profundidade de 0-40 cm, e posteriormente, transformadas em uma amostra composta para caracterização química e física (Tabela 1), empregando as metodologias descritas em Donagema et al. (2011).

**Tabela 1** Caracterização dos atributos químicos e físicos do solo da área experimental antes do plantio na profundidade de 0-40 cm

Atributos Químicos	Valor	Atributos Físicos	Valor
pH em H <sub>2</sub> O <sub>(1:2,5)</sub>	5,84	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	786
MO (g dm <sup>-3</sup> )	11,61	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	125
P (mg dm <sup>-3</sup> )	9,41	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	89
K <sup>+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	50,42	Ada (g kg <sup>-1</sup> )	38
Ca <sup>2+</sup> (mg dm <sup>-3</sup> )	1,82	Ucc (g kg <sup>-1</sup> )	102,1
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,60	Upmp (g kg <sup>-1</sup> )	42,8
Na <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,32	Ds (g cm <sup>-3</sup> )	1,42
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,11	Dp (g cm <sup>-3</sup> )	2,74
H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,94	Pt (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )	0,48
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,55	GF (%)	57
CTC	4,49	ID (%)	43
V (%)	56,70	Ad (%)	5,93

MO = matéria orgânica; SB = soma de bases; CTC = capacidade de troca catiônica; V = Saturação por bases; Ada = argila dispersa em água; Ucc = Umidade ao nível de capacidade de campo; Upmp = Umidade do ponto de murchamento permanente; Ds = Densidade do Solo; Dp = Densidade de Partículas; Pt = Porosidade Total; GF = grau de flocculação; ID = Índice de Dispersão; Ad = água disponível; P, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> = Extrator Mehlich 1; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> = Extrator acetato de cálcio 0,5 M; Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> = Extrator KCl 1 M.

Apesar do caráter eutrófico do solo, com valor de saturação por bases trocáveis de 56,7% em resposta à adubação da área com superfosfato simples, cloreto de potássio e esterco bovino, em anos anteriores ao plantio do maracujazeiro amarelo, os valores de potássio, cálcio e magnésio são considerados baixos (CAVALCANTI, 2008).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, adotando o esquema fatorial 2 × 5, referente a dois tipos de biofertilizantes bovinos comum e enriquecido (B), coados e diluídos em água não salina e não clorada (A), aplicados ao solo através do sistema de irrigação, um dia antes e a cada quinze dias após o transplantio, em volume constate de 4 L de cada mistura por planta, nos níveis percentuais (misturas) de: 0% (0B + 4A); 2,5% (0,1B + 3,9A); 5,0% (0,2B + 3,8A); 7,5% (0,3 + 3,7A) e 10,0% (0,4B + 3,6A), com quatro repetições e seis plantas por parcela, totalizando 240 plantas. Exclusivamente, para a variável diâmetro caulinar foi adotado o esquema fatorial 2 × 5 × 12, sendo este último referente às idades (I) que foram feitas as medições das plantas a cada 30 d durante o período de um ano.

Os biofertilizantes foram obtidos através de fermentação anaeróbica, em um biodigestor de polietileno com capacidade para 240 L, mantido hermeticamente fechado durante trinta dias. Para preparar o biofertilizante comum, adicionou-se 100 L de esterco fresco de bovino (vaca em lactação) e 100 L de água não salina (NASCIMENTO et al., 2011).

Ao biofertilizante enriquecido, além da mistura de esterco e água, nas mesmas proporções adotadas para o biofertilizante comum, adicionaram-se 2 kg de gesso agrícola (26% CaO, 16% S e 0,68% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 2 kg de pó de rocha - MB<sub>4</sub> (17,82% MgO, 5,9% CaO, 0,84% K<sub>2</sub>O, 1,48% Na<sub>2</sub>O), 4 L de leite de vaca e 4 L de melão de cana-de-açúcar, conforme procederam Medeiros et al. (2011). A cada aplicação foi determinada a condutividade elétrica (CE) de cada mistura, para obtenção da CE média das doses aplicadas (Tabela 2).

As covas foram abertas nas dimensões 0,5 × 0,5 × 0,4 m, espaçadas 3 m entre plantas e 2 m entre linhas, correspondendo a uma densidade de plantio de 1.667 plantas ha<sup>-1</sup>. As covas foram preenchidas com solo da camada superficial (10

cm), juntamente com 10 L de esterco bovino, de relação C/N 19:1 e 33,5 g de calcário dolomítico, (28,4% de CaO; 13,5% de MgO e 78% de PRNT), incorporado em todo o volume da cova, para elevar a percentagem de saturação por bases do solo para 80% (SÃO JOSÉ et al., 2000).

**Tabela 2** Condutividade elétrica ( $dS\ m^{-1}$ ) média das doses de biofertilizante aplicados ao solo

Doses (%)	Biofertilizante Comum	Biofertilizante Enriquecido
0,0	0,26	0,26
2,5	0,41	0,54
5,0	0,54	0,86
7,5	0,67	1,10
10,0	0,81	1,31

Quando as mudas estavam com aproximadamente dois meses de idade, procedeu-se a padronização, quanto ao número de folhas, altura e diâmetro caulinar, em seguida efetuou-se o transplantio. O sistema de condução foi espaldeira, com arame liso nº 12, instalado no topo das estacas a 2,2 m de altura.

Aos 20 d após o transplantio (DAT), as plantas emitiram sintomas típicos de deficiência de nitrogênio e foram aplicados 5 g planta<sup>-1</sup> de N, oriundas de ureia (44% de N). Aos 60 e 90 DAT, foram realizadas adubações de cobertura com ureia e cloreto de potássio (58% de K<sub>2</sub>O) na proporção de 1:1 (N:K), tomando por base 10 g de ureia. A partir dos 90 DAT até o final da colheita, as aplicações de N e K foram feitas mensalmente na razão 1:1,5 (N:K), fornecendo-se 15 g de N e 22,5 g de K<sub>2</sub>O planta<sup>-1</sup>, conforme São José et al. (2000). A adubação fosfatada foi feita a cada dois meses, a partir dos 60 DAT, aplicando-se 10 g de Fosmag (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 14,0% de Ca; 3,5% de Mg; 10,0% de S; 0,15% de B; 0,65% de Zn e 0,18% de Cu).

A irrigação das plantas foi feita com a mesma água utilizada para a preparação dos biofertilizantes, isto é, sem riscos de salinização - C<sub>1</sub>S<sub>1</sub> (CE = 0,4  $dS\ m^{-1}$ ) e de sodificação (RAS = 2,12  $mmol\ L^{-1}$ )<sup>1/2</sup>, conforme descrito em Ayers e Westcot (1999), pelo método de aplicação localizada, por gotejamento. Dois emissores autocompensantes de carga, do tipo catife, com vazão de 3,75 L h<sup>-1</sup>, foram instalados em lados opostos, a 30 cm do caule das plantas.

O fornecimento de água foi realizado com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>),

obtida pelo produto da evaporação do tanque classe 'A', instalado no local do experimento, multiplicado pelo fator 0,75, que corresponde ao valor do coeficiente do tanque classe 'A'.

A evapotranspiração potencial da cultura (ET<sub>pc</sub>), adotada para a irrigação das plantas, correspondeu ao produto da ET<sub>o</sub> pelo coeficiente de cultivo (Kc) do maracujazeiro amarelo, nos valores de 0,64; 1,13 e 1,25, referentes ao período do crescimento inicial (até os 58 DAT), a formação da cultura (59 aos 114 DAT) e da floração, frutificação e maturação dos frutos (115 aos 150 DAT), respectivamente (FREIRE et al., 2011).

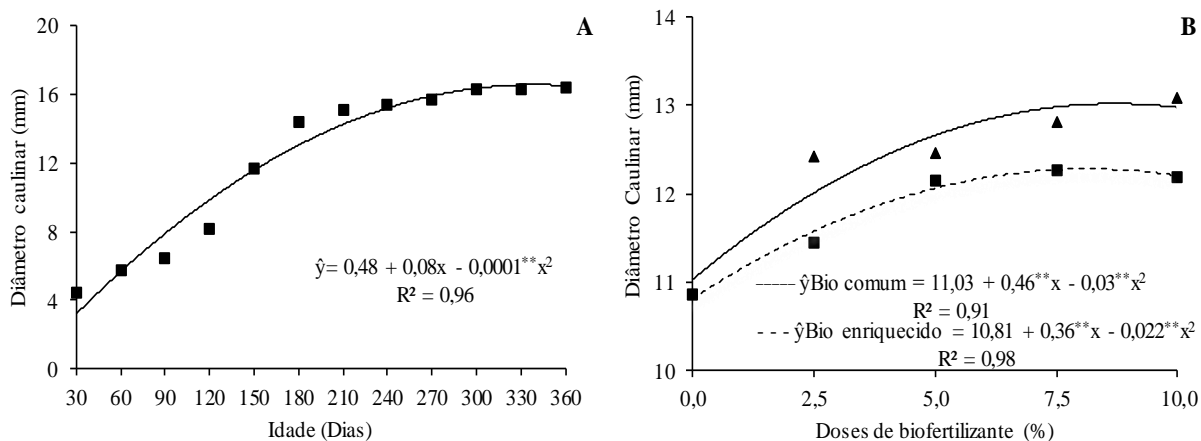
O diâmetro caulinar (DC) foi medido mensalmente até os 360 DAT, a 10 cm acima do colo das plantas, com paquímetro digital. Quando as plantas ultrapassaram aproximadamente 10 cm do arame de sustentação, realizou-se a poda da haste principal (PHP), registrando-se o período em relação ao transplantio. Os ramos secundários ou laterais (PRL) ao atingirem 1,5 m de comprimento foram podados no ápice, registrando-se o período em relação à poda da haste principal. Os ramos produtivos (NRP) foram contados seis meses após o transplantio.

A colheita dos frutos foi realizada semanalmente, durante três meses, no período de outubro de 2012 a dezembro de 2012, quando os frutos apresentavam de 25% a 50% da área superficial da casca amarelada. Depois de colhidos, os frutos foram pesados e contados para o cálculo do número de frutos, obtenção da massa, produção por planta e produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Os efeitos das doses de biofertilizante foram testados por regressão polinomial ao nível de significância de 1% (\*\*\*) e 5% (\*) pelo teste F, e no maior coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software SAS (SAS Institute Inc., 2003).

### 3 Resultados e Discussão

O diâmetro caulinar aumentou significativamente, de forma quadrática, dos 30 aos 360 DAT e respondeu a interação biofertilizante × doses dos insumos (Figura 1). De acordo com a Figura 1A, estima-se que o diâmetro médio das plantas aos 30 DAT era de 2,8 mm e aos 360 DAT de 16,3 mm, refletindo em um ganho médio mensal de 1,2 mm.



**Figura 1** Diâmetro caulinar de plantas de maracujazeiro amarelo, em função da idade (A) e das doses de biofertilizante bovino comum (—) e biofertilizante enriquecido (- - -) (B).

O crescimento do diâmetro caulinar de forma quadrática e com a sua estabilização entre 270 a 300 DAT, denota que as plantas deixaram de investir em crescimento vegetativo e destinaram suas reservas para as partes reprodutivas (flores e frutos), que no maracujazeiro se inicia após os 115 DAT (FREIRE et al., 2011), na qual, maior parte dos nutrientes absorvidos pelas plantas são alocados para produção de flores e frutos e não apenas mais para o crescimento vegetativo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O aumento da dose de biofertilizante comum estimulou o crescimento em diâmetro caulinar do maracujazeiro amarelo, atingindo o valor máximo de 12,8 mm na dose máxima estimada de 7,7%. A adição de biofertilizante enriquecido quimicamente, promoveu o crescimento caulinar do maracujazeiro até a dose máxima estimada de 8,2%, alcançando valor máximo de 12,3 mm (Figura 1B). As plantas fertirrigadas com o biofertilizante comum, independente da dose utilizada, apresentaram o diâmetro caulinar, em média, 4% superior ao obtido nas plantas fertirrigadas com o biofertilizante enriquecido, indicando que o biofertilizante comum foi mais eficiente em estimular o crescimento em diâmetro caulinar das plantas. A presença de substâncias húmicas contidas no biofertilizante promove melhorias no solo e favorecem uma maior absorção de água e nutrientes para as plantas, estimulando o crescimento e a divisão celular, contribuindo para o aumento no diâmetro caulinar (ARANDA et al., 2015).

Os resultados obtidos para a variável diâmetro caulinar, indicam que a adição de gesso

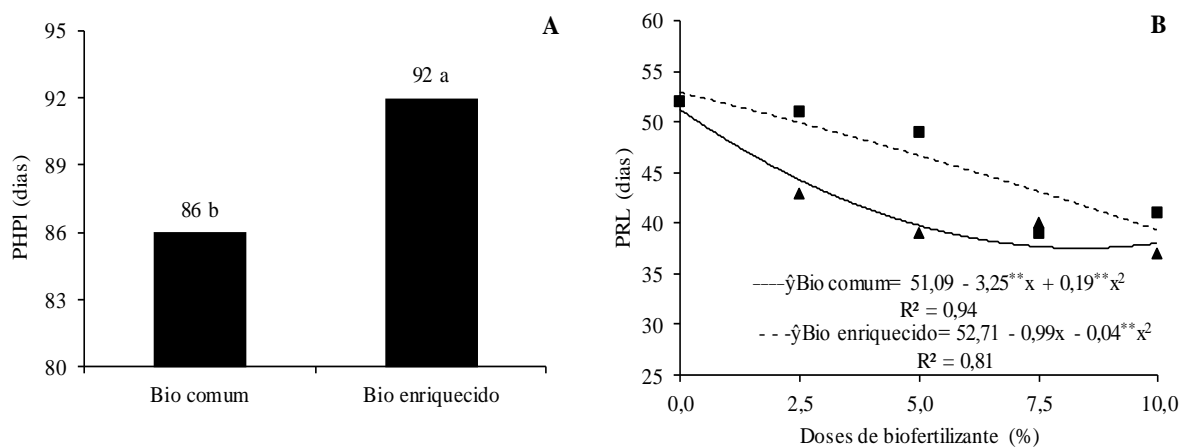
agrícola e MB<sub>4</sub> (pó de rocha) interfere negativamente na atividade microbiológica do biofertilizante enriquecido, em relação ao biofertilizante comum, resultando em baixa disponibilidade de nutrientes durante a decomposição do esterco bovino líquido pelos microrganismos, além de uma maior CE, reduzindo o crescimento do maracujazeiro amarelo no solo tratado com o insumo enriquecido. Cavalcante et al. (2007) afirmam que o biofertilizante enriquecido é menos eficiente que o biofertilizante comum no crescimento vegetativo da cultura do maracujazeiro, possivelmente devido as reações antagônicas que o complexo químico do biofertilizante enriquecido provoca no solo, refletindo-se em perdas de crescimento das plantas.

O biofertilizante comum promoveu crescimento mais rápido da haste principal das plantas, quando comparado ao biofertilizante enriquecido, antecipando a poda da haste principal das plantas em 6 d, para priorizar a emissão de ramos laterais, o que pode ter sido ocasionado por uma maior liberação de nutrientes promovido pelo biofertilizante comum (Figura 2A). Essa precocidade na poda da haste principal pode resultar em uma antecipação na colheita e, muitas vezes, se reflete em maior preço para comercialização dos frutos.

A superioridade observada no crescimento da haste principal evidencia maior disponibilidade de nutrientes às plantas nos tratamentos com o biofertilizante comum (CAVALCANTE et al., 2012), que são mais facilmente absorvíveis pelas plantas (OLIVEIRA et al., 2014). Situação observada também por

Nascimento et al. (2011), ao concluírem que o biofertilizante comum, aplicado ao solo em intervalos de 60 d, supriu adequadamente as plantas de maracujazeiro em macronutrientes,

uma vez que, os biofertilizantes podem acelerar a disponibilidade desses nutrientes às plantas (MARROCOS et al., 2012).



**Figura 2** Período do transplante à poda da haste principal - PHP (A) e do transplante à poda dos ramos laterais - PRL (B) de plantas de maracujazeiro amarelo em solo fertirrigado com biofertilizante bovino comum (—) e biofertilizante enriquecido (---).

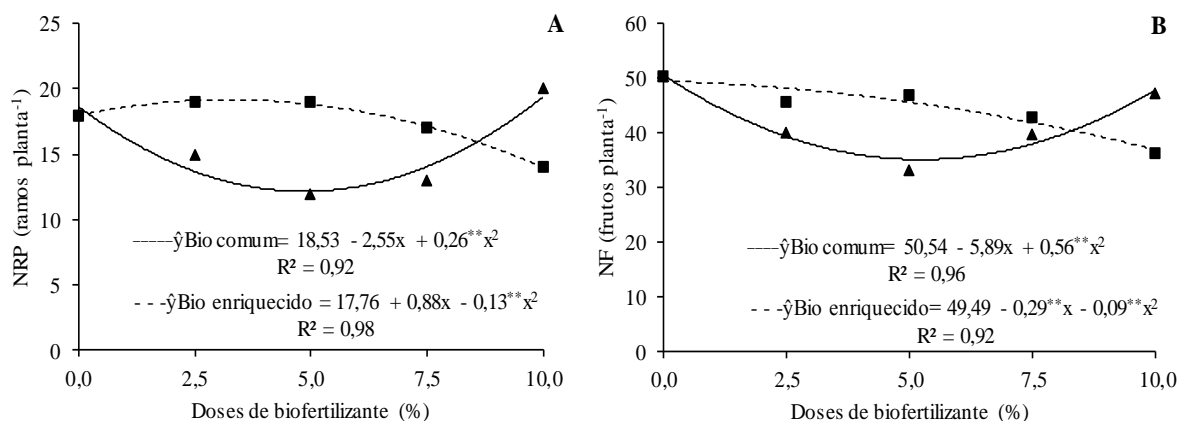
Mudanças nos teores de nutrientes, matéria orgânica e pH do solo afetam os microrganismos, que são fundamentais na ciclagem de nutrientes, atuando na decomposição da matéria orgânica do solo, o que pode ter ocorrido nas plantas que foram fertirrigadas com o biofertilizante enriquecido, como constatado por Cavalcante et al. (2007) e aumentando assim, o período para a poda da haste principal.

O aumento das doses dos biofertilizantes promoveu o crescimento dos ramos laterais, reduzindo o período para a realização da poda, com maior expressividade para o biofertilizante comum, atingindo o ponto de poda dos ramos aos 41 DAT, na dose estimada de 8,6% do biofertilizante comum (Figura 2B). Essa redução no período de realização da poda dos ramos laterais, antecipa a colheita e, muitas vezes, se reflete em maior preço para comercialização dos frutos. A antecipação da poda dos ramos laterais pode ser resposta do aumento de ácidos orgânicos e hormônios vegetais estimulantes do crescimento (auxinas, giberilinas, citocininas) contidos na composição do biofertilizante (TAWFIK et al., 2011; MALUSÁ; VASSILEV, 2014).

O número de ramos produtivos aumentou nos tratamentos com biofertilizante enriquecido,

até a dose máxima estimada de 3,4%, atingindo o valor máximo estimado de 19 ramos produtivos planta<sup>-1</sup>, a partir desse ponto ocorreu decréscimo do NRP, atingindo o valor de 14 ramos na dose de 10% (Figura 3A). Nas plantas do solo tratado com biofertilizante comum, o número de ramos produtivos decresceu até a dose de 4,9%, com o menor valor estimado de 12 ramos produtivos planta<sup>-1</sup>, apresentando aumento a partir dessa concentração do biofertilizante comum aplicado ao solo.

O comportamento no número de ramos produtivos evidencia que, independente do biofertilizante e da dose aplicada, o número de ramos produtivos não expressou aumentos significativos, pelo contrário, nas maiores doses do biofertilizante enriquecido houve decréscimos nessa variável. Para o biofertilizante comum, a dose de 10% promoveu um aumento irrisório em relação ao tratamento controle, o que não justifica a utilização dessa fonte orgânica para esta cultura, quando a finalidade é o aumento da produção. O número de ramos produtivos afeta diretamente o número de frutos, o que é esperado em condições adequadas de nutrição e irrigação, uma vez que, quanto maior o número de ramos produtivos, maior a quantidade de frutos por planta.



**Figura 3** Número de ramos produtivos - NRP (A) e número de frutos por planta - NF (B) de maracujazeiro amarelo em solo fertirrigado com biofertilizante bovino comum (—) e biofertilizante enriquecido (---).

Para fornecer nutrientes para as plantas, a matéria orgânica precisa ser mineralizada e esse processo requer um certo tempo, pois, a velocidade com que ocorre a mineralização, depende principalmente da composição química da matéria orgânica (MARROCOS et al., 2012; TEJADA et al., 2016). Assim, a dinâmica das substâncias húmicas contidas no biofertilizante comum e os produtos adicionados ao biofertilizante enriquecido (gesso agrícola e o MB<sub>4</sub>), podem ter interagido com os compostos presentes no esterco, comprometendo o tempo de mineralização e consequentemente atrasado o fornecimento de nutrientes as plantas tratadas com esses insumos. Fica claro que, nessas variáveis o biofertilizante não exerceu efeitos expressivos que pudessem maximizar a produção.

O número de frutos por planta teve um aumento irrelevante nos tratamentos com biofertilizante enriquecido, até a dose máxima estimada de 1,6%, atingindo o valor de 51 frutos planta<sup>-1</sup>. Porém, na maior dose do insumo houve uma redução para 38 frutos planta<sup>-1</sup> (Figura 3B). Nas plantas tratadas com o biofertilizante comum, o número de frutos decresceu até a dose mínima estimada de 5,3%, com o menor valor de 35 frutos planta<sup>-1</sup>, apresentando aumento a partir dessa concentração do biofertilizante comum aplicado ao solo, porém não foram superiores ao tratamento controle. Comparativamente, os resultados do número de frutos observados são inferiores aos 77 e 70 frutos planta<sup>-1</sup> colhidos por Dias et al. (2011) em maracujazeiro amarelo adubado com biofertilizante sob irrigação com água salina e superiores aos 35, 34 e 26 frutos planta<sup>-1</sup> obtidos por Aguiar et al. (2017) nos genótipos Guinezinho, BRS Gigante Amarelo e

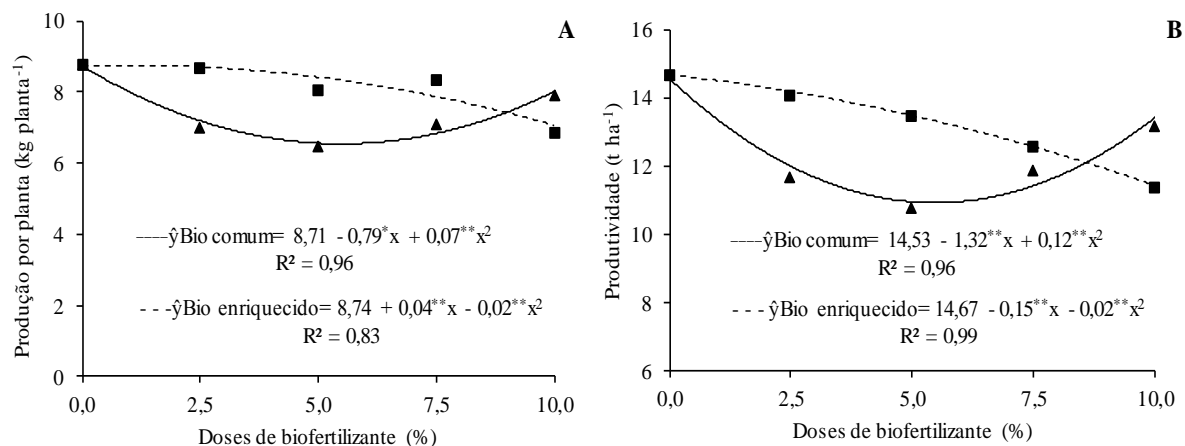
BRS Sol do Cerrado, respectivamente, tratados com biofertilizante bovino.

Semelhante ao número de frutos, a produção por planta respondeu aos efeitos da interação tipos × doses dos biofertilizantes (Figura 4A). O aumento das doses do biofertilizante comum de 0 para 4,6% reduziu a capacidade produtiva das plantas de 8,8 para 6,5 kg planta<sup>-1</sup>, provocando uma perda de 26%. Nas doses acima de 4,6%, houve um aumento na produção por planta, no entanto, inferiores ao tratamento testemunha, sendo que na dose de 10%, a produção foi de 7,9 kg planta<sup>-1</sup>. A aplicação do biofertilizante enriquecido, a partir da dose máxima estimada de 1%, reduziu a produção por planta de maracujazeiro amarelo, atingindo produção de 7,1 kg planta<sup>-1</sup> na concentração de 10%, e perdas de 18,5% em comparação aos tratamentos sem a aplicação do insumo orgânico, que foi de 8,8 kg planta<sup>-1</sup>.

Nos tratamentos com biofertilizante, tanto comum quanto enriquecido, ocorreram reduções na produção com o aumento das doses, o que pode ter sido provocado por algum desequilíbrio nutricional e/ou microbiológico ocorrido nos insumos orgânicos, sobretudo, devido à adição de materiais como o gesso agrícola e o pó de rocha (MB<sub>4</sub>) no biofertilizante enriquecido (CAVALCANTE et al., 2012; DIAS et al., 2011). Ao considerar que a produção se refere a apenas três meses de colheita, os dados estão compatíveis com os apresentados por Cavalcante et al. (2007), com produção individual de 8,4 e 6,2 kg planta<sup>-1</sup> em maracujazeiro amarelo tratado com biofertilizante comum e supermagro (enriquecido), em solo de baixa fertilidade.

A produtividade do maracujazeiro amarelo (Figura 4B), foi reduzida com o aumento das doses do biofertilizante comum de 0% para 5,5% provocando uma queda na produtividade de 14,5 para 10,9 t ha<sup>-1</sup>, totalizando uma perda de 3,9 t ha<sup>-1</sup>, que equivale a uma redução de 24,8%. A partir da dose de 5,5%, o insumo estimulou o rendimento dos frutos, elevando a produtividades

até 13,2 t ha<sup>-1</sup> nas plantas tratadas com 10% do biofertilizante comum, porém mesmo com esse incremento, a produtividade ainda foi inferior à das plantas que não receberam o insumo orgânico. Nas plantas com o biofertilizante enriquecido, até a concentração de 8,5%, os valores superaram os das plantas tratadas com biofertilizante comum (Figura 4B).



**Figura 4** Produção por planta (A) e produtividade (B) de plantas de maracujazeiro amarelo em solo fertirrigado com biofertilizante bovino comum (—) e biofertilizante enriquecido (- -).

O comportamento dos dados está em conflito com Aguiar et al. (2017) que ao avaliarem os efeitos de doses de biofertilizante bovino na produção e qualidade de frutos de três genótipos de maracujazeiro amarelo, concluíram que o aumento das doses de biofertilizante bovino aumentou o número de frutos por planta, a produção por planta e a produtividade. Nessa pesquisa, não houve melhorias nos fatores de produção, quando relacionados ao uso do biofertilizante, tendo o tratamento controle com os melhores resultados, sobretudo, na maximização da produtividade. Ao considerar o curto período de colheita, a produtividade média de 12,9 t ha<sup>-1</sup>, independentemente do tipo de biofertilizante e/ou dose fornecida às plantas, é superior à média de 9,2 t ha<sup>-1</sup> do estado da Paraíba, entretanto, é inferior à produtividade média nacional de 14 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016).

#### 4 Conclusões

Os biofertilizantes comum e enriquecido quimicamente foram eficientes no crescimento vegetativo das plantas, mas não potencializaram a produção do maracujazeiro amarelo.

A dose de 10% de biofertilizante comum foi responsável por maior produção e produtividade.

#### Referências

- AGUIAR, A. V. M. et al. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 136-148, 2017.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.
- ARANDA, V. et al. Biochemical activity and chemical-structural properties of soil organic matter after 17 years of amendments with olive-mill pomace co-compost. **Journal of Environmental Management**, v. 147, p. 278-285, 2015.
- ARAÚJO, H. F. et al. Technical and economic indicators of the yellow passion fruit tree irrigated with underground water supply. **Engenharia Agrícola**, v. 34, n. 5, p. 940-951, 2013.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A Qualidade da Água na Agricultura**. 2ª Ed. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F.; DAMASCENO, F. A. V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29, Revisão 1).



- CAVALCANTE, L. F. et al. Crescimento e produção do maracujazeiro amarelo em solo de baixa fertilidade tratado com biofertilizantes líquidos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 1, p. 15-19, 2007.
- CAVALCANTE, L. F. et al. Leaf-macronutrient status and fruit yield of biofertilized yellow passion fruit plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 35, n. 2, p. 176-191, 2012.
- CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco**. 3ª Ed. Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco - IPA, 2008. 212p.
- DIAS, T. J. et al. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 3, p. 644-651, 2011.
- DONAGEMMA, G. K. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230p.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3ª Ed, Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353p.
- FREIRE, J. L. O. et al. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Anuário Estatístico do Brasil. **Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA)**: Rio de Janeiro: IBGE/SIDRA. Disponível em: <<http://www2.sidra.ibge.gov.br/bda/acervo/acevvo9.asp?e=c&p=PA&z=t&o=11>>. Acesso em: 30 de dezembro de 2017.
- MALUSÁ, E.; VASSILEV, N. A contribution to set a legal framework for biofertilisers. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 98, n. 15, p. 6599-6607, 2014.
- MARROCOS, S. T. P. et al. Composição química e microbiológica de biofertilizantes em diferentes tempos de decomposição. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 4, p. 34-43, 2012.
- MEDEIROS, R. F. et al. Crescimento inicial de tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.
- MELETTI, L. M. M. Avanços na cultura do maracujá no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, no. spe1, p. 83-91, 2011.
- NASCIMENTO, J. A. M. et al. Estado nutricional de maracujazeiro amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, no. spe1, p. 729-735, 2011.
- OLIVEIRA, A. P. et al. Rendimento de maxixe em solo arenoso em função de doses de esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 11, p. 1130-1135, 2014.
- OLIVEIRA, D. A. et al. Valorization of passion fruit (*Passiflora edulis* sp.) by-products: Sustainable recovery and biological activities. **The Journal of Supercritical Fluids**, v. 111, p. 55-62, 2016.
- SÃO JOSÉ, A. R. et al. **Maracujá: práticas de cultivo e comercialização**. Vitória da Conquista: UESB, 2000. 79p.
- SAS INSTITUTE. SAS/STAT, 9.1: user's guide. Cary, SAS. CD Rom, 2003.
- SINGH, G.; SEKHON, H. S.; SHARMA, P. Effect of irrigation and biofertilizer on water use, nodulation, growth and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.). **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 57, n. 7, p. 715-726, 2011.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. Sinauer Associates. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 559 p.
- TAWFIK, M. M et al. Prospect of biofertilizer inoculation for increasing saline irrigation efficiency. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 7, n. 2, p. 182-189, 2011.
- TEJADA, M. et al. Use of biofertilizers obtained from sewage sludges on maize yield. **European Journal of Agronomy**, v. 78, p. 13-19, 2016.
- TOFANELLI, M. B. D. et al. Aplicação em cobertura de complexo hidrossolúvel na formação de mudas de maracujazeiro-azedo. **Científica**, v. 44, n. 2, p. 196-206, 2016.