

# Fertilização orgânica e regimes hídricos em mudas de maracujazeiro amarelo desenvolvidas na região semiárida

## Organic fertilization and water regimes in yellow passion fruit seedlings developed in the semiarid region

Jackson de Mesquita Alves<sup>1</sup>, Alex Serafim de Lima<sup>2</sup>, Francisco de Oliveira Mesquita<sup>3,\*</sup>, Francisca Lacerda da Silva<sup>2</sup>, Caio da Silva Sousa<sup>2</sup>, Evandro Franklin de Mesquita<sup>2</sup>, José Geraldo Rodrigues dos Santos<sup>2</sup> e Josinaldo Lopes Araújo Rocha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> UFCG – Programa de Pós Graduação em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, CEP: 58.840-000, Pombal - PB, Brasil

<sup>2</sup> UEPB – Departamento de Ciências Agrárias, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, CEP: 58.884-000, Catalé da Rocha - PB, Brasil

<sup>3</sup> INSA – Instituto Nacional do Semiárido, Departamento de Recursos Hídricos, Campina Grande-PB, Brasil. CEP: 58434-700

(\*E-mail: mesquitaagro@yahoo.com.br)

<https://doi.org/10.19084/rca.20686>

Recebido/received: 2020.08.04

Aceite/accepted: 2020.10.02

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos das doses de biofertilizante com diferentes regimes hídricos sobre o crescimento e a fitomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. O experimento foi desenvolvido utilizando um material ou substrato dos primeiros 20 cm de um Neossolo Flúvico Eutrófico. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com arranjo fatorial 5x2x2, referentes as doses de biofertilizante bovino (0; 200; 400; 600 e 800 mL) diluídos na razão de 1:2, níveis de substrato S1- 70% de solo (1400 mL) + 30% de esterco bovino (600 mL); S2 - 30% de solo (600 mL) + 70% de esterco bovino (1400 mL) e dois níveis de água no solo (ADS): L<sub>1</sub> = 100 % da água disponível no substrato (ADS) e L<sub>2</sub> = 60% de água disponível no substrato, com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais. Após a semeadura aos 110 (DAS) foram avaliadas a Área foliar (AF); Fitomassa seca da parte aérea (FSPA); Fitomassa seca da raiz (FSR); Fitomassa seca total (FST); Relação raiz parte aérea (RRPA); Comprimento radicular (CR) e a Correlação de Pearson. Mudas de maracujazeiro em condições de estresse hídrico inibem seu crescimento, mas com biofertilizante e esterco bovino resultam em plantas com maior potencial vegetativo.

**Palavras-chave:** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.; Desenvolvimento vegetativo; Fertilização orgânica; Lâminas de água.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of doses of biofertilizer with different water regimes on the growth and phytomass of yellow passion fruit seedlings. The experiment was carried out using a material or substrate of the first 20 cm of a Eutrophic Floss Neossol. The design used was completely randomized (DIC), with a 5x2x2 factorial arrangement, referring to the doses of bovine biofertilizer (0; 200; 400; 600 and 800 mL) diluted in ratio of 1:2, S<sub>1</sub>- substrate levels 70% soil (1400 mL) + 30% bovine manure (600 mL); S<sub>2</sub> - 30% soil (600 mL) + 70% bovine manure (1400 mL) and two water levels in the soil (ADS): L<sub>1</sub> = 100% of the water available in the substrate (ADS) and L<sub>2</sub> = 60% water available on the substrate, with 4 repetitions, totaling 80 experimental units. After sowing at 110 (DAS), the leaf area (AF) was evaluated; Dry shoot phytomass (FSPA); Dry root phytomass (FSR); Total dry phytomass (FST); Root part shoot (RRPA); Root length (CR) and Pearson's correlation. Passion fruit seedlings under water stress conditions inhibit their growth, but with biofertilizer and cattle manure they result in plants with greater vegetative potential.

**Keywords:** *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.; Vegetative development; Organic fertilization; Water blades.

## INTRODUÇÃO

No sistema atual de produção de mudas de maracujazeiro a utilização de substratos adequados e a complementação com eficiência na irrigação, apresentam como vantagens o bom desenvolvimento das mudas e a redução do tempo para a formação das mesmas (Lima *et al.*, 2019). Mudas de boa qualidade podem apresentar melhor adaptação no campo, dispensando, assim, o replantio, e reduzindo a mão - de - obra na manutenção do pomar, além de proporcionarem maior produtividade (Farias *et al.*, 2019). Assim sendo, para a produção de mudas de alta qualidade é importante a utilização de substratos que apresentem propriedades físico-químicas adequadas e que forneçam os nutrientes necessários para o desenvolvimento da planta.

A formação de mudas de boa qualidade envolve os processos de iniciação e formação do sistema radicular e da parte aérea, que estão diretamente relacionados com características que definem o nível de eficiência dos substratos, tais como: aeração, drenagem, retenção de água e disponibilidade balanceada de nutrientes. Por sua vez, as características dos substratos são altamente correlacionadas entre si: a macroporosidade com aeração e drenagem, e a microporosidade com a retenção de água e nutrientes os substratos devem apresentar ausência de patógenos, baixa densidade, composição química equilibrada, boa coesão entre as partículas e aderência junto às raízes (Guerrini e Trigueiro, 2004).

Dentre os insumos orgânicos que podem ser adotados como fonte de matéria orgânica, destaca-se o biofertilizante bovino, uma vez que, quando no solo, favorece uma série de reações químicas e biológicas, onde estas interações, apresentam propriedades capazes de exercercerem efeito condicionador, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico, propiciando a redução na diferença de potencial osmótico entre as plantas e o meio (Mesquita *et al.*, 2020).

Assim sendo, Lima *et al.* (2019) destacam que doses ótimas de biofertilizante no substrato com baixa reposição hídrica inibem o efeito deletério de estresse em mudas de maracujazeiro-amarelo, enquanto que doses elevadas reduzem essas características.

Lima *et al.* (2017) relatam que de maneira geral, as irrigações são realizadas com alta frequência e em quantidade superior à necessidade hídrica das plantas, provocando desperdício de água, além disso, o excesso hídrico pode causar perdas de mudas ou de qualidade das mudas, por agentes patológicos, em virtude da alta umidade no substrato, provocando o encarquilhamento e clorose das folhas e geotropismo negativo das raízes. Em contrapartida, a escassez de água afeta drasticamente o metabolismo das plantas, induzindo o fechamento dos estômatos, a fim de evitar a perda de água por transpiração, o que acarreta a redução da atividade fotossintética e uma série de outros processos nos vegetais (Taiz *et al.*, 2017).

Dessa forma, o substrato utilizado para a produção de mudas deve conter nutrientes suficientes para suprir suas necessidades durante esse período, ou seja, o substrato inerte somente com a função de suporte se tornará inadequado para esse tipo de gestão. Assim, a adição de substratos alternativos, de baixo custo, acessível aos produtores e que forneçam nutrientes para o melhor crescimento e desenvolvimento destas plantas podem ser uma opção para otimizar esta fase do processo de produção de mudas de excelente qualidade (Aires *et al.*, 2020).

Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos das doses de biofertilizante com diferentes regimes hídricos sobre o crescimento e a fitomassa das mudas de maracujazeiro amarelo, variedade azedo, em ambiente protegido no alto sertão paraibano.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2016 a março de 2017 em ambiente protegido (estufa), no Centro de Ciências Humanas e Agrárias - CCHA, Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campus IV, no município de Catolé do Rocha - PB. Para o preparo dos substratos foi utilizado um Neossolo Flúvico Eutrófico, (Embrapa, 2018). Após coletadas amostras de solo na camada superficial (0 – 20 cm), estas foram colocadas para secar ao ar, destorroadas e peneiradas com peneira com malha de 2 mm, segundo metodologia propostas pela Embrapa (2018) conforme Quadro 1.

**Quadro 1 -** Características químicas e físicas do Neossolo Flúvico Eutrófico utilizado no experimento. Catolé do Rocha-PB. 2018

Fertilidade do solo	Valor	Características Físicas	Valor
P (H <sub>2</sub> O) (1:25)	6,7	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	640,00
Cálcio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,49	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	206,00
Magnésio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,54	Argila (g kg <sup>-1</sup> )	154,00
Sódio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,10	Classificação textural	Franco Arenoso
Potássio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,72	Densidade global (g dm <sup>-3</sup> )	1,54
Soma de bases (S) (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,85	Densidade das partículas (g dm <sup>-3</sup> )	2,68
Hidrogênio + Alumínio (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00	Porosidade total (%)	42,54
Capacidade de troca de cátions (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,85	Capacidade de campo (g kg <sup>-1</sup> )	146,9
Saturação por Bases (V %)	100%	Ponto de murcha Permanent (g kg <sup>-1</sup> )	76,60
Carbonato de cálcio qualitativo	Ausente	Água disponível (g kg <sup>-1</sup> )	70,3
Carbono orgânico (%)	0,67		---
Matéria orgânica (%)	1,2		---
Nitrogênio (%)	0,07		---
Fósforo assimilável (mg dm <sup>-3</sup> )	16,83		---

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com arranjo fatorial 5x2x2, referentes as doses de biofertilizante bovino (0; 200; 400; 600 e 800 mL). Antes da aplicação, as doses de biofertilizante foram preparadas e aplicadas, sendo as mesmas divididas em duas etapas de aplicação, diluídas em 1:2 (biofertilizante / água não clorada e não salina), sendo realizada a primeira etapa de aplicação do biofertilizante (50 % referente a cada dose de biofertilizante, exceto o tratamento testemunha), dois dias antes da semeadura, via solo e a segunda aplicação aos 45 DAS, via solo; Níveis de substrato S1- 70 % de solo (1400 mL) + 30 % de esterco bovino (600 mL) ; S2 – 30 % de solo (600 mL) + 70 % de esterco bovino (1400 mL), ver características químicas dos estercos bovino no Quadro 2. E dois níveis de água no solo (ADS): L<sub>1</sub> = 100 % da água disponível no substrato (ADS) e L<sub>2</sub> = 60% de água disponível no substrato com 4 repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

O biofertilizante bovino foi produzido com água não salina e não clorada na proporção de 1:1 conforme Santos *et al.* (2014) (Quadro 3). A composição química da água para irrigação e do biofertilizante na forma líquida (Quadro 3) foi feita no laboratório de solos, da universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus de Areia-PB.

A semeadura foi realizada em sacos plásticos de polietileno com capacidade para 2000 mL de volume de substrato. O semeio foi realizado colocando-se três sementes da cultivar IAC-277, por recipiente. O desbaste das mudas foi feito aos 15 dias após a semeadura (DAS), quando as mudas estavam com um par de folhas definitivas, deixando a mais vigorosa por recipiente.

A irrigação das plantas foi realizada com um volume uniforme de água, em função da evapotranspiração medida no tratamento testemunha. O volume aplicado (Va) por recipiente

**Quadro 2 -** Características químicas do esterco bovino. Catolé do Rocha-PB. 2018

N	P	K	Ca	Mg	Na	Zn	Cu	Fe	Mn	MOS	CO	C/N
.....g kg <sup>-1</sup> .....					.....mg kg <sup>-1</sup> .....				....g kg <sup>-1</sup> .....			
Esterco bovino												
12.76	2.57	16.79	15.55	4.02	5.59	60	22	8550	325	396.0	229.7	18:1

MOS = Matéria orgânica do solo, CO – Carbono orgânico, C/N relação carbono nitrogênio. Análises realizadas na EMPARN (2016) e UFERSA (2016).

**Quadro 3** - Características químicas do biofertilizante utilizado na pesquisa. Catolé do Rocha-PB. 2018

Componente	Água	Biofertilizante
pH	6,9	7,10
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,84	5,13
RAS (mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>1/2</sup>	4,57	1,10
Ca <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	2,50	1,75
Mg <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,48	1,20
Na <sup>+2</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	6,45	1,34
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,21	0,91
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	7,00	2,53
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	10,75	1,56
CO <sub>3</sub> <sup>-2</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	0,33
SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	8,57	0,79
Classificação	C <sub>3</sub> S <sub>2</sub>	C <sub>4</sub> S <sub>1</sub>

CE (dS m<sup>-1</sup> a 250C) = condutividade elétrica; RAS = Relação de adsorção de sódio =  $Na^+ / [(Ca^{+2} + Mg^{+2})/2]$ ; <sup>1/2</sup> variáveis repostas analisadas aos 110 dias após a semeadura das mudas de maracujá.

foi obtido pela diferença entre a média do peso do recipiente em condição de 100 % da água disponível ( $P_{cc}$ ) e o peso médio dos recipientes na condição atual antes da irrigação. O peso do recipiente com solo a capacidade de campo (100 % da água disponível) foi determinado saturando-se o solo e submetendo-o à drenagem, quando o volume drenado era reduzido, os recipientes foram pesados. Ao passo que eram reduzidos em 60 % de ADS comparado com a condição atual.

Após a semeadura aos 110 (DAS) foram avaliadas Comprimento radicular (CR), Os sistemas radiculares foram lavados para eliminar o solo aderido, posteriormente realizou-se através de uma régua graduada em cm, Área foliar (AF), para as determinações da área foliar, utilizou-se Integralizador medidor de área foliar (LI-3100 Area Meter, LI- COR, EUA), onde foram realizadas leituras nas folhas de todas as plantas dos recipientes. Posteriormente o material vegetal colhido foi separado em raízes, caules e folhas, sendo lavados em água destilada, acondicionada em sacos de papel, seco em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, até atingir peso constante e pesados numa balança com precisão de 0,0001 g. De posse desses dados, foi determinada fitomassa seca da parte aérea (FSPA), (Folhas + Caule), Fitomassa seca da raiz (FSR), Fitomassa seca total (FST), se deu através da soma dos pesos da parte aérea e raiz, relação raiz parte aérea (RRPA) (R/PA = FR/FPA).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo teste «F», para diagnósticos de efeitos significativos de cada fonte de variação individual e de suas respectivas interações e, quantitativamente, estudar os efeitos de diferentes doses de biofertilizante, níveis de substratos e lâminas de água na produção de mudas de maracujazeiro, interpretados por Regressão Polinomial. Além disso, a Correlação de Pearson e o gráfico produzido usando o Corrplot pacote estatístico foram realizados utilizando o software R (R Core Team, 2019). Para o processamento dos dados foi utilizado o software estatístico AGROESTAT (Barbosa e Maldonado, 2015).

## RESULTADOS

Com base no Quadro 4, as mudas de maracujá responderam aos efeitos isolados Doses de biofertilizantes (D), Substratos (S) e Lâminas (L) no que se refere a todas as variáveis avaliadas, exceto para fitomassa de raiz e crescimento de raiz, onde foi constatado menor expressividade estatística. A interação D x S x L exerceu efeitos significativos no crescimento e na fitomassa de todas as variáveis repostas analisadas aos 110 dias após a semeadura das mudas de maracujá.

**Quadro 4** - Resumo da análise de variância para Área foliar (AF), Fitomassa seca da parte aérea (FSPA), Fitomassa seca da raiz (FSR), Fitomassa seca total (FST), Relação raiz parte aérea (RRPA) e comprimento radicular (CR) no maracujazeiro amarelo submetido a níveis de reposição hídrica e adubação orgânica. Catolé do Rocha-PB, 2018

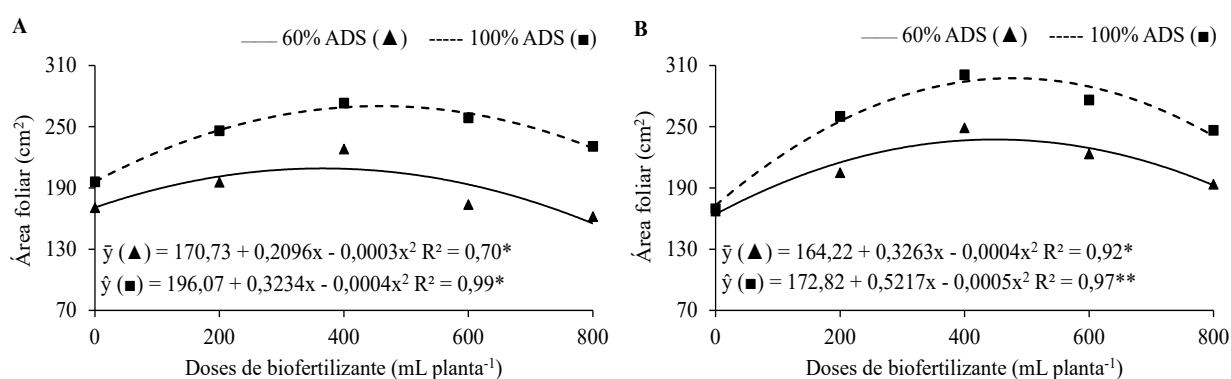
Causa da Variação	GL	Significâncias dos quadrados médios					
		AF	CR	FSPA	FSR	RRPA	FST
Doses de biofertilizante (D)	4	11,39**	4,77**	4,72**	4,33**	4,72**	11,34**
Substratos (S)	1	48,03**	3,01 <sup>ns</sup>	5,65*	0,02 <sup>ns</sup>	5,65*	7,93**
Lâminas (L)	1	0,76 <sup>ns</sup>	2,76 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>
D x S	4	23,42**	10,96**	2,06 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	12,99**
D x L	4	12,72**	4,82**	2,67*	1,97 <sup>ns</sup>	2,67*	6,30**
S x L	1	0,17 <sup>ns</sup>	27,15**	5,59*	0,05 <sup>ns</sup>	5,59*	3,28 <sup>ns</sup>
Interação	4	8,38**	14,92**	3,00*	3,13*	3,00*	12,63**
Resíduo	60	775,92	3,6505	0,8131	0,0112	0,8131	0,1026
CV (%)	-	12,25	8,77	24,27	23,53	24,27	15,13
Média Geral	-	227,46	21,77	3,71	0,46	3,71	2,12

CV= Causas da variação; DF= Graus de liberdade; CV= Coeficiente de variação; Ns= não significativo; \*\* e \* = efeito significativo pelo teste F ao nível de 1 e 5% de probabilidade, respectivamente.

A área foliar das mudas de ambos os tratamentos ajustou-se ao modelo de regressão polinomial quadrático (Figura 1A), chegando a valores máximos de 207,34 e 261,44 cm<sup>2</sup> nas doses limiares de 349,33 e 404,25 mL planta<sup>-1</sup> de biofertilizante nas plantas com (60% ADS) e sem (100% ADS) água disponível nos substratos com 30% de esterco bovino. Enquanto nos tratamentos com 70% do substrato composto pelo insumo orgânico (Figura 1B), as plantas submetidas ao estresse com a dose de 407,87 mL planta<sup>-1</sup> elevou a área foliar em 230,76 cm<sup>2</sup>, uma superioridade de 11,29 % em comparação aos tratamentos com menor composição do substrato (30% de E.B) e submetidas ao estresse hídrico.

sais sobre o crescimento das plantas. Estes valores são próximos aos encontrados por Medeiros *et al.* (2016) ao estudarem o efeito de mudas de maracujazeiro com doses de biofertilizante e submetidas a estresse salino, com valores de 256,99 e 268,58 cm<sup>2</sup> nas cultivares Guinezinho e BRS Gigante Amarelo, com condutividade elétrica de 0,3 e 1,32 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente.

O comprimento radicular (Figura 2A e 2B) das mudas de maracujazeiro amarelo assemelha-se ao comportamento da área foliar (Figura 1 A, B), em que as diferenças entre as plantas com 30 e 70% de esterco bovino no solo com estresse hídrico diminuem nas doses de máxima eficiência;



**Figura 1** - Área foliar de mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino no substrato, com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolê do Rocha-PB, 2018.

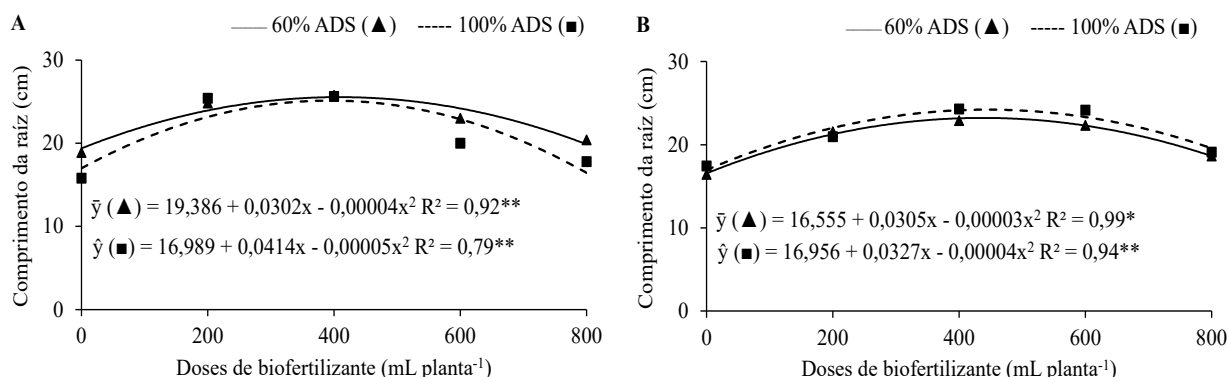
A maior drasticidade foi observada nas doses máximas nos tratamentos com maiores doses de esterco bovino, isto se dá devido ao aumento de sais presentes no biofertilizante (Quadro 3), pelo fato dos sais comprometerem os processos fisiológicos e metabólicos para as plantas se ajustarem e produzirem substâncias vitais como proteínas, enzimas, ácidos nucleicos e outros assimilados orgânicos como carboidratos e açúcares, indispensáveis ao seu ajustamento osmótico e crescimento.

O estímulo da expansão foliar das mudas de maracujazeiro amarelo com o uso de esterco bovino e biofertilizante no substrato está associado na acumulação da matéria orgânica no solo (Fernandes *et al.*, 2018), visto que proporciona maiores ajustes osmóticos entre as raízes e a solução do solo, minimizando a drasticidade dos efeitos tóxicos dos

obtendo valores máximos de 25,09 e 24,31 cm nas doses limiares de 377,5 e 508,33 mL planta<sup>-1</sup>. Os valores nos tratamentos sem estresse hídrico também foram reduzidos ao relacionar com a dose máxima, com perdas de 41,14 e 31,51% em comparação com as doses ótimas de 414 e 408,75 mL planta<sup>-1</sup> nas plantas com substrato de 30 e 70% de esterco bovino.

A superioridade absoluta dos tratamentos com maior quantidade de esterco bovino no substrato nas características das plantas pode ser devido à sua composição, bem como ao fato de favorecer inúmeros processos microbiológicos relacionados à mineralização e nutrientes na liberação para as plantas (Sousa *et al.*, 2018). Embora haja uma superioridade dos valores das plantas que receberam biofertilizante, verifica-se que as mudas de maracujazeiro amarelo sofreram uma redução





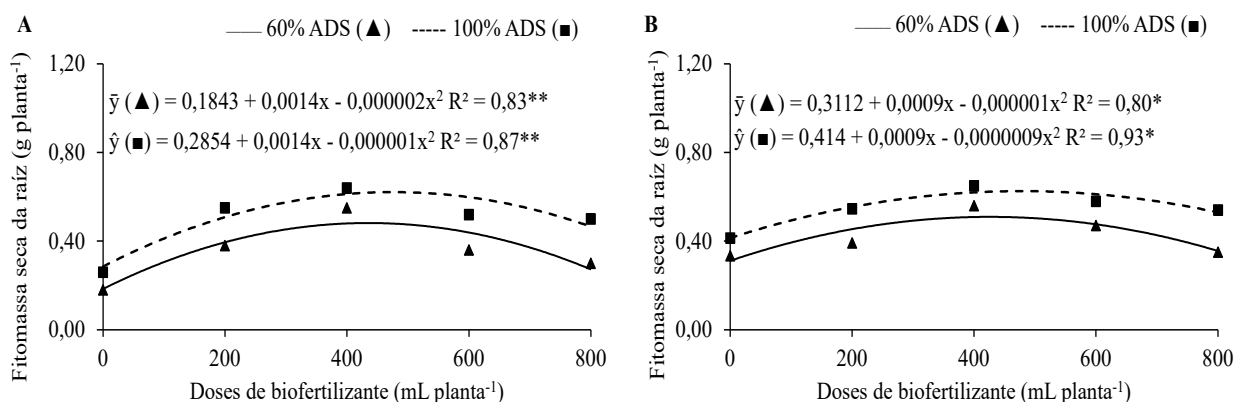
**Figura 2** - Comprimento radicular em mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino no substrato, com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolê do Rocha-PB, 2018.

de seu comprimento radicular, dados encontrados por Santana *et al.* (2018) evidenciaram a redução do crescimento radicular em decorrência das altas concentrações de biofertilizante presentes no substrato. Da mesma forma, os resultados positivos podem ser devido à maior quantidade de nitrogênio no substrato com os teores de esterco bovino. Uma vez que o teor de N por meio do insumo aumentou o crescimento das plantas, reduzindo os efeitos nocivos da salinidade causada pelas doses excessivas do biofertilizante, sendo este macronutriente é um componente central de vários solutos orgânicos que aumenta a capacidade de ajuste osmótico das plantas (Lima Neto *et al.*, 2016).

Com base na Figura 3, a fitomassa seca das raízes (FSR) das mudas de maracujazeiro amarelo exerceu

efeitos positivos através do estudo da interação dupla com três fatores (D x S x L), ou seja, pelo uso de doses de biofertilizantes, diferentes substratos e com distintos regimes hídricos no substrato com 60 e 100% da água disponível, com R<sup>2</sup> correspondendo a 83 e 87%, respectivamente. Percebe-se, por intermédio do teste de regressão para a fitomassa seca das raízes (FSR) das mudas de maracujazeiro amarelo tratadas no solo com 30% de esterco bovino (Figura 3A), efeitos quadráticos para a interação Doses de biofertilizante x Substratos x Lâminas de irrigação.

Diante desse comportamento, as mudas que receberam doses crescentes de biofertilizantes (0 até 800 mL planta<sup>-1</sup>) obtiveram maiores valores da FSR de 0,4293 e 0,7754 g planta<sup>-1</sup> nas doses estimadas



**Figura 3** - Fitomassa seca de raiz das mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino tratados no substrato com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolê do Rocha-PB, 2018.

de 350 e 700 mL planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Com base na Tabela 3, como o biofertilizante apresenta salinidade de 5,13 dS m<sup>-1</sup>, as mudas apresentam inibição a partir dos pontos limiares, 350 e 700 mL planta<sup>-1</sup>. Isto se deve ao fato de que o estresse salino limita a taxa fotossintética e a condutância estomática, o que consequentemente diminui a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, comprometendo o crescimento radicular das mudas (Melo Filho *et al.*, 2017). Baseando-se nesse estudo, observa-se um incremento da FSR da ordem de 44,63%, quando comparado com os tratamentos que apresentaram estresse hídrico.

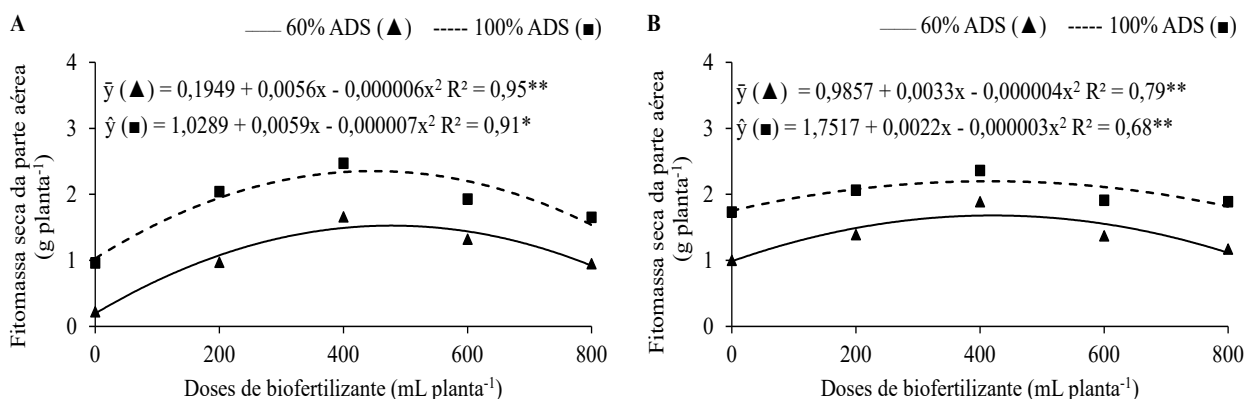
A fitomassa seca de raiz (FSR) das mudas de maracujá foi influenciada significativamente pela interação Doses de biofertilizante x Substratos x Lâminas de irrigação e expressa superioridade nos tratamentos com 100% de água disponível (ADS) (Figura 3B). Ao comparar os valores da FSR das mudas de maracujá tratados no solo com e sem estresse hídrico e com 70% de esterco bovino (Figura 3B), nota-se uma expressiva superioridade na FSR das mudas nos substratos sem estresse hídrico do que aqueles tratamentos com estresse hídrico com valores absolutos de 0,5137 e 0,639 g planta<sup>-1</sup> nas doses máximas estimadas de biofertilizante de 450 e 500 mL planta<sup>-1</sup>, porém, a partir desse ponto, ocorreu drástica inibição das mudas causada provavelmente pelos sais contidos no biofertilizante.

Carneiro *et al.* (2017), verificaram que o excesso de sais de sódio acarreta uma série de prejuízos nas

propriedades químicas e físicas do solo, que por consequência, provoca a redução no crescimento e em algumas situações a morte das plantas cultivadas.

A maior expansão radicular das plantas no solo com biofertilizante, em geral é resposta da melhor condição física proporcionada ao substrato pelas substâncias húmicas (Abdel-Latef e Chaoxinh, 2011), assim como, ao maior acúmulo de solutos orgânicos como carboidratos solúveis e outras substâncias como prolina nas plantas elevando a capacidade de ajustamento osmótico (Mavia *et al.*, 2012). Esse resultado evidencia a importância do uso de biofertilizante líquidos na agricultura, os quais, segundo Alves *et al.* (2018), atenuam os metabolismos fisiológicos em condições adversas ou salinas, permitindo a maior eficiência fotossintética dos vegetais do sistema radicular. Comprova-se que o incremento das doses de biofertilizante em doses excessivas reduz o desenvolvimento da planta e inclusive com declínios acentuados na fitomassa seca da raiz.

Com base na (Figura 4A), o acúmulo de massa seca da parte aérea foi significativo para interação (Doses de biofertilizantes x Substratos x Lâminas de irrigação), observou-se com isso, que os tratamentos tantos com e sem estresse hídrico no substrato com 30% de esterco bovino, se ajustaram ao modelo matemático ou modelo de regressão polinomial quadrático, sendo estes representados pelos R<sup>2</sup> estimados de 95 e 91% de confiabilidade estatística após 110 dias. Com base



**Figura 4** - Fitomassa seca da parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino no substrato tratados no solo com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolé do Rocha-PB, 2018.

na referida figura, avaliando os tratamentos com 30% de esterco bovino e com o incremento das doses de biofertilizantes, as mudas propiciaram comportamentos quadráticos com incrementos na FSPA de 1,42 e 2,27 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente, nas doses de biofertilizante estimadas de 350 e 421,43 mL planta<sup>-1</sup>. Porém, quando comparados os tratamentos nos substratos com 70% de esterco bovino (Figura 4B), nota-se uma expressiva superioridade estatística na FSPA das mudas de maracujazeiro amarelo no substrato sem estresse hídrico se comparado com o solo com estresse hídrico.

Esses resultados indicam que o uso das doses de biofertilizante como insumo orgânico favorece no acúmulo de biomassa na parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo de 1,67 contra 2,15 g planta<sup>-1</sup>, correspondendo às doses estimadas de 412,5 contra 366,67 mL planta<sup>-1</sup>. Comparativamente os tratamentos com e sem estresse hídrico, as mudas de maracujazeiro amarelo obtiveram um incremento percentual de 22,32% sobre a FSPA no substrato com 70% de esterco bovino.

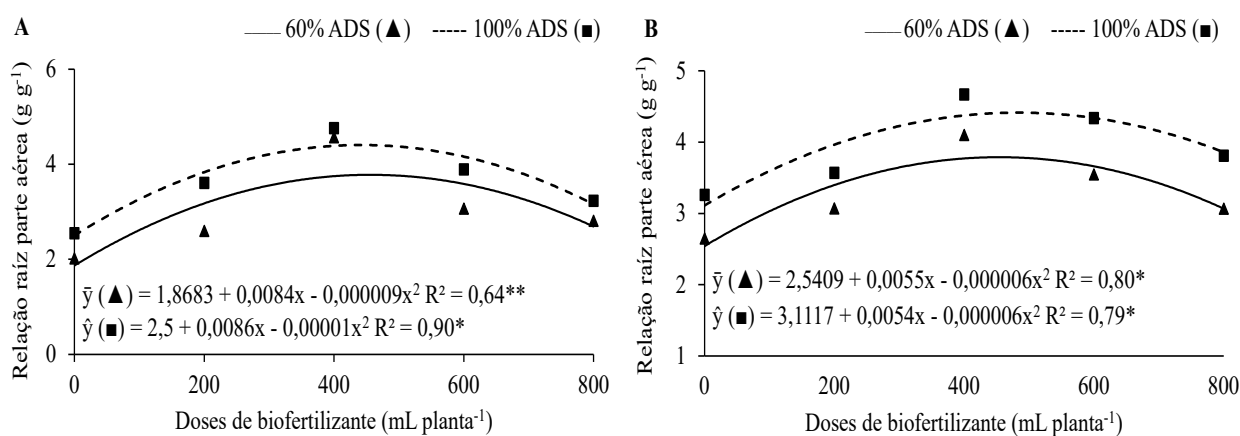
Tal explicação para este fenômeno seria uma resposta biológica das mudas de maracujazeiro na limitação tanto pela produção como pelo uso dos fotoassimilados por parte dos meristemas foliares em condições adversas através do alto caráter salino do substrato, ocasionando inibição da biomassa seca das raízes (Figura 4). De acordo com Maas e Hoffman (1977), o efeito acumulativo dos

saís no solo faz com que a disponibilidade de água para a cultura diminua à medida que a salinidade aumenta.

A alocação de biomassa das mudas de maracujá foi significativa para as doses de biofertilizantes, Substratos e Lâminas de irrigação tanto no substrato com 30 e 70% de esterco bovino (Figura 5). Analisando quantitativamente e qualitativamente esses dados, pela análise de regressão, foi observado ajuste ao modelo de regressão polinomial quadrático, sendo estes representados pelos R<sup>2</sup> estimados de 64 e 90% vs 80 e 79% de confiabilidade estatística após 110 dias.

Com base na referida figura, avaliando os tratamentos com 30% de esterco bovino e com o incremento das doses de biofertilizantes, as mudas de maracujá responderam positivamente de forma quadrática na relação raiz/parte aérea 3,82 e 4,09 g planta<sup>-1</sup> tratados nos substratos com 60% de água disponível (ADS), respectivamente, nas doses estimadas de biofertilizante de 466,67 e 430 mL planta<sup>-1</sup> (Figura 5A).

Por outro lado, quando comparados com aqueles tratamentos estudados nos substratos com 70% de esterco bovino (Figura 5B), nota-se uma expressiva superioridade estatística na R/PA das mudas de maracujazeiro no substrato sem estresse hídrico se comparado com o solo com estresse hídrico. Esses resultados indicam que o uso das doses de biofertilizante como insumo orgânico favoreceu



**Figura 5** - Relação raiz/parte aérea das mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino no substrato, com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolô do Rocha-PB, 2018.



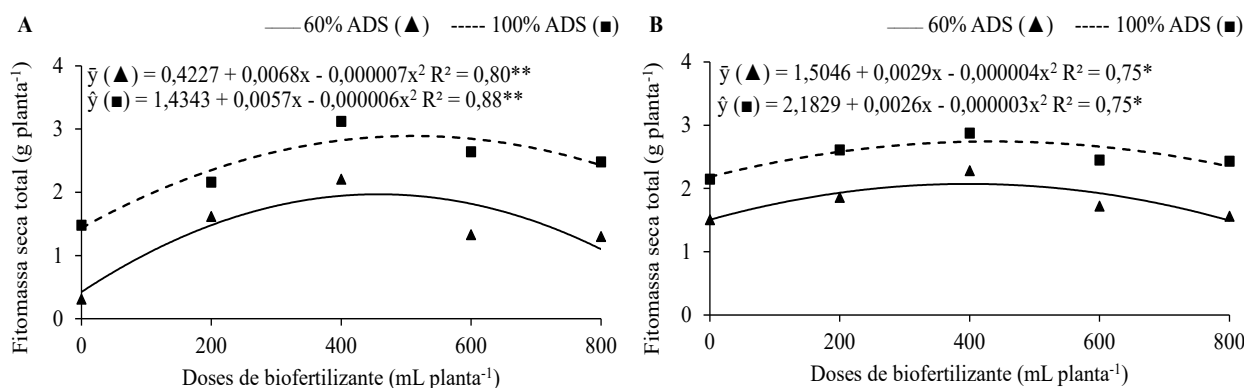
o acúmulo de fitomassa aérea em relação às raízes das mudas de 3,51 contra 4,32 g planta<sup>-1</sup>, correspondendo às doses estimadas de 458,33 vs 430 mL planta<sup>-1</sup>.

Comparativamente os tratamentos com e sem estresse hídrico e em diferentes condições de substratos, as mudas de maracujazeiro amarelo obtiveram um incremento percentual de 18,75% sobre a R/PA, isso pode ser explicado provavelmente pelo fato de que a agressividade dos sais foi atenuada justamente pela melhoria no potencial hídrico e diminuição do potencial osmótico do solo em decorrência dos ácidos orgânicos presentes nos dois tipos de compostos orgânicos, o esterco bovino e o uso crescente das doses de biofertilizante como se fosse irrigação normal nos tratamentos.

A salinidade da água reduz o crescimento das plantas, devido ao efeito osmótico ou déficit hídrico provocado pelo estresse salino, que reduz a absorção de água, além do efeito específico ou excesso de íons causando injúrias nas folhas, reduzindo assim o crescimento das plantas de maracujá e, conseqüentemente, na alocação de biomassa das plantas (Lima Neto *et al.*, 2016). Outros mecanismos de defesa das mudas defronte à salinidade, seria estudar os altos conteúdos de potássio (K<sup>+</sup>) e cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e baixo conteúdo de sódio (Na<sup>+</sup>) nos tecidos das plantas, visto que, como resposta biológica, absorvendo assim, maiores teores de K<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup>, mantendo altas relações K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> e Ca<sup>2+</sup>/Na<sup>+</sup> nos tecidos, não reduzindo sua biomassa mesmo em condições salinas (Galdin *et al.*, 2017).

Como verificado para a fitomassa seca de raiz (raízes primárias e secundárias), da fitomassa parte aérea (Caule + folhas), a fitomassa seca total das mudas de *Passiflora edulis*, com interferência do fator doses de biofertilizante, Substratos e Lâminas de irrigação tanto no substrato com 30 e 70% de esterco bovino, foi positivamente estudada pelo aumento das doses de biofertilizante. Entretanto, com menor inibição no solo sem estresse hídrico (100% de ADS) tanto no substrato com 30 e 70% de esterco bovino (Figura 6).

Apesar da expressiva superioridade no final do experimento, a fitomassa seca total (raízes + caules + parte aérea) das mudas de maracujá foi drasticamente reduzido com o aumento das doses de biofertilizantes com valores extremos de 2,07 e 2,73 g planta<sup>-1</sup> correspondendo as doses máximas estimadas ou limiares de biofertilizantes de 485,71 e 566,67 dS m<sup>-1</sup> em ambas as situações no solo com e sem estresse hídrico, respectivamente (Figura 6A). Mesmo assim, as mudas de maracujá tiveram um incremento percentual de até 14,28% sobre a fitomassa seca total nos tratamentos que receberam apenas 30% de esterco bovino. Por outro lado, quando comparados com aqueles tratamentos analisados nos substratos com 70% de esterco bovino (Figura 6B), nota-se uma expressiva superioridade estatística na FMT das mudas de maracujazeiro amarelo de 2,03 vs 2,74 g planta<sup>-1</sup>, no substrato sem estresse hídrico se comparado com o solo com estresse hídrico, correspondendo às doses estimadas de 362,5 vs 433,34 mL planta<sup>-1</sup>.



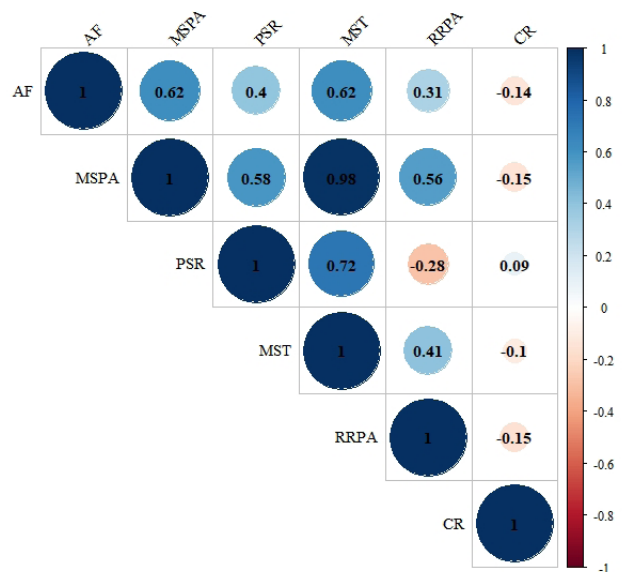
**Figura 6** - Fitomassa seca total das mudas de maracujazeiro amarelo com 30% (A) e 70% (B) de esterco bovino no substrato, com (—) e sem (---) estresse hídrico e doses de biofertilizante. Catolé do Rocha-PB, 2018.

Comparativamente os tratamentos com e sem estresse hídrico, as mudas de maracujazeiro amarelo obtiveram um incremento percentual de 22,32% sobre a FSPA no substrato com 70% de esterco bovino. A superioridade dos tratamentos que receberam doses crescentes de biofertilizante no solo, em relação às plantas que não receberam qualquer insumo orgânico, pode ser devido aos insumos orgânicos estimularem a produção de fotoassimilados que contribuem para diminuir o potencial osmótico nos tecidos celulares e elevar o ajustamento osmótico das plantas aumentando o potencial hídrico das mudas de maracujazeiro amarelo (Taiz *et al.*, 2017).

O estímulo à produção de fitomassa total das mudas até a dose de biofertilizante estimada de 2,73 e 2,74 mL planta<sup>-1</sup>, respectivamente nos tratamentos com 30 e 70% de esterco bovino, pode ser devido à melhoria física e química promovida pelas substâncias húmicas liberadas pelos componentes complexados ou elementos ligantes presentes na composição química do biofertilizante ou do esterco bovino utilizado como parâmetro de estudo nesse trabalho e, além disso, promoveu também efeitos de atenuação dos sais depreciadores ditos como efeitos diretos da toxicidade dos íons ou efeitos indiretos dos íons salinos presentes no solo causando desequilíbrios osmóticos às plantas.

As maiores correlações positivas foram observadas (Figura 7) entre MSPA e MST (0,98) e PSR e MST (0,72). Enquanto as correlações negativas foram entre PSR e CR (0,28), MSPA e CR (0,15) e RRPA e CR (0,15). Entre a área foliar, o maior valor positivo foi observado nas correlações entre AF/MST (0,62), AF/MSPA (0,62), AF/PSR (0,4) e AF/RRPA (0,31); e negativos entre AF/CR (0,14).

A boa correlação de AF com MSPA, PSR, MST e RRPA devem ser esperadas, uma vez que o desenvolvimento da planta é consequência de uma série de processos e reações complexas que ocorrem durante seu crescimento, sendo que a área foliar exerce papel crucial quando submetidas a condições externas, como a quantidade de energia incidente, que é interceptada pela folha, absorvida, convertida e redistribuída entre as partes do vegetal e metabolizada nas diferentes partes da planta (Buchanan *et al.*, 2015).



**Figura 7** - Correlação de Pearson entre variáveis de crescimento e fitomassa em mudas de maracujazeiro amarelo submetidas a níveis de água, esterco bovino e doses de biofertilizante no substrato. Catolé do Rocha-PB, 2018.

Já a correlação negativa do comprimento radicular com AF, MSPA, MST, e RRPA pode estar relacionada na resposta do início do ajustamento osmótico nas raízes ao estresse hídrico promovido no substrato.

Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Rebequi *et al.* (2009) em mudas de limão bravo com biofertilizante bovino e águas salinas no substrato, os autores observaram que o crescimento da raiz principal divergiu da altura, diâmetro do caule e das raízes, número de folhas e área radicular, matéria seca das raízes e da parte aérea.

No geral, pode ser observado que o desenvolvimento e fitomassa das mudas de maracujazeiro amarelo é influenciada pela ação dos níveis de esterco bovino, água e doses de biofertilizante no substrato, uma vez que o aumento da disponibilidade de nutriente para as plantas causa elevada taxa fotossintética e consequente produção de biomassa para as culturas.

## CONCLUSÕES

Mudas de maracujazeiro amarelo em condições de estresse hídrico inibem seu crescimento, mas associado com biofertilizante e esterco bovino resultam em plantas com maior potencial

vegetativo em ambiente protegido sob condições semiáridas;

Doses de biofertilizante na faixa entre 300 e 500 mL planta<sup>-1</sup> proporcionam maior crescimento de mudas compatível com cultivo convencional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdel-Latef, A.A.H. & Chaoxinh, H. (2011) - Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on growth, mineral nutrition, antioxidant. *Science Horticulture*, vol. 127, n. 3, p. 228-233. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2010.09.020>
- Aires, E.S.; Aragão, C.A.; Gomes, I.L.S.; Souza, G.N. & Andrade, I.G.V. (2020) - Alternative substrates for production of yellow passion fruit seedlings. *Revista de Agricultura Neotropical*, vol. 7, n. 1, p. 43-48. <https://doi.org/10.32404/rean.v7i1.3890>
- Alves, J.M.; Lima, A.S.; Mesquita, E.F.; Júnior, S.O.M.; Ferreira, R.S.; Silva F.L. & Santos, J.M. (2018) - Gas exchange and chlorophyll content in tomato grown under different organic fertilizers and biofertilizer doses. *African Journal of Agricultural Research*, vol. 13, n. 41, p. 2256-2262. <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13360>
- Barbosa, J.C. & Maldonado, W. (2015) - *AgroEstat - sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos*. Jaboticabal: FCAV/UNESP. 396p.
- Buchanan, B.B.; Gruissem, W., & Jones, R.L. (2015) - Biochemistry & molecular biology of plants. In: Rockville, M.D. (Ed.) - *American Society of Plant Pathologists*, p. 1283.
- Carneiro, M.A.; Lima, A.; Cavalcante, Í.H.; Cunha, J.C.; Rodrigues, M.S. e Lessa, T.B.D.S. (2017) - Soil salinity and yield of mango fertigated with potassium sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, vol. 21, n. 5, p. 310-316. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n5p310-316>
- EMBRAPA (2018) - *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 5ª ed. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 573p.
- Farias, G.A.; Costa, A.C.; Costa, S.F.; Farias, G.A.; Fernandes Pereira, P.H. e Cabral Junior, L.F. (2019) - Produção de mudas de maracujazeiro amarelo em substratos contendo resíduos vegetais. *Colloquium Agrariae*, vol. 15, n. 1, p. 141-148. <https://doi.org/10.5747/ca.2019.v15.n1.a278>
- Fernandes, M.S.; Souza, S.R. e Santos, L.A. (2018) - *Nutrição mineral de plantas*. 2ª ed. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 482p.
- Galdin, L.S.; Lira, E.H.; Sousa, V.F.; Souza, J.M.; Maia, J.M.; Costa, P.O. e Arriel, N.H. (2017) - Padronização das doses de NaCl para indução de estresse salino em *Jatropha curcas* L. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 40, n. 2, p. 319-332. <http://dx.doi.org/10.19084/RCA16081>
- Guerrini, I.A. e Trigueiro, R.M. (2004) - Atributos físicos e químicos de substratos compostos por biossólidos e casca de arroz carbonizada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, vol. 28, n. 6, p. 1069-1076. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832004000600016>
- Lima Neto, A.J.; Cavalcante, L.F.; Mesquita, F.O.; Souto, A.G.L.; Santos, G.P.; Santos, J. Z. e Mesquita, E.F. (2016) - Papaya seedlings irrigation with saline water in soil with bovine biofertilizer. *Chilean Journal of Agricultural Research*, vol. 76, n. 2, p. 235-241. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392016000200014>
- Lima, A.S.; Alves, J.M.; Mesquita, F.O.; Mesquita, E.F.; Sousa, C.S.; Silva, F.L.; Alves, A. S. e Soares, L.S. (2019) - Organic Fertilization and Hydric Reposition in the Initial Production of *Passiflora edulis* f. *flavicarca* Deg. *Journal of Experimental Agriculture International*, vol. 30, n. 3, p. 1-14. <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/46338>
- Lima, A.S.; Alves, J.M.; Silva, F.L.; Santos, J.M.; Mesquita, E.F. e Guerra, H.O.G. (2017) - Substratos e níveis de reposição de água na produção de mudas de melancia. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 11, p. 2010-2021. <http://dx.doi.org/10.7127/rbai.v11n700670>
- Maas, E.V. e Hoffman, G.J. (1977) - Crop salt tolerance current assessment. *Journal of Irrigation and Drainage Division*, vol. 103, n. 2, p. 115-134.

- Mavia, M.S.; Marschner, P.; Chittleborough, D.J.; Cox, J.W. e Sanderman, J. (2012) - Salinidade e sodicidade afetam a respiração do solo e da dinâmica da matéria orgânica dissolvida diferencialmente em solos de diferentes texturas. *Soil Biology and Biochemistry*, vol. 45, p. 8-13. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2011.10.003>
- Medeiros, S.A.S.; Cavalcante, L.F.; Bezerra, M.A.F.; Nascimento, J.A.M.; Bezerra, F.T.C. e Prazeres, E.S. (2016) - Água salina e biofertilizante de esterco bovino na formação e qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo. *Irriga*, vol. 21, n. 4, p. 779-795. <https://doi.org/10.15809/irriga.2016v21n4p779-795>
- Melo Filho, J.S.; Vêras, M.L.M.; Alves, L.S.; da Silva, T.I.; Gonçalves, A. C. M. e Dias, T.J. (2017) - Salinidade hídrica, biofertilizante bovino e cobertura vegetal morta na produção de mudas de pitombeira (*Talisia esculenta*). *Revista Scientia Agraria*, vol. 18, n. 3, p. 131-145.
- Mesquita, F.O.; Cavalcante, L.F.; Alves, J.M.; Júnior, S.O.M.; Sousa, V.F.O., Martins, E.L. e Medeiros, S.S. (2020) - Attenuating use of biofertilizers and saline waters in jackfruit seedlings biomass. *Brazilian Journal of Development*, vol. 6, n. 3, p 11621-11638. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-140>
- R Core Team (2019) – R. *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>
- Rebequi, A.M.; Cavalcante, L.F.; Nunes, J.C.; Diniz, A.A.; Brehm, M.A.S. e Beckmann-Cavalcante, M.Z. (2009) - Produção de mudas de limão cravo em substrato com biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. *Revista de Ciências Agrárias*, vol. 32, n. 2, p. 219-228. <https://doi.org/10.19084/rca.15740>
- Santana, J.S.; Feitoza, M.L.; Oliveira, G.C. e Silva, W.A. (2018) - Avaliação de NPK e doses de biofertilizante orgânico no crescimento do feijão-caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 12, n. 5, p. 2877-2889. <https://doi.org/10.7127/RBAI.V12N500849>
- Santos, A.P.; Viana, T.V. Sousa, G.G.; Gomes-do-Ó, L.M.; Azevedo, B.M. e Santos, A.M. (2014) - Produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. *Horticultura Brasileira*, vol. 32, n. 4, p. 409-416. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620140000400007>
- Sousa, R.A.; Lacerda, C.F.; Neves, A.L.R.; Costa, R.N.T.; Hernandez, F.F.F. e Sousa, C.H. C. (2018) - Crescimento do sorgo em função da irrigação com água salobra e aplicação de compostos orgânicos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, vol. 1,2 n. 1, p. 2315-2326. <https://doi.org/10.7127/RBAI.V12N100696>
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I.M. e Murphy, A. (2017) - *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6ª ed. Porto Alegre. Artmed, 888 p.