

ESTADO NUTRICIONAL DO MARACUJAZEIRO AMARELO IRRIGADO E SUBMETIDO A ADUBAÇÃO ORGANOMINERAL

SHERLY APARECIDA DA SILVA MEDEIROS¹; JOSÉ ADEILSON MEDEIROS DO NASCIMENTO²; LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE³ (*in memoriam*); MARLENE ALEXANDRINA FERREIRA BEZERRA⁴; FRANCISCO THIAGO COELHO BEZERRA⁵ E CLEMILTON DA SILVA FERREIRA⁶

¹Doutora, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Rodovia 079 -Km 12 – Caixa Postal 66 – Cep: 58397-000, Areia, Paraíba – Brasil, sherly.agro@hotmail.com

²Departamento de Agricultura, Instituto Federal do Ceará, Campus-Tianguá. Avenida Tabelaão Luiz Nogueira de Lima SN, Bairro: Santo Antônio, Cep: 62324-079, Tianguá, Ceará – Brasil, adeilson.nascimento@ifce.br

³Pós graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Rodovia 079 - Km 12 – Caixa Postal 66 – Cep: 58397-000, Areia, Paraíba – Brasil, lofeca1946@yahoo.com.br

⁴Doutora, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Rodovia 079 -Km 12 – Caixa Postal 66 – Cep: 58397-000, Areia, Paraíba – Brasil, marlene_agro@hotmail.com

⁵Bolsista DCR-Fapesq-CNPq, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba, Rodovia PB 079 - Km 12, CEP: 58.397-000, Areia, Paraíba, Brasil, bezerra_ftc@yahoo.com.br

⁶Departamento de Agricultura, Instituto Federal do Ceará, Campus-Tianguá. Avenida Tabelaão Luiz Nogueira de Lima SN, Bairro: Santo Antônio, Cep: 62324-079, Tianguá, Ceará – Brasil, clemil@ifce.edu.br

*Artigo oriundo da Tese de Doutorado de Sherly Aparecida da Silva Medeiros: “Fertilidade do solo, nutrição, fisiologia e produção do maracujazeiro amarelo sob irrigação e adubação organomineral”. UFPB, 2018.

1 RESUMO

O experimento foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a nutrição foliar do maracujazeiro amarelo Sol do Cerrado submetido a lâminas de irrigação, fontes de matéria orgânica e doses de fósforo. O trabalho foi instalado no Instituto Federal do Ceará - *Campus* Tianguá, em um Neossolo Quartzarênico. Os tratamentos foram organizados em parcelas subdivididas obedecendo ao esquema 2 × (3 × 5), com as parcelas principais sendo as lâminas de irrigação (100% e 70% da evapotranspiração da cultura- ETc) e as subparcelas as combinações entre as fontes de matéria orgânica (esterco bovino, cama de frango e não uso de adubação orgânica) e as doses de fósforo aplicadas (0, 40, 80, 120 e 160 kg ha⁻¹ de P₂O₅). As doses de fósforo foram aplicadas em dois momentos: no preparo das covas (aplicação de 50% da dose) e no início da floração das plantas (demais 50%). Folhas dos ramos medianos das plantas foram coletadas no início da floração para avaliação de estado nutricional. Após análise dos dados no programa SAS, verificou-se que, independentemente da lâmina de irrigação aplicada, a adubação fosfatada associada à adubação orgânica proporcionou suprimento adequado de nitrogênio e enxofre e deficiência de fósforo, potássio e cálcio.

Palavras-chave: *Passiflora edulis*, nutrição, insumo orgânico.

MEDEIROS, S. A. S.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F.; BEZERRA, M. A. F.; BEZERRA, F. T. C.; FERREIRA, C. S.
NUTRITIONAL STATUS OF IRRIGATED YELLOW PASSION FRUITS UNDER ORGANOMINERAL FERTILIZATION

2 ABSTRACT

The experiment was designed to assess the foliar nutrition of Sol do Cerrado yellow passion fruit subjected to various irrigation depths, organic matter sources, and phosphorus doses. The work was carried out at the Federal Institute of Ceara, Tianguá Campus, on a Quartzarenic Neosol. The treatments were organized into subdivided plots according to a $2 \times (3 \times 5)$ scheme, with the main plots being the irrigation depths (100% and 70% of crop evapotranspiration - ETC) and the subplots being the combinations between the sources of organic matter (cattle manure, chicken litter and no use of organic fertilizer) and the doses of phosphorus applied (0, 40, 80, 120 and 160 kg ha⁻¹ of P₂O₅). The phosphorus doses were applied at two different times: when the planting holes were prepared (50% of the dose) and at the start of the flowering phase (the other 50%). Leaves from the middle branches of the plants were collected at the beginning of the flowering phase to assess their nutritional status. After the data were analyzed via SAS software, regardless of the irrigation rate applied, phosphate fertilization combined with organic fertilization provided an adequate supply of nitrogen and sulfur and a deficiency in phosphorus, potassium, and calcium.

Keywords: *Passiflora edulis*, nutrition, organic input.

3 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims.) é uma fruteira tropical nativa explorada comercialmente que apresenta grande importância econômica para o Brasil, o qual ocupa ao mesmo tempo o status de maior produtor e consumidor mundial (FALEIRO *et al.*; 2020). A Região Nordeste do Brasil, em 2022, se destacou como a maior produtora nacional ao produzir 486.893 toneladas desse fruto, o que equivaleu a 69,8% da produção total brasileira (IBGE, 2023). Localizada na Região Nordeste, especificamente no estado do Ceará, a Região denominada como Serra da Ibiapaba vêm contribuindo expressivamente com a produção nordestina. Todavia, verifica-se nessa região baixa produtividade, o que infelizmente é reflexo do que ocorre na Região Nordeste como um todo, a qual apresenta produtividade de apenas 15,30 t ha⁻¹ (IBGE, 2023), quando o rendimento potencial da cultura pode superar produtividades de 50 t ha⁻¹ (FALEIRO *et al.*; 2020).

Isto significa que, apesar dos avanços na pesquisa agrícola e dos investimentos em

novos genótipos, a cadeia produtiva desta frutífera ainda enfrenta problemas. Parte desses problemas está relacionada à inadequação na adubação e nutrição das plantas, resultando em baixas produtividades. Além disso, é necessário considerar a importância da irrigação em áreas onde a precipitação é insuficiente ou a distribuição das chuvas é irregular (LIRA *et al.*, 2016).

O fósforo interfere positivamente no metabolismo das plantas, desempenhando um papel importante no armazenamento e transferência de energia, na respiração e no processo fotossintético (MARSCHNER, 2012). Diante das inúmeras funções exercidas pelo fósforo para a planta. Nascimento *et al.* (2011) afirmam que a nutrição mineral é um dos principais fatores que contribuem para o aumento do desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos, principalmente em solos de regiões tropicais, os quais geralmente apresentam baixa fertilidade.

Com relação aos adubos orgânicos, o esterco bovino é a fonte preferida pelos produtores para fornecer matéria orgânica ao solo (NASCIMENTO *et al.*, 2016). No

entanto, a utilização fontes mais ricas em nutrientes, como a cama de frango, que é abundante na região da Ibiapaba - CE, pode aumentar a produtividade do maracujazeiro amarelo. O carbono orgânico contido nesses materiais serve como fonte de energia para a biomassa microbiana do solo, melhora as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, e é uma opção importante para a manutenção de práticas agrícolas sustentáveis (YANG *et al.*, 2016).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a composição nutricional das plantas de maracujazeiro amarelo submetidas à redução de lâmina de irrigação, adubação fosfatada e aplicação de matéria orgânica.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no período de março de 2016 a março de 2017 no Instituto Federal do Ceará, localizado no município de Tianguá-CE, inserido na Região da Serra da Ibiapaba. O clima da região é do tipo Aw', segundo Köppen (ALVAREZ *et al.*, 2014), que significa tropical com estação seca de inverno e chuvas de verão. A precipitação total registrada no período do experimento foi de 691,8 mm (Figura 1).

Antes do início do experimento, foi coletada uma amostra composta de seis amostras simples de solo da área experimental, na camada de 0 a 40 cm, para a caracterização química de fertilidade e análise física (Tabela 1), empregando as metodologias descritas em Embrapa (2017). O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico.

Tabela 1. Caracterização química e física do solo quanto à fertilidade na profundidade de 0 - 40 cm, antes da instalação do experimento

Atributos químicos ¹		Atributos físicos ²	
pH H ₂ O (1:2,5)	5,40	Areia total (g kg ⁻¹)	746
P (mg dm ⁻³)	5,50	Silte (g kg ⁻¹)	111
K ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,16	Argila (g kg ⁻¹)	143
Na ⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,01	Ad (g kg ⁻¹)	68,30
Ca ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,30	Grau de flocculação (%)	52,23
Mg ²⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,75	Densidade do solo (kg dm ⁻³)	1,47
SB (cmol _c dm ⁻³)	2,22	Densidade de partícula (kg dm ⁻³)	2,65
Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	0,15	Porosidade total (m ³ m ⁻³)	0,45
H ⁺ +Al ³⁺ (cmol _c dm ⁻³)	1,95	Umidade a - 0,033MPa (g kg ⁻¹)	120
PST	0,24	Umidade a - 1,500 MPa (g kg ⁻¹)	90
CTC (cmol _c dm ⁻³)	4,17	Adi (g kg ⁻¹)	30,00
V(%)	53,24	Classificação textural:	Franco Arenoso
MO (g kg ⁻¹)	19,50		

pH (potencial hidrogeniônico) em água; P (fósforo), K⁺ (potássio) e Na²⁺ (sódio) com extrato Mehlich 1; Ca²⁺ (cálcio), Mg²⁺ (magnésio) e Al³⁺ (alumínio) com extrator KCl 1M; H⁺ + Al³⁺ (hidrogênio mais alumínio) com extrator acetato de cálcio 0,5 M a pH 7,0; SB (soma de bases) = K⁺ + Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺; CTC (capacidade de troca de cátions) = SB + H⁺ + Al³⁺; V (saturação por bases) = (SB/CTC) x 100; PST (percentagem de sódio trocável) = (Na⁺/CTC) x 100; m (saturação por alumínio) = (Al³⁺/CTC) x 100; MO (matéria orgânica) = carbono orgânico x 1,724, método Walkley-Black; Adi= água disponível; Granulometria pelo método do densímetro, dispersante NaOH 1 M; Ad (argila dispersa em água)

Fonte: Autores (2017)

Tabela 2. Caracterização química do esterco e cama-de-frango utilizados na adubação orgânica

Variável	Insumos Orgânicos	
	Esterco Bovino	Cama de frango
Matéria Orgânica (g kg ⁻¹)	712,7	705,3
Nitrogênio (g kg ⁻¹)	14,5	14,8
Fósforo total (g kg ⁻¹)	6,4	13,6
Potássio (g kg ⁻¹)	10,4	15
Cálcio (g kg ⁻¹)	1,44	4,5
Magnésio (g kg ⁻¹)	7,0	2,8
Enxofre (g kg ⁻¹)	0,0	0,0
Ferro (g kg ⁻¹)	4,6	2,1
Manganês (mg kg)	684,0	168,9
Cobre (mg kg)	53,4	0,0
Zinco (mg kg)	71,3	15,2
Boro (mg kg)	100	0,0
Sódio (mg kg)	400	230
Cinzas (g kg ⁻¹)	284,3	294,7
Umidade (g kg ⁻¹)	52,2	39,0
Densidade (g dm ⁻³)	0,5	0,2
Soma de NPK (g kg ⁻¹)	31,8	40,4
pH	7,7	6,1

Fonte: Autores (2017).

As covas foram preparadas com dimensões de 40 × 40 × 40 cm, mantendo distâncias de plantio de 2,5 m entre linhas e 3,0 m entre plantas. Devido ao baixo teor de cálcio e pH abaixo de 5,5, foi fornecido calcário dolomítico com PRNT de 91%, contendo CaO = 32% e MgO = 15% segundo recomendação de Cavalcanti *et al.* (2008), sendo aplicado 30 dias antes do preparo das covas.

O esterco bovino e a cama de frango foram caracterizados quimicamente conforme metodologia contida em Embrapa (2017). Esses adubos foram aplicados para aumentar o teor de matéria orgânica no solo de 1,9 para 4%. Metade da quantidade recomendada foi aplicada durante o preparo das covas, juntamente com o calcário, e o restante foi aplicado no início da floração das plantas, simultaneamente com a segunda aplicação das doses de fósforo.

As sementes do híbrido Sol do Cerrado foram adquiridas da Empresa Agrocinco *seeds e value*. As mudas foram produzidas em estufa telada, em bandejas de 162 células, utilizando como substrato vermiculita e fibra de coco lavada. O transplantio foi realizado na primeira semana de março de 2016, quando as mudas atingiram em média 25 cm de altura, e todas apresentaram 100% de pegamento. As plantas foram conduzidas em sistema de espaldeira vertical simples, composto por um arame liso nº 12 instalado no topo de estacas de 2,20 m de altura. O cálculo dos insumos orgânicos, cama de frango e esterco bovino, foi realizado com percentuais de 2,27% e 1,66% na primeira aplicação, e 1,14% e 1,04% na segunda aplicação com o intuito de aumentar o teor de matéria orgânica do solo de 1,9% para 4%. Para isso, utilizou-se a expressão sugerida por Nascimento *et al.* (2016), Equação 1.

$$\text{DFO} = (\text{NMOA}-\text{NMOE}) \times \text{Vc} \times \text{Ds} \times \text{Ui}/\text{TMOi} \quad (1)$$

Onde:

DFO = Dosagem da fonte orgânica a ser aplicada nas covas (kg por cova)

NMOA = Nível da matéria orgânica a ser atingida (g kg^{-1})

NMES = Nível da matéria orgânica existente no solo (g kg^{-1})

Vc = volume da cova (cm^{-3})

Ds = Densidade do solo (g cm^{-3})

Ui = Umidade do insumo (%)

TMOi = Teor de matéria orgânica existente no insumo.

As doses de fósforo de 0, 40, 80, 120 e 160 kg ha^{-1} P_2O_5 foram baseadas na recomendação de 80 kg ha^{-1} P_2O_5 sugerida por Cavalcanti (2008) para o cultivo de maracujazeiro amarelo no estado de Pernambuco. Essa recomendação foi ajustada para as doses de 80, 40 e 0, e aumentada para 120 e 160. As doses correspondentes foram aplicadas na forma de superfosfato simples, que contém 18% de % P_2O_5 , 12% de S e 20% de Ca. A aplicação foi dividida em duas etapas: 50% das doses foram utilizadas na preparação das covas, enquanto a outra metade foi aplicada no início da floração das plantas.

Assim como realizado para as doses de fósforo, o procedimento de aplicação dos adubos orgânicos, esterco bovino (EB) e a cama de frango (CF) (Tabela 2), ocorreu em duas etapas: a primeira metade durante o preparo das covas e a segunda no início da floração das plantas. Conforme mencionado, os insumos orgânicos foram utilizados com a finalidade de aumentar o teor de matéria orgânica do solo de 1,9% para 4%. As doses correspondentes a 100% do esterco bovino e da cama de frango foram, respectivamente, 2,4 kg e 3,0 kg, com as aplicações compostas por 50% de cada fonte orgânica.

A adubação em cobertura com N e K seguiu a recomendação de Cavalcanti *et al.* (2008) para a cultura do maracujazeiro no Estado de Pernambuco. Ambos os nutrientes foram fornecidos na forma de ureia (45% de N) e cloreto de potássio (60% de K_2O), respectivamente, aos 30 e 60 dias após o transplante, nas quantidades de 15 g de N e 7,5 K_2O por planta. Durante o período de floração e aos 90 dias após o transplante, foram fornecidos 22,5 g de N e 11,25 g de K_2O por planta.

A irrigação foi realizada utilizando o método de gotejamento, com o uso de dois gotejadores iDrop autocompensantes de carga hidráulica, com vazão de 7,8 L h^{-1} , por planta, distanciados a 20 cm do caule. A frequência de irrigação adotada foi de dois em dois dias, aplicando-se lâminas de água referentes à reposição de 100% e 70% da evapotranspiração da cultura (ETc), que foi calculada a partir da evapotranspiração de referência (ETo). A ETo foi estimada multiplicando a evaporação do tanque classe 'A' pelo fator 0,75, conforme descrito por Souza *et al.* (2009) para a Região do Vale do Curu, em Pentecoste, CE. Os coeficientes de cultivo (kc) adotados variaram conforme as fases fenológicas da cultura: 0,69 na fase inicial até os 70 dias após o plantio (DAP), 0,92 na fase vegetativa dos 71 aos 110 DAP e 1,08 na fase reprodutiva, dos 111 DAP até o final da colheita. A água utilizada para irrigação foi proveniente de um poço tubular próximo à área experimental, cuja qualidade foi avaliada conforme metodologia de Richards (1954), apresentando uma caracterização analisada quanto ao risco de salinidade e sodicidade do solo, conforme indicado na Tabela 3.

Tabela 3. Caracterização química da água de irrigação utilizada durante o experimento

pH	CE	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	SO ₄ ⁻²	CO ₃ ⁻²	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	RAS	Classe
	dS m ⁻¹	-----mmol _c L ⁻¹ -----									
4,9	0,62	0,12	0,32	5,00	0,62	1,33	0,00	0,00	5,75	10,67	C ₂ S ₂

Fonte: Autores (2017).

CE = Condutividade elétrica

RAS = Razão de adsorção de sódio

RAS = $Na^+ / [(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2]^{1/2}$

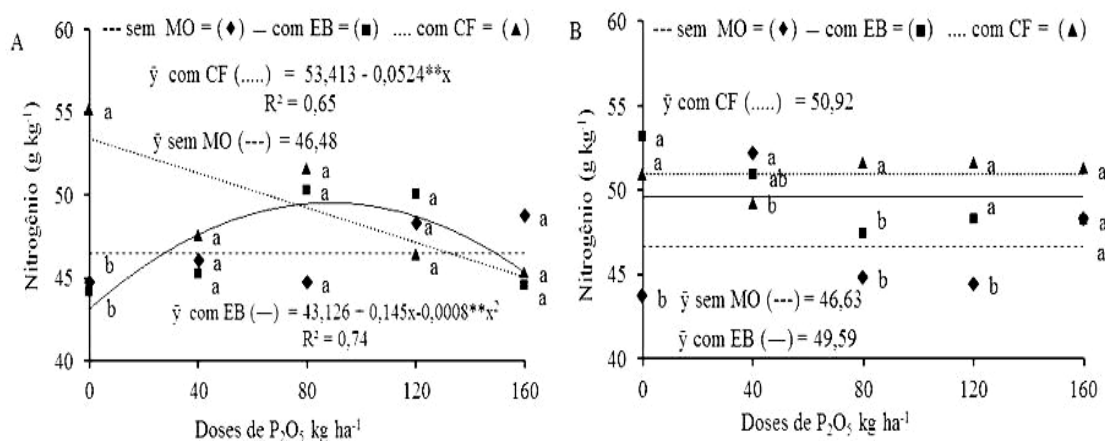
Durante o início da floração, foram coletadas amostras de folhas dos ramos medianos das plantas (4ª folha a partir da ponta) em cada parcela, com o objetivo de avaliar o estado nutricional das plantas. Essas amostras foram submetidas à metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997) e enviadas para análise no Laboratório Agrônomo de Campinas-São Paulo (LAGRO) para determinação do estado nutricional das plantas.

Os dados obtidos foram analisados por meio da análise de variância, utilizando o teste F ($p \leq 0,05$), a fim de verificar os efeitos dos fatores isoladamente e suas interações. A comparação entre as fontes de matéria orgânica e as lâminas de irrigação foi realizada pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$), enquanto as doses de fósforo foram analisadas por regressão, utilizando o software SAS® University (CODY, 2015).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de maracujazeiro irrigadas com a lâmina de maior disponibilidade hídrica, adubadas com fósforo e sem a aplicação de insumos orgânicos (Figura 1A), apresentaram valores de nitrogênio na matéria seca foliar que não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, sendo representados pela média de 46,49 g kg⁻¹. Embora não tenha havido diferença estatística entre os insumos a partir da dose de 40 kg ha⁻¹, verifica-se que o tratamento com esterco bovino resultou em um valor máximo de nitrogênio foliar de 49,7 g kg⁻¹, obtido com a dose máxima estimada de 91 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Em contrapartida, a utilização de cama de frango como fonte orgânica levou a uma redução nos teores de nitrogênio na matéria seca foliar conforme as doses de fósforo aumentaram.

Figura 1. Teores de nitrogênio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....)



Fonte: Autores (2023).

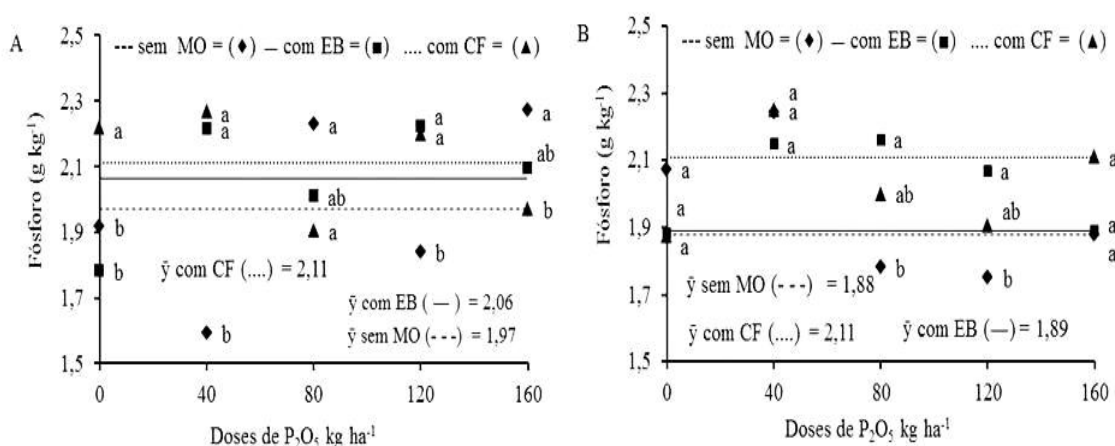
Quando as plantas foram irrigadas com uma lâmina de água referente a 70% da ETc (Figura 1B), os valores resultantes da aplicação de doses de fósforo associadas ao fornecimento de fontes orgânicas não se adequaram a nenhum modelo de regressão e foram representadas pelos valores médios de 46,63, 49,59, 50,92 g kg⁻¹ para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, respectivamente. Mesmo sem ajuste para a regressão, é possível verificar a superioridade da cama de frango quando as plantas foram adubadas com a dose de 80 kg ha⁻¹.

Os valores registrados ficaram acima do intervalo considerado adequado para a cultura, que varia entre 40 e 50 g kg⁻¹ (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). A matéria orgânica tem a capacidade de reter água no solo, o que contribui para a obtenção de resultados dentro dos níveis adequados, mesmo com a redução da lâmina de água aplicada (ERNANI et al., 2007; KLEIN; KLEIN, 2015). Além disso, a matéria orgânica também fornece nutrientes essenciais para as plantas (Tabela 2). Os dados corroboram com os registrados por Santos *et al.* (2018) que verificaram que o

fornecimento de P₂O₅ elevou o teor de N nas plantas de maracujazeiro até o valor máximo de 47,0 g kg⁻¹. Resultados semelhantes foram observados por Silva *et al.* (2015), que identificaram um aumento nos teores de nitrogênio em plantas de maracujazeiro silvestre. Assim, doses adequadas desses nutrientes proporcionam aumentos na absorção desses elementos, no entanto, o excesso de um desses elementos pode inibir a absorção do outro (CERUTTI; DELATORRE, 2013).

Os teores de fósforo na matéria seca das folhas, embora tenham respondido às variações das fontes estudadas, associadas à maior lâmina de irrigação e ao fornecimento de fósforo e matéria orgânica, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado (Figura 2A). Os valores médios de 1,97; 2,06 e 2,11 g kg⁻¹ de fósforo indicam superioridade de 7,1 e 4,6% dos tratamentos com cama de frango e esterco bovino, respectivamente, em comparação com as plantas sem nenhuma fonte orgânica. A superioridade da cama de frango deve-se aos altos teores de fósforo em sua composição química (Tabela 2).

Figura 2. Teores de fósforo em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (...)



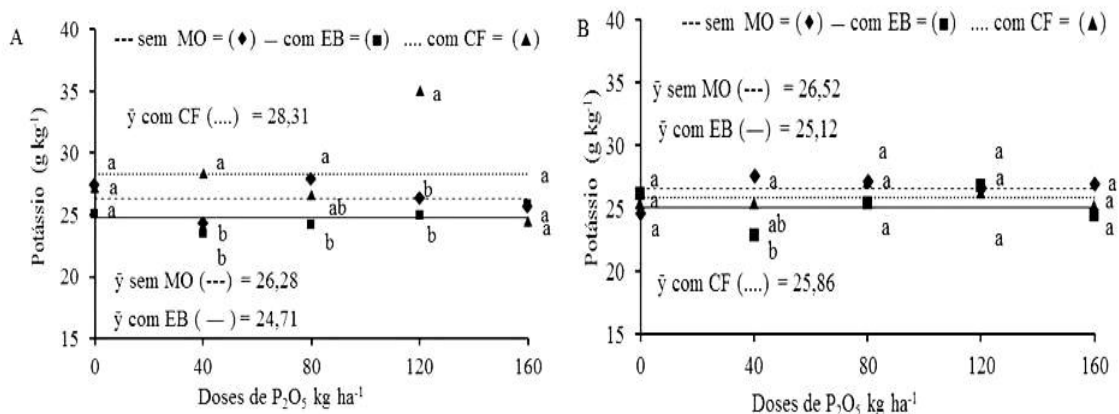
Fonte: Autores (2023).

Quando as plantas receberam a lâmina de irrigação correspondente a 70% da evapotranspiração da cultura (Figura 2B), os valores resultantes da aplicação de matéria orgânica não se adequaram a nenhum modelo de regressão, sendo representados pelas médias de 1,88, 1,89, 2,11 g kg⁻¹, respectivamente, para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango. Considerando o indicado por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997), os teores máximos obtidos nesse experimento estão abaixo do nível crítico para a cultura do maracujazeiro amarelo, que varia entre 4,0 e 5,0 g kg⁻¹. A superioridade dos teores de fósforo no solo com adubação fosfatada não se traduziu em teores superiores desse elemento na matéria seca das plantas. Os menores teores de fósforo nas plantas adubadas com fósforo e matéria orgânica deve estar ligado ao crescimento vegetativo mais vigoroso dessas plantas, resultando em maior produção de matéria seca.

De acordo com Barreti *et al.* (2008), uma maior produção de matéria seca pode provocar um efeito de diluição de nutrientes no tecido, ou ainda pode estar relacionada ao fato de o fósforo ter sido fornecido de forma parcelada, tanto no preparo das covas quanto no início da floração. Os dados apresentados nesta pesquisa diferem dos obtidos por Santos *et al.* (2018), que encontraram plantas adequadamente supridas em fósforo após a aplicação do nutriente.

Os valores de acúmulo de potássio na matéria seca foliar de maracujazeiro, obtidos com a aplicação da lâmina correspondente a 100% da evapotranspiração da cultura, adubação fosfatada e aplicação de matéria orgânica, não se ajustaram a nenhum modelo de regressão. Os resultados médios encontrados foram de 26,28 g kg⁻¹ para o solo tratado sem matéria orgânica, 24,71 g kg⁻¹ para o solo adubado com esterco bovino e 28,31 g kg⁻¹ para o solo adubado com cama de frango (Figura 3A).

Figura 3. Teores de potássio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (...)



Fonte: (Autores, 2023).

Quando as plantas foram irrigadas com 70% da evapotranspiração da cultura, os valores referentes à aplicação de fósforo e fornecimento de matéria orgânica não apresentaram ajustes significativos nos dados. Os valores médios de potássio permaneceram em 26,52; 25,52; e 25,86 g kg⁻¹ respectivamente, para as plantas

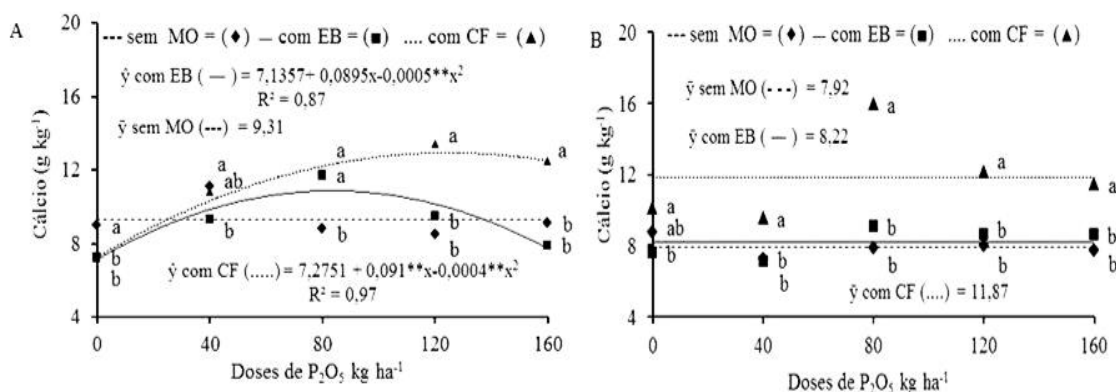
tratadas sem fornecimento de matéria orgânica, com adubação de esterco bovino e com adubação cama de frango (Figura 3B). Os valores registrados são semelhantes aos verificados por Nascimento *et al.* (2011), que obtiveram valores entre 20,66 e 27,18 g kg⁻¹ de potássio na matéria seca de maracujazeiro amarelo com o aumento das

doses de insumo orgânico. Os teores de potássio obtidos neste experimento são insuficientes para o suprimento adequado do maracujazeiro amarelo, considerando que os valores adequados estão entre 35 e 45 g kg⁻¹ (MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A., 1997). Por outro lado, os resultados estão em concordância com Oliveira (2002), que considera a faixa suficiente de 20 a 30 g kg⁻¹ de potássio, o que enquadraria os valores obtidos como adequados para a cultura, mesmo com a redução do volume de água aplicado. Os dados também estão de consonância com os verificados por Sousa et al. (2008) ao avaliarem níveis de irrigação e doses de

potássio sobre os teores de nutrientes do maracujazeiro amarelo.

Os valores de cálcio quando o solo foi irrigado com a maior lâmina de água e tratado com doses de fósforo associadas à cama de frango, atingiram o valor máximo estimado de 12,5 kg⁻¹, com uma aplicação de 113,75 kg⁻¹ de P₂O₅. No solo tratado com esterco bovino, os teores de cálcio aumentaram até o valor máximo de 11,1 kg⁻¹, referente a uma dose máxima estimada de 90 kg⁻¹. No solo que não recebeu nenhum tipo de adubação orgânica, os valores não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado, e assim ficou representado pela média de 9,31 kg⁻¹ (Figura 4A).

Figura 4. Teores de cálcio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....)



Fonte: Autores (2023)

Quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de 70% da ETc e adubadas com matéria orgânica, os valores não se ajustaram a nenhum modelo de regressão aplicado e foram representados pelas médias 7,92, 8,22 e 11,87 g kg⁻¹ de cálcio, respectivamente, para o solo sem matéria orgânica, com esterco bovino e com cama de frango, constando-se mais uma vez a superioridade da cama de frango na absorção de nutrientes (Figura 4B).

Embora os valores estejam fora da faixa recomendada para o maracujazeiro amarelo, observa-se uma superioridade da cama de frango em relação ao esterco bovino

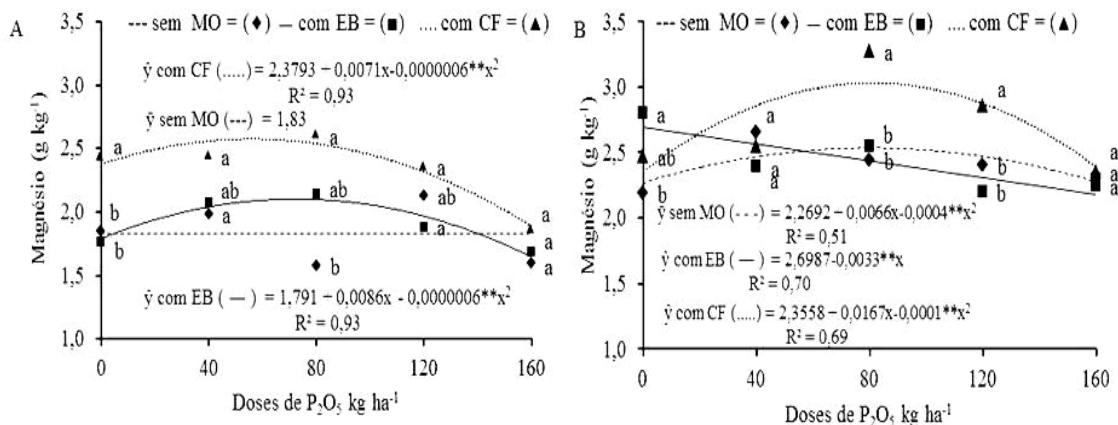
em ambas as lâminas de irrigação fornecidas, devido à maior concentração de nutrientes em sua composição química (Tabela 2). Considerando que os teores adequados de cálcio para o maracujazeiro variam entre 15 e 20 g kg⁻¹ (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), as plantas não foram adequadamente supridas com esse nutriente (Figura 4).

Quanto aos teores de magnésio na matéria seca foliar, observa-se que a dose máxima estimada de 71 g kg⁻¹ de P₂O₅ foi responsável pelo valor máximo de 2,90 g kg⁻¹ de magnésio quando as plantas foram irrigadas com a lâmina de 100% da

evapotranspiração da cultura e adubadas com cama de frango. Na mesma condição de irrigação, quando as plantas foram adubadas

com esterco bovino, o valor máximo obtido para o nutriente foi de 2,50 g kg⁻¹, com a dose estimada de 80 kg ha⁻¹ (Figura 5A).

Figura 5. Teores de magnésio em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (- - -), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....)



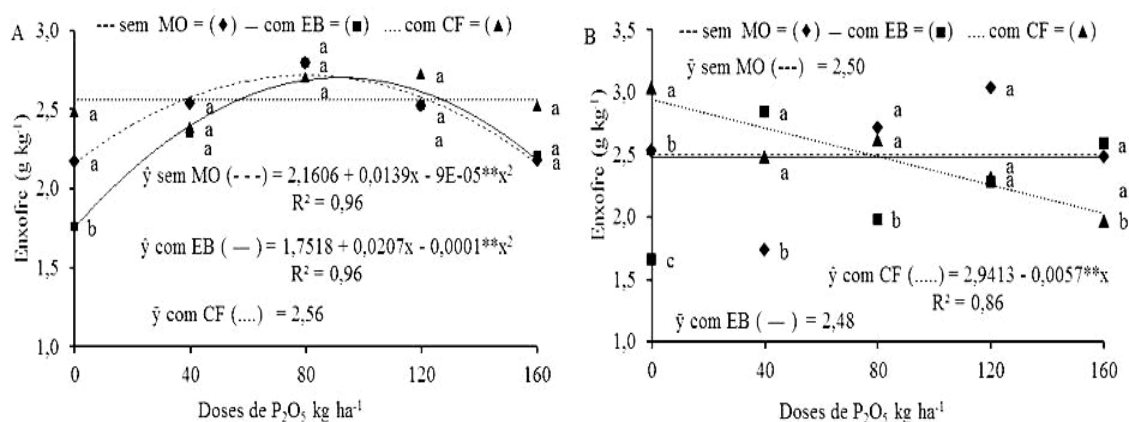
Fonte: Autores (2023).

Quando as plantas não receberam nenhum tipo de adubação orgânica, os dados não se adequaram a nenhum modelo de regressão aplicado e estão representados pela média de 1,83 g kg⁻¹. Quando, as plantas foram irrigadas com a menor lâmina de água, juntamente com a aplicação de fósforo e cama de frango, a dose máxima estimada de 84 kg ha⁻¹ resultou em valores aproximadamente 3,1 g kg⁻¹ de magnésio (Figura 5B), o que significa está dentro do intervalo de 3 a 4 g kg⁻¹, considerado adequados para a cultura do maracujazeiro amarelo (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Em geral, os baixos valores desses teores podem ser atribuídos ao pH baixo do solo, à baixa concentração desse nutriente no solo, além dos elevados teores de potássio e da presença de cálcio proveniente do superfosfato simples, fatores que inibem a absorção do magnésio (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Dados de Santos *et al.* (2018), relataram que as plantas de maracujazeiro adubadas com

superfosfato simples apresentaram valores superiores ao intervalo de 3 a 4 g kg⁻¹.

Os teores de enxofre na matéria seca foliar de maracujazeiro amarelo, sob a lâmina de maior disponibilidade hídrica (Figura 6A), mostraram que os valores referentes à aplicação de cama de frango não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando um valor médio de 2,56 g kg⁻¹. Quando as plantas foram adubadas com esterco bovino, a dose máxima estimada, responsável pelo valor máximo de 2,8 g kg⁻¹, foi de 104 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Nos tratamentos sem matéria orgânica e com esterco bovino, sob a menor lâmina de irrigação (Figura 6B), os resultados médios foram de 2,50 e 2,48 g kg⁻¹, respectivamente, para os tratamentos sem matéria orgânica e com esterco bovino, que também não se ajustaram ao modelo de regressão aplicado. Por outro lado, a cama de frango promoveu uma redução linear dos teores de enxofre, diminuindo de 2,94 g kg⁻¹ para 1,97 g kg⁻¹ da menor para a maior dose de fósforo.

Figura 6. Teores de enxofre em matéria seca de plantas de maracujazeiro amarelo submetidas a lâminas de irrigação 100% (A) e 70% da ETc (B) e a doses de P₂O₅ em solo sem matéria orgânica (---), com esterco bovino (—) e com cama de frango (....)



Fonte: Autores (2023).

Observa-se que os teores de enxofre foram inferiores quando as plantas receberam a lâmina de irrigação correspondente à menor disponibilidade hídrica (Figura 6). Isso pode ser explicado pelo fato de que o fluxo de água absorvida pela planta ser uma importante via de transporte de nutrientes dissolvidos do solo até a superfície radicular, onde a absorção ocorre (TAIZ *et al.*, 2017). Essa dinâmica é especialmente significativa para o enxofre, pois esse nutriente é absorvido principalmente por fluxo de massa.

De modo geral, os teores máximos de enxofre obtidos neste trabalho superam a variação de 2 a 3 g kg⁻¹, indicando que as plantas estavam suficientemente supridas com esse nutriente segundo recomendações de (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997). Isso se deve, em parte, à presença de 12% de enxofre no superfosfato simples, que contribuiu para um suprimento adequado às plantas. Esses resultados estão alinhados com os encontrados por Santos *et al.* (2018), que também observaram níveis semelhantes ao aplicarem superfosfato simples em plantas de maracujazeiro amarelo.

6 CONCLUSÃO

A adubação fosfatada associada à adubação orgânica proporcionou uma nutrição adequada das plantas de maracujazeiro em nitrogênio e enxofre, independentemente da lâmina de água fornecida. Embora as plantas estivessem bem supridas em nitrogênio, magnésio e enxofre, os níveis de fósforo, potássio e cálcio não atenderam às necessidades da cultura do maracujazeiro amarelo.

7 REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; Sparovek, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil. Acesso 22 de Jul. 2018.

BARRETI, P. B.; SOUZA, R.M.; POZZA, A.A.A.; POZZA, E. A.; CARVALHO,

- J.G.; SOUZA, J.T. Aumento da eficiência nutricional de tomateiros inoculados com bactérias endofíticas promotoras de crescimento. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Viçosa, v. 32, p. 1541-1548, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400018>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/WpJ9RLKtDFVkhHt8GGDXBrMR/?lang=pt>. Acesso em 24 de Jul. 2018.
- CERUTTI, T.; DELATORRE, C. A. Nitrogen and phosphorus interaction and cytokinin: Responses of the primary root of *Arabidopsis thaliana* and the *pdr1* mutant. **Plant Science**, Limerick, v. 198, p. 91-97, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2012.10.007>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S016894521200218X>. Acesso em: 20 de mai. 2021.
- CAVALCANTI, J. C. P. **Recomendações de adubação para o estado do Pernambuco** (2ª aproximação). 3. ed. Recife: Instituto Agrônômico do Pernambuco, 2008.
- CODY, R. **An Introduction to SAS University Edition**. Cary: SAS Institute, 2015.
- EMBRAPA. **Manual de metodologia de análise de solo**. 3 ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- ERNANI, P. R.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Potássio In.: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B. NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. cap. 9, p. 471-550.
- FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; JESUS, O. N.; CENCI, S. A.; MACHADO, C. F.; ROSA, R. C. C.; COSTA, A. M.; JUNQUEIRA, K. P.; JUNGHANS, T. G. Maracuyá: *Passiflora Edulis Sims*. In: CARLOSAMA, A. R.; FALEIRO, F. G.; MORERA, M. P.; COSTA, A. M. **Pasifloras: Especies cultivadas en el mundo**. Brasília, DF: **Embrapa Cerrados**, 2020. cap. 1, p. 15-28.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. Brasília, DF: IBGE, 2023. Disponível em <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>. Acesso em: 6 jul. 2024.
- KLEIN, C.; KLEIN, A. Estratégias para potencializar a retenção e disponibilidade de água no solo. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 1, p. 21-29, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2236117014990>. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br>. Acesso em: 15 jan. 2018.
- LIRA, R.M.; SANTOS, A. N.; SILVA, J. S.; BARNABÉ, J. M. C.; SILVA BARROS, M; RAMALHO, H. A utilização de águas de qualidade inferior na agricultura irrigada. The use of lower quality water in irrigated agriculture. **Revista Geama**, Recife, v. 3, n. 1, p. 62-83, 2016.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafós, 1997.
- MARSCHNER, P. **Marschner's mineral nutrition of higher plants**. 3rd ed. London: Elsevier, 2012.
- NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, L. F. C.; DANTAS, S. A. G.; SILVA, S. A. Estado nutricional de maracujazeiro-amarelo irrigado com água salina e adubação organomineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.

- 33, p. 729-735, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452011000500102>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbf/a/pjNr4GSxDTGW89SJMsthy4k/>. Acesso em 20 de Jun. 2018.
- NASCIMENTO, J. A. M.; SOUTO, J. S.; PERREIRA, W.E.; MEDEIROS, S.A.S.; CAVALCANTE, L. F. Macronutrients in watermelon plants fertilized with potassium and cattle manure. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 9, p.836-840, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v20n9p836-840>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/pDgTbgPhkfHHwVvJFqsbsJF/>. Acesso em 20 de Jul. 2018.
- OLIVEIRA, S. A. Análise foliar. In: SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. (ed.). **Cerrado**: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. p. 245-256.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkaline soils**. Washington: United States Salinity Laboratory Staff, 1954. 160 p. (Agriculture, 60).
- SANTOS, G. P.; CAVALCANTE, L. F.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA NETO, A. J.; MEDEIROS, S. A. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Nutritional status of yellow passion fruit fertilized with phosphorus sources and doses. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, Temuco, v. 18, n. 2, p. 388-402, 2018. DOI:<http://dx.doi.org/10.4067/S071895162018005001204>. Disponível em: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162018000200388. Acesso em 18 de Jul. 2020.
- SILVA, E. M.; MELO, N. F.; MENDES, A. M. S.; ARAÚJO, F. P.; MAIA, L. C.; YANO-MELO, A. M. Response of *Passiflora setacea* to mycorrhization and phosphate fertilization in a Semiarid Region of Brazil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 38, n. 3, p. 431-442, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.934472>. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01904167.2014.934472>. Acesso em 14 fev. 2020.
- SOUSA, V. F.; FOLEGGATTI, M. V.; FRIZZONE, J. A.; DIAS, T. J.; ALBUQUERQUE JUNIOR, B.; BATISTA, ERASMO. C. Níveis de irrigação e doses de potássio sobre os teores foliares de nutrientes do maracujazeiro amarelo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 12, n. 1, p.41-46, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662008000100006>. Disponível em: <https://www.scielo.br>. Acesso em 15 jul. 2018.
- SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A.; TEÓFILO, E. M.; CAVALCANTE, Í. H. L. Evapotranspiração do Maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 11-16, 2009.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. cap. 7, p. 300-322.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

YANG, R.; MO Y.; LIU, C.; WANG, Y.; MA, J.; ZHANG, Y.; LI, H.; ZHANG, X. The effects of cattle manure and garlic rotation on soil under continuous cropping of watermelon (*Citrulluslanatus* L.). **PLoS ONE**, São Francisco, v. 11, n. 6, p. 1-15,

2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0156515>. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0156515>. Acesso em 20 Jul. 2018.