

Estresse salino e uso de biofertilizantes como mitigadores dos sais nos componentes morfofisiológicos e de produção de glicófitas



José Lucínio de Oliveira Freire ^[1], Lourival Ferreira Cavalcante ^[2], Murielle Magda Medeiros Dantas ^[3], Adailza Guilherme da Silva ^[4], Josinaldo da Silva Henriques ^[5], José Flávio Cardoso Zuza ^[3]

[1]maria.freitas@ifpb.edu.br, [2]leo_ifpb@yahoo.com, [3]valmirifpb@hotmail.com. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – Campus Princesa Isabel.

RESUMO

A salinidade elevada das águas de boa parte dos mananciais hídricos do semiárido do Nordeste brasileiro contribui para reduzir o potencial produtivo da maioria das culturas alimentícias e não alimentícias. O acúmulo de sais no solo, além de comprometer as propriedades físicas e químicas do meio edáfico, reduz o potencial osmótico da solução do solo, restringindo a disponibilidade de água, resultando em desbalanço nutricional e toxicidade, prejudicando os processos metabólicos e fisiológicos das plantas. O uso de condicionadores orgânicos do solo, como os biofertilizantes, vem sendo testado em glicófitas como ferramenta de ajustamento osmótico das plantas aos sais. Com isso, essa Revisão de Literatura objetivou relatar estudos que tratam do estresse salino e concatenar algumas experimentações com biofertilizantes utilizados para mitigarem os efeitos depressivos dos sais nos componentes morfofisiológicos e produtivos de plantas glicófitas.

Palavras-chave: Agroecologia. Bioplasma. Esterco líquido. Salinidade.

ABSTRACT

The high salinity of the water from water springs of the Brazilian northeastern semi-arid region helps to reduce the productive potential of much of the food and non-food crops. The salt accumulation in the soil, in addition to changing the physical properties and chemicals the edaphic environment, reduces osmotic potential of the soil solution, restricting the availability of water, resulting in an unbalanced nutrition and toxicity, damaging the metabolic and physiological processes of plants. The use of organic soil conditioners, as biofertilizers, are being tested as glycophyte osmotic adjustment tool of plants to salt. Thus, this literature review aimed to report studies that deal with the salt stress and concatenate some experimentation with biofertilizers used to mitigate the depressive effects of salts in morphophysiological and productive components in glycophyte plants.

Keywords: Agroecology. Bioplasm. Liquid manure. Salinity.

1 Introdução

No semiárido do Nordeste brasileiro, o suprimento hídrico do solo, que se dá por precipitações pluviométricas escassas e irregulares e/ou irrigações suplementares, aliado à forte demanda evaporativa, impõe o uso de recursos hídricos de qualidade restritiva à produção agrícola. Além da variabilidade espaço-temporal das chuvas, a qualidade das águas, muitas vezes, compromete a capacidade produtiva das plantas glicófitas, principalmente quando o solo não possui condições físicas para lixiviação de sais e aeração suficiente à expansão radicular (CAVALCANTE et al., 2006).

Ayers e Westcot (1999) relatam que a restrição do uso da água de irrigação quanto à condutividade elétrica (CEa) é classificada como de nenhuma ($CEa < 0,7 \text{ dS m}^{-1}$), ligeira e moderada ($0,7 \text{ dS m}^{-1} < CEa < 3,0 \text{ dS m}^{-1}$) e severa ($CEa > 3,0 \text{ dS m}^{-1}$).

A salinidade é um dos estresses abióticos que mais limita o crescimento e a produtividade das plantas em todo o mundo, com reflexos negativos na germinação de sementes (ALVES et al., 2013; SALES et al., 2015), atributos biométricos de crescimento (VIANA et al., 2013; COELHO et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2015), teores de pigmentos fotossintéticos foliares (FREIRE et al., 2013), trocas gasosas, condutância estomática, taxa transpiratória e fotossíntese líquida (SOUSA et al., 2014), produção (FLOWERS, 2004; NASCIMENTO, 2010) e atributos qualitativos externos e internos dos frutos (CAVALCANTE et al., 2003; FREIRE et al., 2010).

Isso evidencia a necessidade de pesquisas que resultem em tecnologias viáveis para os produtores e possam minimizar os efeitos nocivos dos sais nas plantas, já que é quase obrigatória, em regiões semiáridas, a utilização de águas salinas na agricultura.

Uma vertente de estudos com o uso de condicionadores orgânicos, mais notadamente o biofertilizante bovino, vem se desenvolvendo com resultados satisfatórios no que tange à mitigação dos efeitos depressivos da salinidade no comportamento vegetativo e produtivo das plantas e nos aspectos qualitativos da produção.

Ante essa perspectiva, esta revisão de literatura objetiva relatar a ação deletéria dos sais e resultados de pesquisa com o uso do biofertilizante no intuito de reduzir esses efeitos depressivos em plantas glicófitas.

2 Efeitos dos sais às plantas

A alta concentração salina na proximidade da zona radicular é fator de estresse para as plantas, reduzindo o potencial osmótico, retendo água e promovendo a ação dos íons sobre o protoplasma. Nessas condições, a água é osmoticamente retida em solução salina, de forma que o aumento da concentração de sais resulta em menor disponibilidade hídrica para as plantas. Com o aumento da salinidade, ocorre a diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes (RIBEIRO; MARQUES; AMARRO FILHO, 2001; AMORIM et al., 2002).

A capacidade de adaptação das plantas superiores ao estresse salino é de natureza fisiológica. As plantas que possuem maior sensibilidade à exposição no meio salino, seja na germinação ou em outras fenofases, são denominadas *glicófitas*, enquanto as mais tolerantes são as *halófitas*. Para Levitt (1980), citado por Costa et al. (2003), enquanto as halófitas são capazes de crescer em solos com concentrações de sais de até 20%, as glicófitas, em que se encontram a maioria das plantas cultivadas, têm seus crescimentos inibidos em concentrações salinas entre 0,3% e 0,5%.

Larcher (2000) relata que a adaptação das plantas ao estresse salino, avaliada pela capacidade germinativa das sementes e pela análise de crescimento, constitui-se em habilidade das plantas de evitar, por meio de uma regulação salina, que excessivas quantidades de sal provenientes do substrato alcancem o protoplasma, e também de tolerar os efeitos tóxicos e osmóticos associados ao aumento da concentração de sais.

O excesso de sais na zona radicular exerce, em geral, efeito depressivo no crescimento das plantas, manifestando-se por redução na taxa de transpiração e crescimento. O estresse salino aumenta a energia que precisa ser desprendida para absorver água do solo e desgasta a planta, também, pelo ajustamento bioquímico necessário à sobrevivência sob estresse (RHOADES; KANDIAH; MASHALI, 1992).

Flowers (2004) afirma que a salinidade, tanto de solos como de águas, é uma das principais causas da queda de rendimento das culturas, em razão dos efeitos de natureza osmótica, tóxica e/ou nutricional. Algumas glicófitas produzem rendimentos aceitáveis sob condições salinas, em virtude da melhor adaptação osmótica, com maior capacidade de absorção de

água, mesmo em ambientes com potenciais osmóticos muito baixos.

Na avaliação da exposição de sementes de milho sob estresse salino, Conus *et al.* (2009) observaram que a germinação das sementes não foi afetada pelos teores de sais, diferentemente do observado por Secco *et al.* (2010), com melão, Dutra *et al.* (2014), com carobinha do campo, Matias *et al.* (2015), em pepino, Lopes *et al.* (2015), em alho.

Quanto aos efeitos dos sais, algumas culturas, alimentícias ou não, produzem rendimentos aceitáveis em elevados níveis de salinidade, e outras são sensíveis (glicófitas) a valores baixos. Isso se deve à maior capacidade de adaptação osmótica de algumas culturas sobre outras, e, com isso, absorvem, mesmo em condições de exposição à salinidade, mais água para uso nos seus processos fisiológicos (AYERS; WESTCOT, 1999).

Os efeitos negativos no crescimento, desenvolvimento e potencial produtivo das culturas estão associados ao desbalanço nutricional em decorrência da redução da disponibilidade de K^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} pela alta concentração de Na^+ no solo; à toxidez por elevado teor de íons como o Na^+ , Cl^- , NO_3^- ou SO_4^{2-} nas plantas, com prejuízos nas funções dos sistemas enzimáticos e síntese proteica, interferindo na estrutura e na função de enzimas ou na função do K^+ e no efeito osmótico, restringindo a absorção de água pelas raízes, sob baixo potencial hídrico da solução do solo, resultando em diminuição na turgescência celular, abertura estomática, assimilação líquida de CO_2 , declínio da eficiência fotossintética, desorganização do sistema de membranas e produção de espécies reativas de oxigênio (ZHU, 2001; WAHOME; JESCH; GRITNER, 2001; YOKOI; BRESSAN; HASEGAWA, 2002; HOLANDA FILHO *et al.*, 2011).

Conforme Hasegawa *et al.* (2000) e Ashraf e Harris (2004), esses efeitos dependem de muitos outros fatores como: espécie, cultivo, estágio fenológico, intensidade e duração do estresse salino, manejo cultural, irrigação e condições edafoclimáticas.

De acordo com Paranychianakis e Chartzoulakis (2005), espécies com tolerância à salinidade devem controlar a absorção, o transporte desses íons na folha e proporcionar acúmulo no tecido radicial.

As respostas das plantas à salinidade são complexas e de difícil compreensão por envolverem vários genes e diversos mecanismos fisiológicos e bioquímicos (HASEGAWA *et al.*, 2000). Em trabalho com amendoineiro, Correia *et al.* (2009) observaram

que a exposição das plantas a níveis de salinidade hídrica de 0,4 a 6,0 dS m^{-1} promoveu decréscimos de 8,7% por aumento unitário da CEa, justificando que reduções na área foliar decorrentes do aumento da salinidade da água de irrigação e, conseqüentemente, da solução do solo também se relacionam com um possível mecanismo endógeno de controle que a planta desenvolve em condições de estresse para diminuir a transpiração.

Para Bezerra *et al.* (2003), o estresse osmótico, em conjunção com o acúmulo de sais no solo, em razão da menor disponibilidade hídrica para as plantas, pode comprometer as trocas gasosas e o crescimento vegetal. Desse modo, Neves *et al.* (2009) afirmam que, se os efeitos osmóticos e específicos dos íons associados com a salinidade ultrapassam o limite de tolerância da planta, ocorrem distúrbios funcionais e injúrias, caso em que a fotossíntese é limitada não só pelo fechamento estomático, mas, também, pelo efeito dos sais na degradação dos cloroplastos.

O estresse salino provocou redução na fotossíntese do feijão caupi irrigado com águas salinas nas plantas tratadas com biofertilizante de caranguejo enriquecido com uma fotossíntese máxima de 9,17 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ para um nível salino de 3,46 dS m^{-1} e um valor máximo de transpiração de 24,11 $\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$ para uma CE_a de 3,47 dS m^{-1} , conforme apontam avaliações de Sousa *et al.* (2014).

De acordo com Pak, Nabipour e Meskarbashee (2009), a exposição das plantas glicófitas ao estresse salino compromete a fotossíntese, pois ocorre inibição da síntese de ácido 5-aminolevulinato, que é a molécula precursora da clorofila, e promove inibição no processo respiratório, na assimilação do nitrogênio e no metabolismo de proteínas.

O aumento da salinidade das águas de 0,5 para até 2,5 dS m^{-1} não comprometeu o processo fotossintético do maracujazeiro amarelo, como evidenciam os teores de clorofila a, b, total e razão entre os valores de clorofila a/b. Entretanto, a irrigação com águas de condutividade elétrica superior a 2,5 dS m^{-1} , como as de 3,5 e 4,5 dS m^{-1} , inibiu, significativamente, as variáveis estudadas (CAVALCANTE *et al.*, 2011).

Submetidas a estresses abióticos ou ambientais as plantas expõem sintomas de alterações no estado funcional das membranas dos tilacoides dos cloroplastos que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência — conceituada como dissipação de energia por meio da luz e calor — quantificados nas folhas pela fluorescência inicial

(F0), máxima (Fm) e variável (Fv) da clorofila a, além do rendimento quântico potencial (Fv/Fm) (BAKER; ROSENQVIST, 2004).

Na avaliação da eficiência fotoquímica de três genótipos de limoeiro em condições de irrigação com águas de 0,8; 1,6; 2,4; 3,2 e 4,0 dS m⁻¹, Sousa *et al.* (2014) constataram que não houve efeito significativo dos diferentes níveis de salinidade da água de irrigação sobre as fluorescências inicial (F0), máxima (Fm), variável (Fv) e eficiência quântica do PSII (Fv/Fm) nos diferentes genótipos analisados, concluindo que a salinidade da água de irrigação não afetou, de forma significativa, a transferência de elétrons e o armazenamento da energia absorvida pelas plantas.

As altas concentrações de NaCl no meio de crescimento inicial podem restringir a divisão, o alongamento celular e a mobilização de fitomassa para os diferentes órgãos das plântulas em desenvolvimento (ALVES *et al.*, 2013). Esses autores observaram que a partição de fitomassa, ou alocação de biomassa, nos diferentes órgãos das plântulas de cajueiro foi fortemente prejudicada pela salinidade. A translocação de reservas cotiledonares para raízes e para a parte aérea foi reduzida em 21, 40 e 30%, respectivamente, aos 16, 20 e 24 dias após o semeio, inferindo que a redução do crescimento de plântulas de cajueiro expostas ao NaCl se caracteriza, em parte, pela redução de nutrientes essenciais ao seu desenvolvimento, como sais minerais, hormônios, precursores de hormônios, vitaminas e aminoácidos, entre outros.

3 Biofertilizantes e salinidade

A literatura se dedica a explicar os mecanismos que justifiquem, cientificamente, a ação mitigadora do elevado conteúdo iônico de águas utilizadas como suprimento para as plantas. Em face do incremento de substâncias húmicas ao solo, o biofertilizante, notadamente o bovino, é uma das alternativas viáveis e sustentáveis para atenuar os efeitos depressivos dos sais sobre as plantas glicófitas.

Os insumos orgânicos estimulam a redução do potencial osmótico no interior do sistema radicial, contribuindo para a absorção de água e ajustamento osmótico das plantas no meio salino (BAALOUSHA; MOTELICA-HEINO; LE COUSTOMER, 2006; LACERDA *et al.*, 2010; FREIRE *et al.*, 2015).

Asik *et al.* (2009) asseguram que o biofertilizante bovino não elimina, porém exercem ação positiva na atenuação dos efeitos degenerativos da salinidade da água de irrigação por meio da liberação de subs-

tâncias húmicas oriundas de fontes orgânicas, que proporcionam a produção de ácidos orgânicos, carboidratos, açúcares como sacarose, e outros solutos orgânicos.

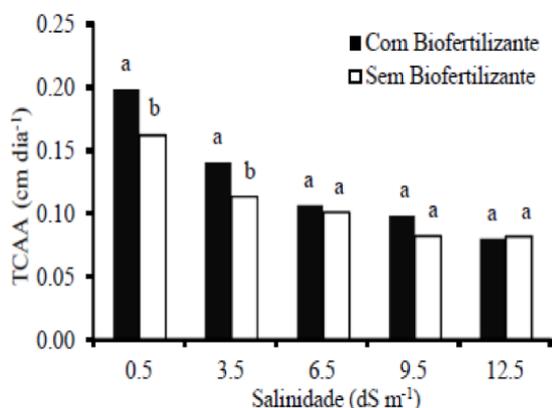
Para Mellek *et al.* (2010), Silva *et al.* (2011) e Benbouali, Hamoudi e Larich (2013), os insumos orgânicos em geral, entre eles os biofertilizantes, exercem melhoria na qualidade física do solo ao aumentarem o espaço poroso para a infiltração e retenção da água, possibilitando, em algumas situações, maior crescimento radicial. No entanto, Alencar *et al.* (2015) asseguram que é prudente que se faça monitoramento periódico da porosidade de solos que recebem aplicação de biofertilizantes, pois há a possibilidade da redução do tamanho dos poros maiores e a obstrução de microporos. No âmbito da melhoria química, o biofertilizante tem a capacidade de melhor adsorver as bases trocáveis pela formação de complexos orgânicos e pelo desenvolvimento de cargas negativas diminuindo os efeitos danosos da água com alta concentração salina.

Medeiros *et al.* (2011) analisaram a influência da salinidade da água de irrigação (0,5; 1,0; 2,0; 3,0 e 4,0 dS m⁻¹) no crescimento inicial do tomate-cereja (*Lycopersicon* sp Mill) em solo não salino, sem e com biofertilizante bovino comum e enriquecido. Verificaram que, para o índice de velocidade de emergência (IVE), a interação entre salinidade e biofertilizantes exerceu efeitos sobre todos os tratamentos analisados, condições em que o estresse salino afetou negativamente a germinação das sementes. Entretanto, na presença do biofertilizante enriquecido em todos os níveis de salinidade da água, a germinação mostrou-se mais efetiva, em especial no maior nível (4,0 dS m⁻¹), que proporcionou um IVE médio 3,8 a mais que os demais tratamentos.

Na aferição do crescimento inicial de oiticica, utilizando níveis de condutividade elétrica da água de irrigação de 0,5 a 6,0 dS m⁻¹, Diniz Neto *et al.* (2014) observaram que, apesar do Índice de Qualidade de Dickson (IQD) sofrer ação significativa da interação salinidade e biofertilizante, os dados referentes às mudas do solo com biofertilizante não se adequaram a nenhum modelo matemático. Esses foram representados pelo IQD médio de 3,61 e superaram o do solo sem biofertilizante irrigado com águas de salinidade superior a 2,2 dS m⁻¹. No solo sem biofertilizante, o maior IQD (0,41) correspondeu às mudas irrigadas com água de salinidade máxima 1,1 dS m⁻¹.

Torres *et al.* (2014), analisando o crescimento de mudas de cajueiro anão precoce irrigadas com águas de salinidade de 0,5 a 12,5 dS m⁻¹, perceberam que o uso do insumo orgânico elevou a taxa de crescimento absoluto de plantas (TCAA) de 0,161 a 0,198 cm dia⁻¹ (22,9%), e de 0,113 a 0,140 cm dia⁻¹ (23,9%) nas mudas irrigadas com águas de 0,5 e 3,5 dS m⁻¹ (Figura 1), respectivamente. Os resultados verificados com águas salinas de 0,5 dS m⁻¹ e 3,5 dS m⁻¹ e uso de biofertilizante bovino indicam que o insumo orgânico pode atenuar os efeitos dos sais sobre as plantas, contribuindo, positivamente, para o crescimento inicial do cajueiro anão precoce. Os efluentes orgânicos incrementam a produção de solutos orgânicos e, também apresentam a capacidade de elevar o ajustamento das plantas aos sais.

Figura 1 – Taxa de crescimento absoluto em altura de mudas de cajueiro anão precoce em função da salinidade e biofertilizante bovino.



Fonte: TORRES *et al.*, 2014

Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma salinidade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

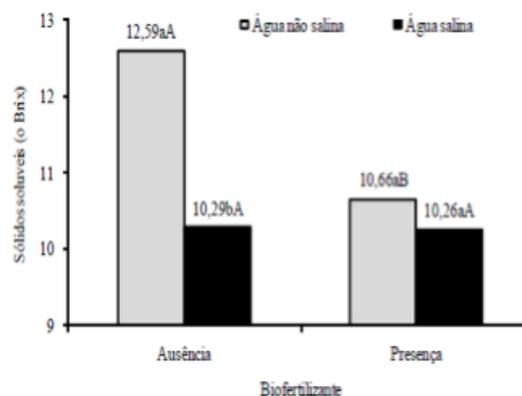
Além de significativas alterações fisiológicas e metabólicas nas plantas, os atributos químicos do solo e o conteúdo de minerais no tecido foliar das plantas também são alterados pela salinidade. As interações sinérgicas ou antagônicas entre os minerais são influenciadas pelo conteúdo iônico do solo.

Freire *et al.* (2015), aplicando águas de condutividade elétrica de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹ em maracujazeiro amarelo, concluíram que o uso de água de alta salinidade, conjuntamente com o biofertilizante bovino, aumentou os teores de boro, zinco e sódio no solo. Os teores de sódio no tecido foliar das respectivas plan-

tas também foram elevados, com menos expressão nas plantas irrigadas com água de baixa salinidade.

Em trabalhos com pós-colheita de frutos do maracujazeiro amarelo irrigado com águas de 0,5 e 4,5 dS m⁻¹, Freire *et al.* (2010) relataram que o teor de sólidos solúveis (SS) dos frutos (Figura 2) sofreu efeitos significativos da interação tipos de água e biofertilizante. Os maiores valores médios foram registrados nos tratamentos das plantas irrigadas com água de boa qualidade em covas sem o biofertilizante (12,59 °Brix), com incremento de 18,1% em comparação à presença do biofertilizante.

Figura 2 – Teores de sólidos solúveis em maracujá amarelo produzido sob condições de uso de águas salinas e biofertilizante bovino.



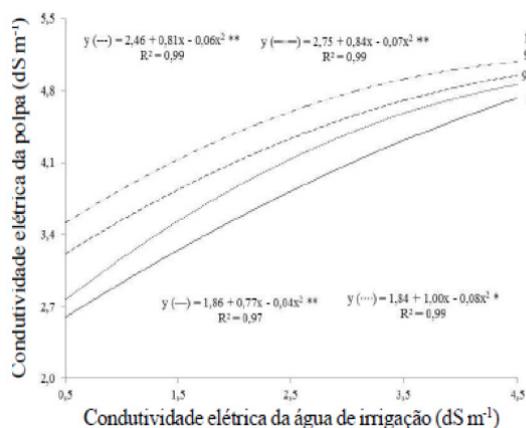
Fonte: FREIRE *et al.*, 2010

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas entre os tratamentos com água não salina e salina, sem e com biofertilizante bovino e maiúsculas no mesmo tipo de água, sem e com biofertilizante bovino, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Dias *et al.* (2011) avaliaram os efeitos da salinidade da água de irrigação e frequências de aplicação de biofertilizante bovino no solo sobre as qualidades químicas de frutos de maracujazeiro-amarelo, percebendo que o aumento do teor salino das águas de irrigação e da frequência de fornecimento do biofertilizante bovino, resultou na elevação da condutividade elétrica do suco dos frutos (Figura 3). Os valores nos frutos foram elevados de 2,55 para 4,08 dS m⁻¹ em solo sem biofertilizante de 2,72 para 4,58 dS m⁻¹ com o insumo aplicado uma semana antes do transplante; de 3,22 para 4,78 dS m⁻¹ referente ao biofertilizante aplicado a cada 90 dias após o transplante; de 3,48 para 4,89 dS m⁻¹ com o biofertilizante fornecido uma

semana antes e a cada 90 DAT, concluindo que o nível salino do suco é considerado elevado.

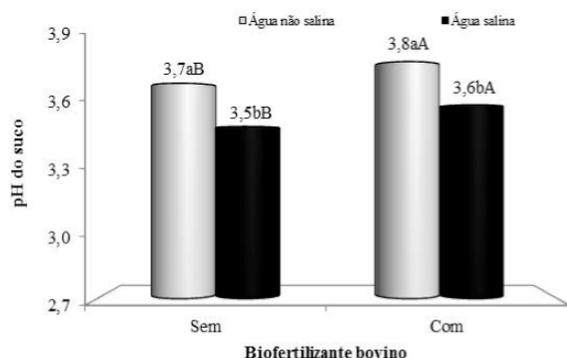
Figura 3 – Valores de condutividade elétrica em polpa de frutos de maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas em diferentes frequências de aplicação de biofertilizante.



Fonte: DIAS et al., 2011

Por outro lado, o uso do biofertilizante bovino mitigou os efeitos depreciativos dos sais elevando o pH do suco de 3,5 para 3,6 (Figura 4) e os teores de vitamina C de 22,2 a 23,4 mg/100 mL (Figura 5) nos frutos do maracujazeiro amarelo irrigados com água fortemente salina, em relação aos do solo sem o insumo orgânico aplicado na forma líquida (FREIRE et al., 2014).

Figura 4 – pH da polpa de maracujá amarelo produzido com águas salinas em substrato sem e com biofertilizante bovino.

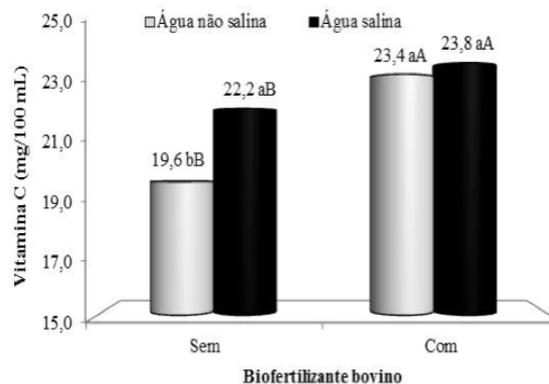


Fonte: FREIRE et al., 2014

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas entre os tratamentos com água não salina e salina, na ausência e maiúsculas no mesmo tipo de água na ausência e presença do biofertilizante bovino, não

diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 5 – Teores de vitamina C em frutos de maracujá amarelo produzido com águas salinas em substrato sem e com biofertilizante bovino.



Fonte: FREIRE et al., 2014

Médias seguidas das mesmas letras, minúsculas entre os tratamentos com água não salina e salina, na ausência e maiúsculas no mesmo tipo de água na ausência e presença do biofertilizante bovino, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4 Considerações finais

A necessidade do uso de águas com restrições salinas na agricultura em geral, redundam em baixo desempenho produtivo das culturas pelo efeito deletério dos sais nos processos fisiológicos. Evidencia-se, assim, que a salinidade se constitui em um dos maiores entraves para que as plantas glicófitas desenvolvam, em todas as suas fenofases, o seu potencial biológico.

Os mecanismos fisiológicos primários que promovem redução no crescimento das plantas submetidas ao estresse salino se manifestam, inicialmente, em escala de horas, ou dias, e são resultantes dos efeitos osmóticos (diretos) dos sais presentes no solo, reduzindo o potencial hídrico do solo, com maior dificuldade de entrada de água na planta, ocasionando estresse hídrico. Após semanas, ou meses, de exposição ao estresse salino, os declínios na atividade meristemática e no alongamento celular ocorrem quando os sais absorvidos pelas plantas se acumulam nos diferentes tecidos, provocando desequilíbrio nutricional, toxicidade iônica e consequentes distúrbios funcionais e injúrias no metabolismo planta

(UMEZAWA; MIZUNO; FUJIMURA, 2002; MUNNS; TESTER, 2008).

Por seu turno, o uso alternativo de condicionadores orgânicos do solo para atenuar a ação deletéria dos sais sobre as plantas se constitui em uma ferramenta que o produtor agrícola dispõe para manter a propriedade produtiva por um maior período de tempo do ano. O ajustamento osmótico promovido em razão das substâncias húmicas e outros componentes bioativos dos insumos orgânicos, conforme muitos resultados de pesquisa aqui relatados, constitui-se em motivo para que novas e mais ameadas pesquisas sejam realizadas para aprimorar esse conhecimento.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, T. L. *et al.* Atributos físicos de um Cambissolo cultivado e tratado com biofertilizante na Chapada do Apodi, Ceará. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 3, p. 737-749, 2015.
- ALVES, F. L. *et al.* Germinação e estabelecimento de plântulas de cajueiro-anão precoce (*Anacardium occidentale* L.) em função da salinidade. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 197-204, 2013.
- AMORIM, J. R. A. *et al.* Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 2, p. 167-176, 2002.
- ASHRAF, M.; HARRIS, P. J. C. Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. **Plant Science**, v. 166, n. 1, p. 3-16, 2004.
- ASIK, B. B. *et al.* Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. **Asian Journal Crop Science**, v. 1, n. 2, p. 87-95, 2009.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade da água na agricultura**. 2. ed. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. Medeiros e F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153 p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).
- BAALOUSHA, M.; MOTELICA-HEINO, M.; LE COUSTUMER, P. Conformation and size of humic substances: effects of major cation concentration and type, pH, salinity, and residence time. **Colloids and surfaces A: physicochemical and engineering aspects**, v. 272, n. 1-2, p. 48-55, 2006.
- BAKER, N. R.; ROSENQVIST, E. Applications of chlorophyll fluorescence can improve crop production strategies: an examination of future possibilities. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 403, p. 1607-1621, 2004.
- BENBOUALI, E. H.; HAMOUDI, S. A. A.; LARICH, A. Short-term effect of organic residue incorporation on soil aggregate stability along gradient in salinity in the lower cheliff plain (Algeria). **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 19, p. 2141-2152, 2013.
- BEZERRA, M. A. *et al.* Fotossíntese de plantas de cajueiro-anão precoce submetidas ao estresse salino. In: **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, v. 47, p. 149-152, 2003.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Maracujá-amarelo e salinidade. In: CAVALCANTE, L. F.; LIMA, E. M. (Eds.). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 91-114.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Caracterização qualitativa de frutos do maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em função da salinidade da água de irrigação. **Agropecuária Técnica**, v. 24, n. 1, p. 34-45, 2003.
- CAVALCANTE, L. F. *et al.* Clorofila e carotenoides em maracujazeiro-amarelo irrigado com águas salinas no solo com biofertilizante bovino. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. supl. 1, p. 699-705, 2011.
- COELHO, D. C. *et al.* Crescimento de mudas de mamoeiro em condições controladas com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 1, p. 1-5, 2015.
- CONUS, L. A. *et al.* Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho

- submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 4, p. 67-74, 2009.
- CORREIA, K. G. *et al.* Crescimento, produção e características de fluorescência da clorofila a em amendoim sob condições de salinidade. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 4, p. 514-521, 2009.
- COSTA, P. H. *et al.* Crescimento e níveis de solutos orgânicos e inorgânicos em cultivares de *Vigna unguiculata* submetidos à salinidade. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 26, n. 3, p. 289-297, 2003.
- DIAS, T. J. *et al.* Qualidade química de frutos do maracujazeiro-amarelo em solo com biofertilizante irrigado com águas salinas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 229-236, 2011.
- DINIZ NETO, M. A. *et al.* Mudanças de oiticica irrigadas com águas salinas no solo com biofertilizante bovino e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 10-18, 2014.
- DUTRA, T. R. *et al.* Germinação e crescimento inicial de plântulas de carobinha-do-campo submetido ao estresse hídrico e salino. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 10, n. 4, p. 39-45, 2014.
- FLOWERS, T. J. Improving crop salt tolerance. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 396, p. 307-319, 2004.
- FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de micronutrientes no solo e no tecido foliar do maracujazeiro amarelo sob uso de atenuantes do estresse salino. **Agropecuária Técnica**, v. 36, n. 1, p. 65-81, 2015.
- FREIRE, J. L. O. *et al.* Teores de clorofila e composição mineral foliar do maracujazeiro irrigado com águas salinas e biofertilizante. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 57-70, 2013.
- FREIRE, J. L. O. *et al.* Quality of yellow passion fruit juice with cultivation using different organic sources and saline water. **Idesia**, v. 32, n. 1, p. 79-87, 2014.
- FREIRE, J. L. O. *et al.* Atributos qualitativos do maracujá amarelo produzido com água salina, biofertilizante e cobertura morta no solo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 102-110, 2010.
- HASEGAWA, P. M. *et al.* Plant cellular and molecular responses to high salinity. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 51, p. 463-499, 2000.
- HOLANDA FILHO, R. S. F. *et al.* Água salina nos atributos químicos do solo e no estado nutricional da mandioqueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 1, p. 60-66, 2011.
- LACERDA, C. F. *et al.* Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: INCT Sal, 2010. p. 303-318.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 529 p.
- LOPES, J. C. *et al.* Germinação e vigor de sementes de pau d'álho sob estresse salino. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 35, n. 82, p. 169-177, 2015.
- MATIAS, J. R. *et al.* Germinação de sementes de pepino cv. Caipira em condições de estresse hídrico e salino. **Sodebras**, v. 10, n. 113, p. 33-39, 2015.
- MEDEIROS, R. F. *et al.* Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p. 505-511, 2011.
- MELLEK, J. E. *et al.* Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, v. 110, p. 69-76, 2010.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 631-681, 2008.
- NASCIMENTO, I. B. *et al.* 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.

NASCIMENTO, J. A. M. **Respostas do maracujazeiro amarelo e do solo com biofertilizante bovino irrigado com água salina de baixa e alta salinidade**. 2010. 101 f. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010.

NEVES, A. L. R. *et al.* Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, Suplemento, p. 873-881, 2009.

PAK, V. A.; NABIPOUR, M.; MESKARBASHEE, M. Effect of salt stress on chlorophyll content, fluorescence, Na⁺ and K⁺ ions content in rape plants (*Brassica napus* L.). **Asian Journal of Agricultural Research**, v. 3, n. 2, p. 28-37, 2009.

PARANYCHIANAKIS, N. V.; CHARTZOULAKIS, K. S. Irrigation of Mediterranean crops with saline water: from physiology to management practices. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 106, n. 2-3, p. 171-187, 2005.

RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 48).

RIBEIRO, M. C. C.; MARQUES, B. M.; AMARRO FILHO, J. Efeito da salinidade na germinação de sementes de quatro cultivares de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 281-284, 2001.

SALES, M. A. L. *et al.* Germinação e crescimento inicial do coentro em substrato irrigado com água salina. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 9, n. 3, p. 221-227, 2015.

SECCO, L. B. *et al.* Germinação de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) em condições de estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 4, n. 4, p. 129-135, 2010.

SILVA, F. L. B. *et al.* Interação entre salinidade e biofertilizante bovino na cultura do feijão-de-corda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 4, p. 383-389, 2011.

SOUSA, G. G. *et al.* Estresse salino em plantas de feijão-caupi em solo com fertilizantes orgânicos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 8, n. 3, p. 359-367, 2014.

SOUSA, M. S. *et al.* Eficiência fotoquímica de híbridos de porta-enxertos de citros sob irrigação com água salinizada. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 2., Fortaleza, 2014. **Anais...** Fortaleza: Inovagri, 2014.

TORRES, E. C. M. *et al.* Biometria de mudas de cajueiro anão irrigadas com águas salinas e uso de atenuadores do estresse salino. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 71-78, 2014.

UMEZAWA, T.; MIZUNO, K.; FUJIMURA, T. Discrimination of genes expressed in response to the ionic or osmotic effect of salt stress in soybean with cDNA-AFLP. **Plant, Cell & Environment**, v. 25, n. 12, p. 1617-1625, 2002.

VIANA, P. C. *et al.* Análise de crescimento e desenvolvimento vegetativo de plantas de maracujazeiro amarelo irrigadas com água salina. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 1, p. 66-71, 2013.

WAHOME, P. K.; JESCH, H. H.; GRITTNER, I. Mechanisms of salt stress tolerance in two rose rootstocks: *Rosa chinensis* Major and *R. rubiginosa*. **Scientia Horticulturae**, v. 87, n. 3, p. 207-216, 2001.

YOKOI, S.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Salt stress tolerance of plants. **JIRCAS Working Report**, v. 23, n. 1, p. 25-33, 2002.

ZHU, J. K. Plant salt tolerance. **Trends in Plant Science**, v. 6, n. 2, p. 66-71, 2001.