

## Fertilização organomineral e águas salinas na produção de fitomassa de *Capsicum annuum*

Francisco de Oliveira Mesquita<sup>[1]</sup>, Antônio Gustavo de Luna Souto<sup>[2]</sup>,  
Adriana Araújo Diniz<sup>[3]</sup>, Jackson de Mesquita Alves<sup>[4]</sup>, Alex Serafim de Lima<sup>[5]</sup>,  
André Japiassú<sup>[6]</sup>, Francisco Roberto de Azevedo<sup>[7]</sup>

<sup>[1]</sup>mesquitaagro@yahoo.com.br. Instituto Nacional do Semiárido – INSA. <sup>[2]</sup>gusluso@hotmail.com. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. <sup>[3]</sup>adrisolos@bol.com.br. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA. <sup>[4]</sup>mesquitajackson2018@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. <sup>[5]</sup>alexcdf14@gmail.com. Universidade Federal da Paraíba – UFPB. <sup>[6]</sup>japiassuagro@gmail.com. Universidade Federal de Campina Grande – UFCG. <sup>[7]</sup>roberto.azevedo@ufca.edu.br. Universidade Federal do Cariri – UFCA.

### RESUMO

Um experimento foi executado em casa de vegetação, no período de março a abril de 2018, no município de Crato-CE, com o objetivo de avaliar os efeitos de biofertilizantes (comum e rico quimicamente) em substrato irrigado com diferentes composições de águas salinas sobre a produção de fitomassa de mudas de pimentão amarelo, variedade Sucesso (952). O experimento foi desenvolvido utilizando um material ou substrato dos primeiros 20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições, referentes aos valores de condutividade elétrica da água (CEa) de irrigação 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, no solo sem o insumo orgânico, no solo com biofertilizante comum e, ainda, no solo com biofertilizante rico, totalizando 45 tratamentos, acondicionados em sacos de polietileno preto com capacidade máxima de 3,0 kg. O biofertilizante, depois de diluído na proporção de 3:1, foi aplicado uma única vez a 10% do volume do substrato, dois dias antes da semeadura. A irrigação com águas salinas afetou a morfologia e a qualidade de mudas de pimentão amarelo (cv. Sucesso), mas com menor intensidade nos tratamentos que receberam o insumo orgânico comum e o rico, respectivamente.

**Palavras-chave:** Pimentão amarelo. Variedade Sucesso. Insumo orgânico. Salinização.

### ABSTRACT

*An experiment was carried out in a greenhouse, from march to april/2018, in Crato-CE to evaluate the effects of biofertilizers (common and chemically rich) in substrate irrigated with different saline compositions on phytomass production of yellow pepper seedlings, success variety (952). The experiment was developed using a material or substrate from the first 20 cm of a Red-yellow Latosol. The experimental design was completely randomized in a 5x3 factorial scheme, with three replications referring to the electrical conductivity values of the irrigation water: 0.5; 1.0; 2.0; 3.0 and 4.0 dS m<sup>-1</sup> in the soil without the organic input; with common biofertilizer, and in soil with rich biofertilizer, totalizing 45 treatments, packed in black polyethylene bags with a maximum capacity of 3.0 kg. The biofertilizer, after dilution in a 3:1 ratio, was applied only once to 10% of the substrate volume two days before sowing. Irrigation with saline water affected the morphology and quality of yellow pepper seedlings (cv. Success) but with less intensity in the treatments that received the common and rich organic inputs, respectively.*

**Keywords:** Yellow pepper. Variety success. Organic input. Salinization.

## 1 Introdução

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma olerícola pertencente à família das Solanáceas, de origem tropical, com grande importância para a economia do país. É uma cultura perene, porém o seu cultivo normalmente é anual, sendo o fruto verde o mais consumido. Tanto o déficit hídrico quanto o encharcamento do solo por excesso de irrigação e a salinidade, associados simultaneamente, são prejudiciais ao desenvolvimento da cultura, principalmente na fase reprodutiva (CARVALHO *et al.*, 2016).

A cultura do pimentão tem importância social e econômica em cada região do país, por ter como característica principal a agregação de valor e por gerar emprego, principalmente na agricultura familiar. Atualmente, cresce a demanda pela aquisição de mudas de alta qualidade e com parâmetros agrônômicos bem definidos, inclusive no sistema de produção de mudas de pimentão-amarelo. Para a produção de mudas de boa qualidade, devem-se adotar metodologias eficientes e, se possível, de baixo custo (MATSI; LITHOURGIDIS; BARBAYIANNIS, 2015). Sob condições salinas elevadas, a expansão de áreas naturalmente comprometidas ou degradadas nos perímetros irrigados do Nordeste brasileiro constitui transtorno econômico e social para a região semiárida, onde o sistema produtivo depende da irrigação e, a cada dia, novas áreas de produção são instaladas para atender à crescente demanda alimentar (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

O Brasil se destaca entre os países do Mercosul na produção de pimentão amarelo, devido à grande quantidade de áreas agricultáveis, à qualidade dos solos em função da fertilidade natural e às condições edafoclimáticas favoráveis ao bom desenvolvimento da cultura (AGUIAR *et al.*, 2017). Entre as regiões produtoras, no ano de 2016, o Distrito Federal foi apontado como o maior produtor de pimentão, com uma quantidade produzida de 18 mil toneladas numa área de 217 ha, não superando a produção nacional da ordem de 35 mil ton ha<sup>-1</sup>. Fora o Distrito Federal, os principais estados produtores de pimentão no Brasil são Minas Gerais, São Paulo, Ceará, Rio de Janeiro, Espírito Santo e Pernambuco (que respondem por 87% da produção total), conforme dados da Embrapa (2017).

O uso racional da água na agricultura irrigada tem sido uma discussão recorrente ao longo das últimas

décadas, especialmente com relação à qualidade da água (AYERS; WESTCOT, 1999; SILVA *et al.*, 2007). O uso de água com alto teor de sais resulta na salinização de solos agrícolas, causando distúrbios e alterando a natureza química desses solos, além de limitar o desenvolvimento das culturas (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

O biofertilizante bovino, quando aplicado no solo, favorece uma série de reações químicas e biológicas que apresentam propriedades capazes de exercer efeito condicionador, atuando como fertilizante, corretivo e inoculante microbiológico, propiciando a redução da diferença de potencial osmótico entre as plantas e o meio (OLIVEIRA *et al.*, 2017).

Nesse sentido, conduziu-se um experimento em ambiente protegido, com o objetivo de avaliar a produção de fitomassa de mudas de pimentão amarelo var. Sucesso submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação, no solo sem biofertilizante, com biofertilizante bovino comum e com biofertilizante rico.

## 2 Material e métodos

Este trabalho com pimentão, variedade Sucesso, foi conduzido no período de 2 de março a 29 de abril de 2018, em casa de vegetação (estufa), com tela de *nylon* tipo sombrite com 50% de luminosidade, no Centro de Ciências Agrárias e da Biodiversidade (CCAB) da Universidade Federal do Cariri (UFCA), no município de Crato, Ceará, Brasil.

O município de Crato está situado a 421 m acima do nível do mar, sob as coordenadas geográficas de latitude 7°23'26" S e longitude 39°36'94" W. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw (clima tropical com estação seca de inverno). O município de Crato tem temperatura média na ordem de 25,17 °C. Tem uma pluviosidade média anual de 1084 mm, concentrada nos meses de janeiro a maio, segundo Köppen & Geiger (VIEIRA *et al.*, 2017).

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 5 x 3, com três repetições, referentes aos valores de condutividade elétrica da água de irrigação 0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m<sup>-1</sup>, no solo sem o insumo orgânico, com biofertilizante comum e com biofertilizante rico, totalizando 45 tratamentos, acondicionados em sacos de polietileno preto com capacidade máxima de 3,0 kg.

O processo de obtenção do valor da condutividade elétrica de cada tipo de água usada para irrigação consistiu na adição de NaCl na água de poço do CCAB/

UFCA. No preparo dos cinco tratamentos de águas de diferentes composições salinas, foi utilizada água do poço local, de baixa salinidade e sem adição de cloro ( $CE = 0,54 \text{ dS m}^{-1}$ ); em seguida, foi adicionado NaCl no preparo das demais águas para irrigação suplementar: condutividade elétrica da água ( $CEa$ ) = 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0  $\text{dS m}^{-1}$ . Para as medições e controle das condutividades elétricas das águas, utilizou-se o condutivímetro digital portátil modelo Hi98304, do fabricante Hanna.

O substrato utilizado no experimento foi um Latossolo Vermelho-Amarelo, não salino e não clorado, submetido a análises laboratoriais para determinação dos atributos físicos e químicos quanto à fertilidade e à salinidade, indicados na Tabela 1, conforme a Embrapa (2018) quanto aos atributos físicos e Richards (1954), quanto aos atributos de fertilidade e salinidade.

**Tabela 1** – Caracterização física e química do solo quanto à fertilidade e salinidade na camada de 0 a 20 cm

Atributos físicos	Valor	Atributos da fertilidade	Valor	Atributos da salinidade	Valor
Ds ( $\text{g cm}^{-3}$ )	1,56	pH em água (1:2,5)	5,92	CEes ( $\text{dS m}^{-1}$ )	1,25
Dp ( $\text{g cm}^{-3}$ )	2,61	MO ( $\text{g Kg}^{-1}$ )	4,34	pH	5,57
Pt ( $\text{m}^3 \text{m}^{-3}$ )	0,36	P ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	6,32	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	1,43
Areia ( $\text{g kg}^{-1}$ )	868	$\text{K}^+$ ( $\text{mg dm}^{-3}$ )	48,70	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	0,53
Silte ( $\text{g kg}^{-1}$ )	78	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	1,46	$\text{Na}^+$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	2,13
Argila ( $\text{g kg}^{-1}$ )	88	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	1,86	$\text{K}^+$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	76,48
Ada ( $\text{g kg}^{-1}$ )	17	$\text{Na}^+$ ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	2,68	$\text{Cl}^-$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	-
GF (%)	82,45	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	1,86	$\text{CO}_3^{2-}$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	-
ID (%)	16,76	$\text{Al}^{3+}$ ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	0,17	$\text{HCO}_3^{-}$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	-
$U_{cc}$ ( $\text{g kg}^{-1}$ )	17,63	SB ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	6,25	$\text{SO}_4^{2-}$ ( $\text{mmol}_c \text{L}^{-1}$ )	-
$U_{pmp}$ ( $\text{g kg}^{-1}$ )	5,67	CTC ( $\text{cmol}_c \text{dm}^{-3}$ )	8,11	RAS ( $\text{mmol L}^{-1}$ ) <sup>1/2</sup>	2,17
Ad ( $\text{g kg}^{-1}$ )	7,35	V (%)	77,06	PST (%)	26,26

Ds = Densidade do solo; Dp = Densidade de partícula; Pt = Porosidade total; Ada = Argila dispersa em água; GF = Grau de floculação; ID = Índice de dispersão;  $U_{cc}$  e  $U_{pmp}$  = umidade do solo às tensões de -0,01 e -1,5 Mpa, respectivamente; Ad = Água disponível; MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases ( $\text{Na}^+ + \text{K}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ ); CTC = Capacidade de troca catiônica =  $\text{SB} + (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$ ; V = Valor de saturação por bases ( $100 \times \text{SB}/\text{CTC}$ ); CEes = Condutividade elétrica do extrato de saturação; RAS = Relação de adsorção de sódio =  $\text{Na}^+ \times [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]$ ; PST = Percentagem de sódio trocável ( $100 \times \text{Na}^+/\text{CTC}$ ).

Fonte: Dados da pesquisa

Depois de o solo ser passado em peneira com malha de 2 mm, o material foi acondicionado em bolsas de polietileno preto com capacidade máxima de 5 litros, porém, apenas foram utilizados neste trabalho 3 litros de substrato, para facilitar o manejo do experimento. O biofertilizante comum foi obtido pela fermentação anaeróbica de partes iguais de água não salina e não clorada com esterco bovino fresco de vacas em período de lactação, durante 30 dias (MESQUITA *et al.*, 2015). O biofertilizante enriquecido foi preparado com as mesmas quantidades de água e esterco fresco do biofertilizante comum (100 L de água + 100 L de esterco fresco bovino), porém, além disso, foram adicionados 2 L de melaço, 4 L de leite bovino e 2 kg de gesso agrícola, fornecidos semanalmente nas

proporções de 1:2:1. Para a manutenção do sistema, a cada 10 dias até completar 30 dias de fermentação, foi realizada uma mistura da solução no biodigestor com auxílio de uma espátula, para acelerar o processo microbiano e facilitar a fermentação a partir dessa homogeneização da mistura de água e esterco fresco.

Para a manutenção de cada sistema hermeticamente fechado, foi conectada, na base superior do biodigestor, a extremidade de uma mangueira com diâmetro de 4 mm, enquanto a outra extremidade foi imersa em um recipiente (garrafa PET de 2 L) com água. O gesso agrícola utilizado continha 26% de CaO, 14,7% de S e umidade de 5% em massa (LEITE *et al.*, 2010). A composição química das águas para irrigação e dos biofertilizantes na forma líquida

(Tabela 2) foi feita adotando-se as metodologias sugeridas por Richards (1954), no laboratório da central analítica da Universidade Federal do Cariri/Campus Juazeiro do Norte-CE.

**Tabela 2** – Caracterização da água de irrigação, do biofertilizante comum e do biofertilizante enriquecido com leite, melão e gesso agrícola

Componentes	Água	Biofertilizante	
		Comum	Enriquecido
pH	6,62	7,64	5,96
CE (dS m <sup>-1</sup> )	0,24	4,28	17,41
RAS (mmol L <sup>-1</sup> )	1,36	8,20	8,76
Ca <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,35	8,03	34,00
Mg <sup>2+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,94	1,81	0,91
Na <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	1,46	18,21	36,62
K <sup>+</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,13	3,85	11,21
Cl <sup>-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,18	0,00	0,03
HCO <sub>3</sub> <sup>1-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,00	0,42	3,31
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,01	0,01	0,00
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mmol <sub>c</sub> L <sup>-1</sup> )	0,76	6,23	15,52
Classificação	C <sub>1</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>2</sub> S <sub>1</sub>	C <sub>3</sub> S <sub>1</sub>

CE = Condutividade elétrica;

RAS = Relação de adsorção de sódio =  $Na^+ \times [(Ca^{2+} + Mg^{2+}) / 2] / 2$

Fonte: Dados da pesquisa

Antes da aplicação organomineral dos insumos, cada tipo de biofertilizante foi diluído em água na razão de 1:3 e aplicado de uma única vez, dois dias antes da semeadura, em volume equivalente a 10% do volume do substrato (4,0 L), conforme trabalharam Mesquita *et al.* (2019).

Em cada unidade experimental foram semeadas cinco sementes de pimentão, variedade Sucesso, com viabilidade de 84%. Aos 12 dias após a emergência, foi feito o desbaste das plântulas, mantendo-se apenas uma muda por saco (a mais vigorosa). A irrigação com cada nível salino foi realizada diariamente, em volume estabelecido conforme a necessidade hídrica da cultura, variando de 150 a 400 mL de água até o final do experimento, respeitando as condições da capacidade de campo do solo.

No final do experimento, aos 57 DAE (dias após a emergência), foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: área de raiz, índice de qualidade de Dickson, massa seca da raiz, massa seca da parte aérea e total. Foi quantificado, também, o número de botões florais e de frutos por planta. Além disso,

foi calculada a área radicular, através de imagens obtidas com câmera fotográfica digital Sony 8.0 e processadas pelo *software* Sigma Scan Pro 5.0 Demo e, posteriormente, pelo programa computacional DDA, conforme metodologia apresentada por Ferreira *et al.* (2012).

Para a quantificação da matéria seca, as mudas foram cortadas rente ao solo; logo após, foram separadas cuidadosamente todas as raízes, caules e parte aérea. Em seguida, essas partes foram submetidas a lavagem com água destilada para retirada do excesso de solo e enxugadas para retirada do excesso de água. As partes separadas (raiz, caule e folhas) foram etiquetadas e acondicionadas em sacos de papel em local seguro, no laboratório de nutrição de solos da UFCA. Em seguida, após a caracterização, foi mensurada a biomassa fresca de cada um dos três órgãos em balança digital de precisão. Posteriormente, o material vegetal seco (raiz + folhas) foi obtido após secagem em estufa com circulação de ar forçada à temperatura de 65 °C até atingir massa constante. Após a secagem, foi verificada a matéria seca em balança eletrônica digital com precisão de 0,01 g.

Os parâmetros morfológicos das mudas de pimentão e as relações utilizadas nas avaliações dos resultados foram a altura da parte aérea (H), o diâmetro do coleto (DC), a massa seca total (MST), a massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca das raízes (MSR), a relação entre altura da parte aérea e diâmetro do coleto (RHDC), a relação entre altura da parte aérea e massa seca da parte aérea (RHMSPA), a relação entre massa seca da parte aérea e massa seca das raízes (RPPAR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme procederam também Mesquita *et al.* (2015) em mudas de nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss), Marana, Miglioranza e Fonseca (2015) em mudas de jaracatiá (*Jacaratia spinosa*) e Silva *et al.* (2018) na cultura de maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edullis* L.).

Com os dados de matéria seca obtidos, calculou-se a massa de matéria seca da parte aérea e a massa seca total, a relação altura da parte aérea/diâmetro do coleto, a relação altura da parte aérea/produção de matéria seca da parte aérea e a relação produção de matéria seca da raiz/produção de matéria seca da parte aérea; a partir desses dados, tem-se uma variável que mede a qualidade de mudas para o campo, chamada de índice de qualidade de Dickson (IQD), conforme Dickson, Leaf e Hosner (1960):

$$IQD = \frac{PMST}{\frac{H}{D} + \frac{PMSR}{PMSPA}}$$

Onde:

- PMST** = Produção de matéria seca total (g);
- H** = Altura da parte aérea (cm);
- D** = Diâmetro do caule (mm);
- PMSR** = Produção de matéria seca da raiz (g);
- PMSPA** = Produção de matéria seca da parte aérea.

O número de botões florais e de frutos das mudas de pimentão amarelo foi calculado através do processo de contagem sequencial da quantidade de botões florais formados ou em processo de formação, bem como daqueles frutos já formados ou em processo de formação por planta avaliada.

Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F e, quando significativo, os níveis de salinidade da água foram submetidos à análise de Regressão Polinomial, enquanto os biofertilizantes foram comparados pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) (BANZATTO; KRONKA, 2008). Para o processamento dos dados, foi utilizada a versão 5.6 do *software* SISVAR livre, Build 86 - DEX-UFLA livre (FERREIRA, 2011).

### 3 Resultados e discussão

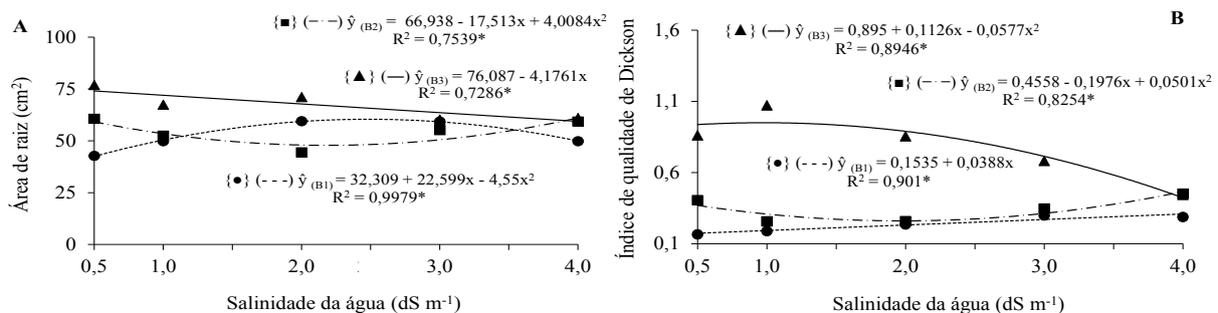
Pela equação de regressão (Figura 1A), nota-se que, em condições de irrigação com água de baixa

salinidade, a maior área de raiz (AR) encontrada nos tratamentos com biofertilizante enriquecido (B3) foi obtida na condutividade elétrica estimada de menor valor ( $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ ), sendo representada pelo valor máximo obtido de  $73,99 \text{ cm}^2$ ; a partir desse ponto, a área de raiz diminuiu linearmente com o aumento dos níveis salinos, até  $59,38 \text{ cm}^2$  ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Valores inferiores foram encontrados nos tratamentos sem biofertilizante (B1) ( $51,54 \text{ cm}^2$ ) e com biofertilizante comum (B2) ( $61,02 \text{ cm}^2$ ) nos níveis salinos de  $1,09$  e  $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ , sendo ambos ajustados no modelo polinomial quadrático.

Ainda com base na referida Figura 1A, a superioridade da AR sob irrigação com água de baixa salinidade evidencia os efeitos expressivos do biofertilizante bovino, resultando em maior eficiência das plantas nos processos fotossintéticos e no transporte de solutos orgânicos nos tecidos vegetais (SOUSA *et al.*, 2012).

Nas aplicações salinas máximas, observou-se uma diminuição da área radicular e do índice de qualidade de Dickson que, possivelmente, se deve ao estresse osmótico, podendo estar associada também à redução da taxa de fotossíntese, que acarreta um desequilíbrio no metabolismo das mudas (TAIZ *et al.*, 2017). A qualidade das mudas medida pelo índice de qualidade de Dickson (IQD) se ajustou ao modelo polinomial quadrático (Figura 1B), em que o tratamento B3 proporcionou maiores valores em comparação aos tratamentos B1 e B2, com índices máximos de  $0,31$  ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) e  $0,47$  ( $4,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), respectivamente. As mudas submetidas ao tipo B3 chegaram a um índice de  $0,95$  provocado pela ação

**Figura 1** – Área radicular (A) e índice de qualidade de Dickson (B) do substrato das mudas de pimentão amarelo nos tratamentos sem biofertilizante (□), com biofertilizante comum (■) e com biofertilizante enriquecido (▲) em função da salinidade da água de irrigação



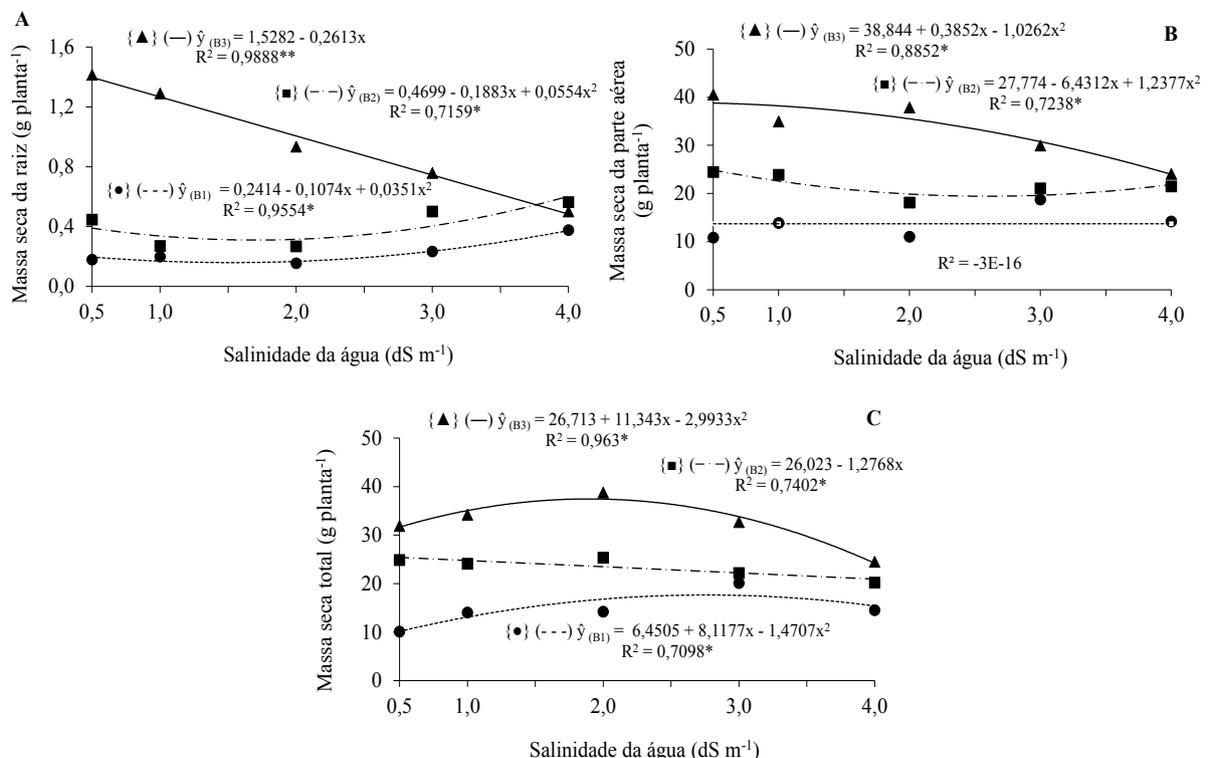
Fonte: Elaborada pelos autores

da salinidade estimada de  $0,97 \text{ dS m}^{-1}$ . As plantas de pimentão tratadas com o biofertilizante enriquecido foram superiores em até 212,9% e 106,38% em comparação às plantas tratadas com os insumos orgânicos B2 e B1, respectivamente. Verifica-se também que os tipos de biofertilizantes influenciaram a qualidade das mudas de pimentão amarelo, fato que corrobora os resultados de Lima *et al.* (2019) ao estudarem o IQD de mudas de maracujazeiro-amarelo submetidas a doses de biofertilizante enriquecido e a níveis de reposição hídrica, obtendo índices de até 0,53. Levando em consideração o valor de 0,20 para o índice de qualidade de mudas, conforme estudado por Hunt (1990), as mudas de pimentão amarelo adubadas com biofertilizante dos tipos B1, B2 e B3 e irrigadas com água salina até os níveis de 0,5, 1,97 e  $0,97 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 1B) se mostraram aptas ao plantio ou foram consideradas aptas para o campo. É importante destacar que as mudas de pimentão obtiveram valores estimados de IQD bem acima de 0,20. Mesquita *et al.* (2015), ao estudarem o desenvolvimento inicial de mudas de nim (*Azadirachta indica*) irrigadas com águas de diferentes salinidades e submetidas a doses

de biofertilizante e ao processo de drenagem de água no solo, concluíram que o estresse salino afetou a qualidade das mudas, mas com menor intensidade nos tratamentos adubados com biofertilizante.

A massa seca da raiz (MSR) das plantas de pimentão amarelo foi influenciada positivamente com o uso do B2 e do B3, à medida que o caráter salino das irrigações foi diminuído. Nesse sentido, nos tratamentos que receberam maiores concentrações salinas nos substratos, independentemente de o tipo de biofertilizante ser rico ou não, a fitomassa seca radicular foi inversamente proporcional ao incremento dos sais no menor nível salino, de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$ , chegando a valores de até  $1,4 \text{ g planta}^{-1}$  no menor nível salino, de  $0,5 \text{ dS m}^{-1}$  (Figura 2A). Esse resultado evidencia a importância do uso de biofertilizantes líquidos na agricultura, os quais, segundo Alves *et al.* (2018), atenuam os metabolismos fisiológicos em condições adversas, permitindo a maior eficiência fotossintética dos vegetais. Nascimento *et al.* (2015), ao estudarem o pimentão, também observaram diminuição no peso seco radicular sob condições de estresse salino (CEa variando de 0,5 a  $5,0 \text{ dS m}^{-1}$ ). Comprova-se que o

**Figura 2** – Massa seca da raiz (A), massa seca da parte aérea (B) e massa seca total (C) das mudas de *Capsicum annuum* em substrato sem biofertilizante (□), com biofertilizante comum (■) e com biofertilizante enriquecido (▲) em função da salinidade da água de irrigação



Fonte: Elaborada pelos autores

incremento de biofertilizante enriquecido em doses excessivas reduz o desenvolvimento da planta sob maiores estresses salinos.

Avaliando a massa seca da parte aérea (MSPA) das plantas de pimentão pela interação biofertilizante x salinidade, foi constatado efeito positivo de forma linear e quadrática, respectivamente (Figura 2B). Os menores efeitos na fitomassa seca da parte aérea foram advindos dos níveis de 1,87 e 2,60 dS m<sup>-1</sup>, referentes aos insumos orgânicos (B2 e B3). Verifica-se que, em ordem crescente de respostas biológicas, a MSPA aumentou de 13,68 (valor médio), 19,36 e 38,77 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente referentes aos tratamentos B1, B2 e B3, nas salinidades estimadas médias de 2,60 e 0,50 dS m<sup>-1</sup> (Figura 2B).

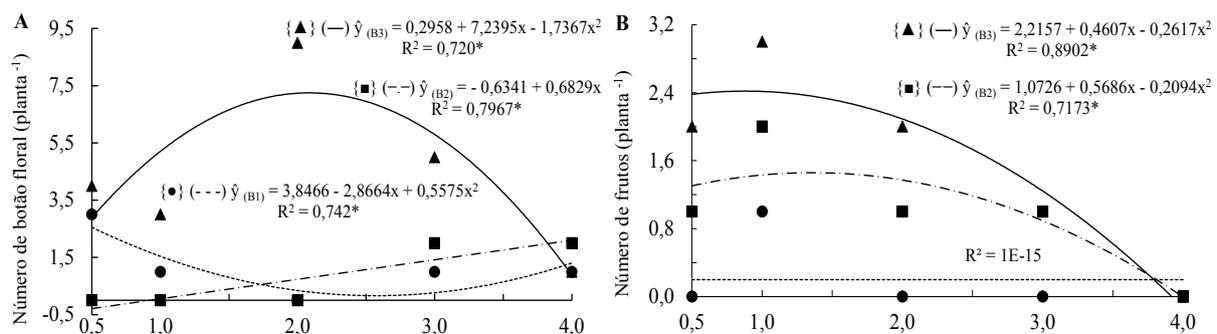
Resultados similares ao deste estudo foram constatados por Reges *et al.* (2017), ao verificarem que os níveis crescentes de sais da água de irrigação afetaram a MSPA na cultura do pimentão (*Capsicum annuum*) cultivado em sistema semi-hidropônico sob doses de biofertilizante; as doses do insumo em excesso acarretaram efeito deletério para a cultura estudada.

Acompanhando a mesma tendência observada para MSR e MSPA, a intensidade dos efeitos dos níveis salinos da água sobre a massa seca total (MST) variou significativamente com o aumento dos níveis de salinidade da água de irrigação e conforme os biofertilizantes (Figura 2C). Observa-se que a MST do pimentão alcançou valores máximos absolutos de 18,16, 19,67 e 37,46 g planta<sup>-1</sup> nas salinidades estimadas de 2,75, 0,50 e 1,89 dS m<sup>-1</sup>, nos tratamentos B1, B2 e B3, respectivamente. Com base na Figura 2C, nota-se, pelos dados, que houve uma diminuição

média do peso seco total de 54,86%. Tal efeito pode estar associado à alta condutividade elétrica presente no insumo orgânico, advinda do teor de sais presentes, provocando menor fotossíntese e, consequentemente, menores fotoassimilados (REGES *et al.*, 2017). Já Mesquita *et al.* (2018), ao estudarem a cultura do nim (*Azadirachta indica*) sob diferentes concentrações de sais, relataram que o aumento da salinidade da água elevou o caráter salino do solo e inibiu a fitomassa seca total das plantas, mas com menor intensidade nos tratamentos com biofertilizante bovino e drenagem do solo.

Percebe-se, por intermédio do teste de regressão para o número de botões florais (NBF) do pimentão, efeito linear e quadrático para a interação salinidade x biofertilizante (Figura 3). Nesse comportamento, as plantas irrigadas com águas de salinidade crescente (0,5 a 4,0 dS m<sup>-1</sup>) obtiveram maiores valores de número de botões florais, de 7,84, 2,09 e 2,45 por planta, nos tratamentos sem biofertilizante (B1), com biofertilizante comum (B2) e com biofertilizante enriquecido (B3), respectivamente, testados nas salinidades estimadas de 0,50, 4,0 e 2,08 dS m<sup>-1</sup>. Analisando o efeito do fator salinidade da água de irrigação e dos tipos de biofertilizantes (B1, B2 e B3) sobre o número de frutos (NFr), conforme Figura 3B, verificou-se que as plantas irrigadas com água de baixa salinidade (0,5 dS m<sup>-1</sup>) registraram maior número de frutos nos tratamentos com biofertilizante enriquecido (2,42) na salinidade estimada de 0,88 dS m<sup>-1</sup> (Figura 3B). Baseando-se neste nível salino, observa-se redução do número de frutos, da ordem de 1761%, quando comparado com o maior nível (4,0 dS m<sup>-1</sup>).

**Figura 3** – Número de botões florais (A) e número de frutos (B) das mudas de *C. annuum* em substrato sem biofertilizante (□), com biofertilizante comum (■) e com biofertilizante enriquecido (▲) em função da salinidade da água de irrigação



Fonte: Elaborada pelos autores

Ainda sobre o número de frutos de pimentão, o aumento da salinidade da água até 4,0 dS m<sup>-1</sup> reduziu o número de frutos nos tratamentos sem biofertilizante comum, quando associado a incrementos nos níveis de água salina, com decréscimos de 0,21 frutos. Esse fato é um indicativo de que a acumulação excessiva de sais fornecidos via solo possivelmente ocasionou potenciais osmóticos que, juntamente com as concentrações de biofertilizante, foram severos a ponto de afetar o ciclo do pimentão amarelo. Na literatura são poucos os trabalhos com o uso de biofertilizantes na cultura do pimentão, porém, podem ser encontrados diversos relatos acerca de outras culturas, como meloeiro (SANTOS *et al.*, 2014), jaqueira (MESQUITA *et al.*, 2020), e inclusive na de pimentão amarelo (SEDIYAMA *et al.*, 2014), entre outras.

## 4 Conclusões

A fertilização organomineral proporcionou melhorias na produção de fitomassa das mudas de pimentão amarelo, avaliadas por parâmetros morfológicos tais como o índice de qualidade de Dickson, a massa seca radicular e a matéria seca total.

O biofertilizante mitiga, mas não elimina os efeitos da salinidade da água e dos substratos nas plantas de pimentão.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, A. V. M.; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, R. M.; DANTAS, T. A. G.; SANTOS, E. C. Effect of biofertilization on yellow passion fruit production and fruit quality. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 136-148, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n115rc>.
- ALVES, J. M.; LIMA, A. S.; MESQUITA, E. F.; MAIA JÚNIOR, S. O.; FERREIRA, R. S.; SILVA, F. L.; SANTOS, J. M. Gas exchange and chlorophyll content in tomato grown under different organic fertilizers and biofertilizer doses. **African Journal of Agricultural Research**, v. 13, n. 41, p. 2256-2262, 2018. DOI: <https://doi.org/10.5897/AJAR2018.13360>.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (FAO – Estudos Irrigação e Drenagem, 29).
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: UNESP, 2008. 247 p.
- CARVALHO, J. A.; REZENDE, F. C.; OLIVEIRA, E. C.; AQUINO, R. F. Pimentão cultivado em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 24, n. 3, p. 236, 2016. DOI: <https://doi.org/10.13083/reveng.v24i3.670>.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**, v. 36, n. 1, p. 10-13, 1960. Disponível em: <https://pubs.cif-ifc.org/doi/abs/10.5558/tfc36010-1>. Acesso em: 31 maio 2020.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Hortaliças lança portfólio Produção Integrada de Pimentão. **Boletim Informativo**, 11 ago. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/25874775/embrapa-hortalicas-lanca-portfolio-producao-integrada-de-pimentao>. Acesso em: 31 maio 2020.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. National Soil Research Center. **Brazilian system of soil classification**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355 p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cagro/v35n6/a01v35n6.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.
- FERREIRA, O. G. L.; ROSSI, F. D.; COELHO, R. A. T.; FUCILINI, V. F.; BENEDETTI, M. Measurement of rib-eye area by the method of digital images. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 811-814, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n3/47.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.
- HUNT, G. A. Effect of Styroblock Design and Cooper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, 1990, Roseburg. **Proceedings** [...]. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990. p. 218-222. Disponível em: <https://rnrgr.net/publications/proceedings/1990/hunt.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.
- LEITE, E. M.; DINIZ, A. A.; CAVALCANTE, L. F.; GHEYI, H. R.; CAMPOS, V. B. Redução da sodicidade em solo irrigado com a utilização de ácido sulfúrico e gesso agrícola. **Revista Caatinga**, v. 23, n. 2, p. 110-116, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/1419>. Acesso em: 31 maio 2020.
- LIMA, A. S.; ALVES, J. M.; MESQUITA, E. F. O.; MESQUITA, E. F.; SOUSA, C. S.; SILVA, F. L.; ALVES, A. S.; SOARES, L. S. Organic Fertilization and Hydric Reposition in the Initial Production of Passiflora

edullis. F. flavicarpa Deg. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 30, n. 3, p. 1-14, 2019. DOI: <https://doi.org/10.9734/JEAI/2019/46338>.

MARANA, J. P.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, E. P. Qualidade de mudas de jaracatiá submetidas a diferentes períodos de sombreamento em viveiro. **Revista Árvore**, v. 39, n. 2, p. 275-282, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0100-67622015000200007>.

MATSI, T. H.; LITHOURGIDIS, A. S.; BARBAYIANNIS, N. Effect of liquid cattle manure on soil chemical properties and corn growth in Northern Greece. **Experimental Agriculture**, v. 51, p. 435-450, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0014479714000404>.

MESQUITA, F. O.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F.; COSTA, F. G. B.; SOUTO, A. G. L.; COELHO, D. C. L.; SILVA, K. B.; OLIVEIRA FILHO, F. X. Behavior of neem seedlings (*Azadirachta indica*) irrigated with saline water in the soil with biofertilizer and drainage. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 12, p. 1950-1956, 2018. DOI: <https://doi.org/10.21475/ajcs.18.12.12.p1324>.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. M.; MAIA JÚNIOR, S. O.; SOUSA, V. F. O. Attenuating use of biofertilizers and saline waters in jackfruit seedlings biomass. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 3, p. 11621-11638, 2020. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-140>.

MESQUITA, F. O.; CAVALCANTE, L. F.; ALVES, J. M.; SOUSA, V. F. O.; MAIA JÚNIOR, S. O.; BATISTA, R. O.; MEDEIROS, R. F.; AZEVEDO, F. R. Salts Waters and Biofertilizers in Jackfruit Seedlings Formation. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. 396-406, 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p396>.

MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; LIMA NETO, A. J.; SOUTO, A. G. L.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F. Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irriga**, v. 20, n. 2, p. 193-203, 2015. DOI: <https://doi.org/10.15809/irriga.2015v20n2p193>.

NASCIMENTO, I. B.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; LIMA, B. L. C.; SILVA, J. L. A. Desenvolvimento inicial da cultura do pimentão influenciado pela salinidade da água de irrigação em dois tipos de solos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 11, n. 1, p. 37-43, 2015. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/594>. Acesso em: 31 maio 2020.

OLIVEIRA, F. I. F.; SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, W. J. F.; BEZERRA, F. T. C.; BEZERRA, M. A. F. Quality of jackfruit seedlings under saline water stress and nitrogen fertilisation. **Semina: Ciências**

**Agrárias**, v. 38, n. 4, supl. 1, p. 2337-2350, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2017v38n4SUPLp2337>.

OLIVEIRA, F. I. F.; SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, W. J. F.; MEDEIROS, S. A. S.; OLIVEIRA, F. F. Biomass and chloroplast pigments in jackfruit seedlings under saline stress and nitrogen fertilization. **Revista Caatinga**, v. 31, n. 3, p. 622-631, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/rcaat/v31n3/1983-2125-rcaat-31-03-622.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

REGES, K. S. L.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; SANTOS, F. S. S.; LACERDA, C. F.; AZEVEDO, B. M. Estresse salino em plantas de pimentão em sistema semi-hidropônico sob fertilização orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.11, n. 6, p. 1813-1824, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7127/rbai.v11n600629>.

RICHARDS, L. A. (ed.). **Diagnosis and Improvement of Saline Alkali Soils**. Washington, DC: US Department of Agriculture, 1954. (Agriculture Handbook n. 60).

SANTOS, A. P. G.; VIANA, T. V. A.; SOUSA, G. G.; GOMES-DO-Ó, L. M.; AZEVEDO, B. M.; SANTOS, A. M. Produtividade e qualidade de frutos do meloeiro em função de tipos e doses de biofertilizantes. **Horticultura Brasileira**, v. 32, n. 4, p. 409-416, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620140000400007>.

SEDIYAMA, M. A. N.; SANTOS, M. R.; VIDIGAL, S. M.; PINTO, C. L. O.; JACOB, L. L. Nutrição e produtividade de plantas de pimentão colorido, adubadas com biofertilizante de suíno. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 6, p. 588-594, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v18n6/v18n6a04.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

SILVA, A. F.; PINTO, J. M.; FRANÇA, C. R. R. S.; FERNANDES, S. C.; GOMES, T. C. A.; SILVA, M. S. L.; MATOS, A. N. B. Preparo e uso de biofertilizantes líquidos. **Comunicado Técnico**, n. 130, 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/36706/1/COT130.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

SILVA, N. M.; SOUZA, L. G. S.; UCHÔA, T. L.; ALMEIDA, W. A.; ARAÚJO NETO, S. E.; FERREIRA, R. L. F. Qualidade de mudas de maracujazeiro amarelo produzidas com substratos alternativos. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 2, p. 96-102, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v14i2.907>.

SOUSA, G. G.; MARINHO, A. B.; ALBUQUERQUE, A. H. P.; VIANA, T. V. A.; AZEVEDO, B. M. Crescimento inicial do milho sob diferentes concentrações de biofertilizante bovino irrigado com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 2, p. 237-245,

2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rca/v43n2/a05v43n2.pdf>. Acesso em: 31 maio 2020.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VIEIRA, M. T.; MEIRELES, A. C. M.; OLIVEIRA, C. W.; NASCIMENTO, M. T. B. Koppen-Geiger and Thornthwaite climatic classification for the metropolitan region of the Cariri, Ceará. **Revista Geama**, v. 3, n. 3, p. 136-143, 2017. Disponível em: <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/geama/article/view/1500>. Acesso em: 31 maio 2020.