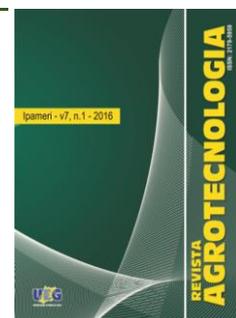


IRRIGAÇÃO COM ÁGUA SALINA, OPÇÃO AGRÍCOLA CONSCIENTE

IRRIGATION WITH SALINE WATER, CONSCIOUS AGRICULTURAL OPTION

Marcelo Rocha dos Santos¹ e Cleiton Fernando Barbosa Brito²



Resumo: Frente à má distribuição espacial e temporal e a escassez de chuvas em regiões semiáridas, o uso de água de qualidade inferior na irrigação tem sido uma estratégia utilizada para complementar a produção agrícola. Apesar do uso da água salina ser viável para produção de algumas culturas, é indispensável o entendimento dos possíveis problemas que serão ocasionados no solo, na planta e no sistema de irrigação, para que as soluções preventivas sejam realizadas afim de não gerar danos irreversíveis ao sistema de produção. Assim, esta revisão aborda os principais problemas ocasionados no solo, na planta e nos sistemas de irrigação; tolerância das culturas aos sais; estratégias para uso da água salina na irrigação; comportamento fisiológico e produção de algumas culturas irrigadas com água salina.

PALAVRAS-CHAVE: Salinidade, manejo da irrigação, estresse salino, déficit hídrico.

Abstract: Due to poor spatial and temporal distribution and the lack of rainfall in semi-arid regions, the use of water of inferior quality in irrigation has been a strategy used to supplement the agricultural production. Despite the use of saline water to be viable for the production of some crops, it is essential the understanding of possible problems that will be caused in the soil, plant and irrigation system, so that preventive solutions are carried out in order not to generate irreversible damage to the production system. Thus, this review addresses the main problems caused in the soil, plant and irrigation systems; crop salt tolerance; strategies for the use of saline water for irrigation; physiological behavior and production of some irrigated crops with saline water.

KEY WORDS: Salinity, irrigation management, salt stress, water deficit.

¹Engenheiro Agrônomo, D.Sc., professor do Instituto Federal Baiano *Campus* Guanambi, C.P. 009. Zona Rural, Distrito de Ceraíma, Guanambi, BA. CEP: 46.430-000. E-mail: marcelo.rocha@guanambi.ifbaiano.edu.br, Fone: (77) 3493 2100 r344

²Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal Baiano *Campus* Guanambi. E-mail: cleiton.ibce@hotmail.com
Recebido: 15/07/2016 – Aprovado: 01/08/2016

INTRODUÇÃO

A irrigação é uma técnica utilizada para obter produção agrícola rentável em regiões que os índices pluviométricos não são bem distribuídos e/ou não atende a demanda evapotranspirométrica da cultura. No entanto, há regiões, como no semiárido Brasileiro em que a má distribuição espacial e temporal de chuva, além da escassez recursos hídricos, têm levado alguns produtores ao uso de água proveniente de poços tubulares, que na maioria das vezes apresentam concentrações de sais que causam danos no sistema de produção. Assim, diante de situações em que se utiliza água salina na irrigação, há necessidade de avaliação criteriosa de possíveis impactos, como problema de salinidade do solo e de infiltração que podem ocasionar indisponibilidade de água do solo para as plantas, toxicidade por íons específicos e danos nos sistemas de irrigação.

O uso da irrigação com água salina, para ser uma opção agrícola consciente e ambientalmente sustentável, é necessário que o produtor tenha conhecimento dos possíveis problemas ocasionados devido à salinidade da água e as soluções para atenuar estes impactos. Assim, objetivou-se com esta revisão, conhecer as condições de uso da água salina na irrigação e suas influências no solo, na planta e nos sistemas de irrigação; a tolerância das culturas aos sais; estratégias de manejo para uso da água salina na irrigação; comportamento fisiológico e produção de algumas culturas irrigadas com água salina.

Tolerâncias das culturas aos sais

A resposta das plantas à salinidade é dependente da espécie, do genótipo, do estágio fenológico de um mesmo genótipo e do período de exposição às condições salinas. As diferenças entre espécies estão associadas ao desenvolvimento de mecanismos fisiológicos e bioquímicos, como o ajustamento osmótico, alterações nas vias fotossintéticas, síntese de osmólitos compatíveis e ativação de sistemas antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos, que aumentam a capacidade de sobrevivência das plantas em ambientes com concentrações elevadas de sais (FREITAS et al., 2014). Estes

mecanismos conferem às plantas tolerância à salinidade, ou seja, capacidade de desenvolverem e completarem seu ciclo de vida mesmo em um ambiente que contém elevada concentração de sais solúveis.

A capacidade de tolerância das plantas submetidas ao estresse salino é determinada pelas múltiplas vias bioquímicas que promovem a retenção de água, resguardando as funções fotossintéticas e conservando a homeostase iônica. As estratégias bioquímicas utilizadas incluem acumulação ou exclusão seletiva de íons, controle da entrada de íons pelas raízes e transporte para as folhas, compartimentalização de íons a nível celular (vacúolos) e estrutural (folhas), síntese de osmólitos, alterações nas vias fotossintéticas, modificações na estrutura de membrana, indução de enzimas antioxidantes e hormônios (ESTEVES; SUZUKI, 2008). Santos et al. (2016) ressaltam que o mecanismo mais importante das plantas tolerantes a salinidade, é a absorção seletiva de íons, ou seja, essas plantas possuem a capacidade de retirar nutrientes essenciais da solução salina, onde a concentração de íons não essenciais é maior para regular o estresse osmótico. Neste contexto, fica claro a importância da identificação de materiais com potencial tolerância a salinidade para cultivo em condição de uso de água salina na irrigação. No entanto, é preciso usar estratégias de manejo de solo e água, de modo a diminuir a concentração de sais no solo, e seus efeitos negativos sob as plantas (SÁ et al., 2015).

Problemas ocasionados devido ao uso de água salina

O uso da água salina na irrigação, quando não se aplica as técnicas adequadas de manejo, causa problemas nas plantas e no solo, além de afetar os equipamentos de irrigação. Em relação à planta, a salinidade afeta o crescimento em todos os estádios de desenvolvimento, todavia, a germinação, a emergência e o crescimento inicial são as fases mais afetadas pela salinidade, na maioria das culturas agrícolas (ARAUJO et al., 2016). O grau de salinidade aumenta à medida que avança o período vegetativo (DOOREMBOS; PRUITT, 1977) e os efeitos

dos sais sobre as plantas podem ser refletidos na diminuição da absorção de água, toxicidade de íons específicos, pela interferência na absorção de nutrientes essenciais e influência dos sais nos processos fisiológicos, comprometendo o crescimento e o desenvolvimento (GUEDES FILHO et al., 2013; TERCEIRO NETO et al., 2014). Em regiões semiáridas onde a evapotranspiração é elevada, o acúmulo de sais, especialmente Na^+ e Cl^- , tem afetado o funcionamento da raiz pela redução do potencial osmótico devido a um maior desequilíbrio iônico no solo, o que reduz a absorção de alguns nutrientes minerais, principalmente K^+ e Ca^{2+} (GUEDES FILHO et al., 2013).

A presença de íons como boro, Cl^- e Na^+ na água de irrigação ao atingir concentrações elevadas na solução do solo, ocasiona absorção excessiva dos mesmos e faz com que eles acumulem nos tecidos das plantas em concentrações tóxicas, provocando danos que resultam na queda de rendimento e até mesmo em morte das plantas. Em sistemas de irrigação na aspersão, o Na^+ e o Cl^- constituem os íons mais perigosos e os efeitos tóxicos de um ou de ambos podem causar sérios problemas em culturas sensíveis, pois são absorvidos pelas folhas durante a irrigação.

A salinidade promove alterações nas propriedades químicas e físicas do solo. Em relação às propriedades químicas, o efeito do excesso de sais ocorre, principalmente, pela interação eletroquímica entre os sais e a argila. Com o aumento das concentrações de sais e sódio trocável, em longo prazo, pode levar a desertificação, sendo que a implicação prática da salinidade sobre o solo é a perda da fertilidade e a susceptibilidade à erosão, além da contaminação do lençol freático e das reservas hídricas subterrâneas (SCHOSSLER et al., 2012). Em relação às características físicas, a salinidade provoca a desestruturação, aumento da densidade do solo e redução da infiltração de água pelo excesso de íons sódicos (GUEDES FILHO et al., 2013).

Outro exemplo dos efeitos negativos nas propriedades físicas é que o Na^+ aumenta a

espessura da dupla camada iônica em que a principal caracterização desse efeito é a expansão da argila quando umedecida e a contração quando seca. Assim, o excesso de Na^+ na solução do solo provoca a dispersão da argila gerando uma camada adensada que dificulta o crescimento, respiração, expansão radicular, além da absorção de água e fixação de CO_2 pela planta.

Além dos efeitos na planta e no solo, a salinidade da água traz problemas aos sistemas de irrigação, como corrosão e obstrução, culminando assim, para menor uniformidade de aplicação de água. A interação entre os íons que promovem a precipitação química por íons contidos na água de irrigação, especialmente os carbonatos de cálcio e/ou de magnésio (ZOCOLER et al., 2015), causa obstrução dos emissores.

Estratégias de manejo para uso da água salina na irrigação

O uso de água salina na irrigação tem sido um desafio para produtores rurais e pesquisadores, que constantemente desenvolvem estudos para possibilitar o uso de água de qualidade inferior sem afetar a produtividade das culturas (NASCIMENTO et al., 2015). Desta forma, estudos têm sido realizados no âmbito das estratégias de manejo racional da água salina na irrigação em diferentes culturas (SOUSA et al., 2014; GUEDES et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2013; SILVA et al., 2014; SIMÕES et al., 2016).

Entre as estratégias de manejo, o uso de plantas tolerantes à salinidade tem sido uma opção viável. Na Tabela 1 são apresentados valores de condutividade elétrica da água e do solo que as plantas toleram sem redução no rendimento. No entanto, há necessidade de estudos que visem avaliar a sensibilidade das espécies ao estresse salino (TRAVASSOS et al., 2012) para aumentar o rol de culturas com potencial de tolerância a salinidade e com capacidade de propiciar produtividades elevadas (ARAUJO et al., 2016).

Tabela 1. Níveis de tolerância das culturas à condutividade elétrica do extrato da pasta saturada do solo (CE_{es}), à condutividade elétrica da água de irrigação (CE_a) e condutividade elétrica máxima do extrato de saturação (CE_{esmax}) para que não haja queda de rendimento.

Cultura	CE_{es}	CE_a	CE_{esmax}	Cultura	CE_{es}	CE_a	CE_{esmax}
Feijão	1,0	0,7	7,0	Beterraba	4,0	2,7	15,0
Milho	1,7	1,1	10,0	Brocolis	2,8	1,9	14,0
Algodão	7,7	5,1	27,0	Rabanete	1,8	1,2	12,0
Caupi	1,3	0,9	9,0	Melancia	2,2	1,5	16,0
Sorgo	4,0	2,7	18,0	Cenoura	1,0	0,7	8,0
Soja	5,0	3,3	10,0	Pepino	2,5	1,7	10,0
Tomate	2,5	1,7	13,0	Alface	1,3	0,9	9,0
Maças e peras	1,7	1,0	8,0	Pimenta	1,5	1,0	9,0
Uvas	1,5	1,0	12,0	Cebola	1,2	0,8	8,0
Citrus	1,7	1,1	8,0	Batata	1,7	1,1	10,0
Morango	1,0	0,7	4,0	Espinafre	2,0	1,3	15,0

Adaptado de Doorembos e Pruitt (1977).

Em estudos com diversas variedades de cana-de-açúcar submetidas à salinidade, Simões et al. (2016) verificaram que a cultura é considerada moderadamente sensível à salinidade. Por outro lado, Nascimento et al. (2013) verificaram que o feijão caupi é uma espécie que tolera água salina com condutividade elétrica de até $3,3 \text{ dS m}^{-1}$, sendo classificada como moderadamente tolerante a salinidade.

Outra alternativa para o uso de águas com elevada salinidade é a sua mistura com água de baixa concentração de sais (SILVA et al., 2014) ou o uso simultâneo desses dois tipos de água com salinidades diferentes, alternando-as ao longo do ciclo (TERCEIRO NETO et al., 2013). Neves et al. (2015) verificaram que o uso de água salina ciclicamente reduziu a quantidade de água de boa qualidade usada na produção de feijão caupi em 47%, sem impactos negativos na produtividade da cultura, e eliminou os efeitos residuais da salinidade no girassol como uma cultura de sucessão.

A irrigação lateralmente alternada ou secamento parcial das raízes, conhecido também como divisão do sistema radicular, é uma técnica utilizada para aumento da eficiência de uso água e tem sido adaptada para uso da água salina. Aplicação de águas de baixa e alta salinidade simultaneamente, com ou sem divisão do sistema radicular, pode ser uma alternativa viável para as

condições em que o produtor rural tenha disponibilidade de duas fontes de água (GUEDES et al., 2015). O uso da irrigação alternada, em todo o ciclo, com água de CE_a de $0,61 \text{ dS m}^{-1}$ por 2 dias, seguido por água com CE_a de $4,78 \text{ dS m}^{-1}$, proporcionou a maior produção de fitomassa de frutos de melão aos 48 dias após a semeadura, reduzindo o uso em 33% de água de boa qualidade na irrigação (MEDEIROS et al., 2014). No entanto, pesquisas são necessárias em outras culturas para utilização dessa técnica com aplicação de água salina.

A aplicação de lâminas de água que garantem a lixiviação de parte dos sais no solo é outra estratégia de manejo para sistemas que usam água salina na irrigação. A necessidade de lixiviação (NL) é uma percentagem mínima de água de irrigação que deve ser drenada com fins de regular a salinidade do solo a um nível específico desejado. A NL é fundamental para reduzir a salinidade onde se concentra a maior parte do sistema radicular das plantas. Neste sentido, pesquisas são realizadas com o objetivo de obter um volume ideal de água que garanta a lixiviação e crie um ambiente propício ao desenvolvimento radicular (GUIMARÃES et al., 2016; ARAGÜESA et al., 2014). Em estudo realizado com a cultura do sorgo forrageiro irrigado com efluente salino, verificou-se que uma fração de lixiviação de 15% apresentou um

aumento percentual de até 25% na produtividade quando comparada à do sorgo sem fração de lixiviação (GUIMARÃES et al., 2016), demonstrando a importância da técnica.

Pode-se adotar a lixiviação antes, durante e depois do período vegetativo em função da disponibilidade de água, sempre que os sais acumulados no solo não excedam o nível máximo de tolerância da cultura (DOOREMBOS; PRUITT, 1977). Para estimar a necessidade de lixiviação, deve-se consultar o nível de tolerância de cada cultura, que é representado pela condutividade elétrica do

$$NL = \frac{CE_a}{5 \times CE_{es} - CE_a} \quad (1)$$

$$NL = \frac{CE_a}{2 \times CE_{es\ max}} \quad (2)$$

Para aplicar determinada lâmina de água (LA) que considera a evapotranspiração da cultura (ETc) e a necessidade de lixiviação, usa-se a equação 3.

$$LA = \frac{ETc}{1 - NL} \quad (3)$$

O tempo de irrigação para aplicar LA, depende do sistema de irrigação e da disposição do sistema no campo. Na aspersão convencional, o tempo de irrigação – Ti (horas) é obtido pela equação 4. Na microaspersão, há duas condições: a) um emissor ou dois por planta e um emissor para quatro plantas e b) área molhada de 100% com sobreposição. No primeiro caso (a), o tempo de irrigação é obtido pela equação 5 e no segundo caso pela equação 6. Para o gotejamento com um ou mais emissores por planta, usa-se a equação 5 e em faixa contínua molhada a equação 7 para obter o tempo de irrigação.

extrato de saturação do solo (CE_{es}). Em solos com boa capacidade de drenagem localizados em regiões semiáridas, a necessidade de lixiviação é obtida pela equação 1, para aspersão; no caso de gotejamento, microaspersão e aspersão com alta frequência usa-se a equação 2 (DOOREMBOS; PRUITT, 1977). Para uma mesma cultura e mesma água salina, a NL geralmente é inferior no último caso, o que reflete menor lâmina de lixiviação, no entanto, a maior frequência possibilita manter a umidade do solo em um nível que facilita a absorção de água pela cultura.

$$Ti = \frac{LA}{Ea \times IA} \quad (4)$$

em que, Ea é a eficiência de aplicação (decimal) e IA a intensidade de aplicação do aspersor (mm h⁻¹).

$$Ti = \frac{LA \times Ef \times Ep \times Kl}{n \times q \times Ea} \quad (5)$$

em que, Ef é o espaçamento entre fileiras de plantas (m), Ep é o espaçamento entre plantas (m), Kl o coeficiente de localização (decimal), n é número de emissor para cada planta e q é a vazão do emissor (L h⁻¹).

$$Ti = \frac{LA \times Em \times El}{q \times Ea} \quad (6)$$

em que, Em é o espaçamento entre microaspersor na lateral (m) e El é o espaçamento entre lateral (m).

$$Ti = \frac{LA \times Eg \times El \times Kl}{q \times Ea} \quad (7)$$

em que, Eg é o espaçamento entre gotejadores (m).

Na região do sistema radicular das culturas, a água está disponível quando o potencial total da água que é o somatório do potencial matricial, do osmótico e do gravitacional, esteja compatível com a capacidade de absorção de cada espécie vegetal. Para a maioria das culturas, a tensão crítica fica compreendida entre - 300 a - 600 kPa, no entanto, o componente matricial com valores menores que - 1000 kPa, significa que o solo está com baixa disponibilidade de água e as plantas terão que despende enorme quantidade de energia para absorver a água deste solo, o que prejudicará seu desenvolvimento normal. Por outro lado, baixa disponibilidade de água no solo pode ser consequência do excesso de sódio em relação ao cálcio e magnésio o que causa a dispersão das argilas na camada superficial do solo e provoca um selamento que impede a aplicação de quantidade adequada de água ao solo na profundidade desejada ocasionando redução do potencial matricial. Além disso, mesmo com valor alto do componente matricial, a presença de sais reduz o potencial osmótico e as plantas terão que gastar muita energia para absorver a água do solo. Nesta última condição, é interessante que a irrigação seja realizada com mais frequência, assim a umidade do solo fica sempre num nível que facilita a absorção de água pela cultura, constituindo uma solução complementar para problemas de salinidade. Onde o manejo da irrigação for com base no solo, o monitoramento do estado energético da água no solo deve abranger a adição do componente osmótico ao matricial (SANTOS et al., 2005).

O uso da adubação orgânica também vem apresentando resultados satisfatórios na redução dos efeitos negativos da salinidade, principalmente, com a aplicação de biofertilizante. Gomes et al. (2015) ressaltam que o biofertilizante bovino diminuiu os efeitos negativos das concentrações crescentes de sais na água de irrigação na matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total de plantas de girassol. A aplicação de biofertilizante em plantas de maracujazeiro amarelo estimulou

o crescimento das plantas, atenuando os efeitos salinos da água de irrigação (DIAS et al., 2013). O biofertilizante aplicado ao solo pode induzir aumento no ajustamento osmótico das plantas pela acumulação de solutos orgânicos, promovendo a absorção de água e nutrientes em meios salinos. Além da orgânica, a adubação potássica vem apresentando resultados satisfatórios no que diz respeito à tolerância das plantas ao estresse salino, em virtude do potássio ser reconhecido como vital para diversos processos biológicos nas células das plantas, tais como, ativação enzimática, respiração, fotossíntese e melhoria no balanço hídrico (PRAZERES et al., 2015).

Em áreas irrigadas com água salina a cobertura do solo com restos vegetais também pode ser utilizada com a finalidade de diminuir a evaporação da água disponibilizada às plantas, evitando o incremento da concentração salina e promovendo a diminuição da quantidade de sais na superfície do solo e próximo à zona radicular das plantas (PERES et al., 2010).

O uso da água salina na irrigação, para ser uma opção agrícola consciente, não significa o uso isolado de uma destas estratégias descrita anteriormente, é necessário utilizar combinações de estratégias para que problemas em longo prazo sejam minimizados. Como exemplo, em solos com lençol freático raso, é necessário um sistema de drenagem para não salinizar o solo.

Comportamento fisiológico das culturas irrigadas com água salina

A intensidade do estresse causado pela salinidade nas culturas irá depender, principalmente, do nível de tolerância da espécie ou cultivar e das estratégias de manejo utilizadas. Em plantas de feijoeiro, Prazeres et al. (2015) verificaram que a taxa fotossintética reduziu de $20,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para $17,5 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ com uso de água de condutividade elétrica de $0,8 \text{ dS m}^{-1}$ para $5,0 \text{ dS m}^{-1}$. Lima et al. (2014a) observaram que o uso da água salina na irrigação da mamoneira causou alteração nas trocas gasosas. Ao avaliar a irrigação com água salinizadas sobre as trocas gasosas de citros (combinações copa/porta-enxerto), Sousa et al. (2016)

verificaram redução linear da transpiração, fotossíntese, condutância estomática e eficiência instantânea de carboxilação, com aumento da CE_a de 0,60 para 3,0 dS m⁻¹. Plantas sob estresse salino apresentam menor taxa de assimilação de carbono ocasionado pela redução da abertura dos estômatos. A maior abertura dos estômatos favorece a entrada de CO₂ no mesófilo foliar, aumentando sua concentração interna e consequentemente a fotossíntese (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Plantas submetidas a estresses abióticos ou ambientais, como por exemplo, a salinidade, apresentam sintomas de alterações no estado funcional das membranas dos tilacóides dos cloroplastos, que provocam mudanças nas características dos sinais de fluorescência, quantificados nas folhas pela fluorescência inicial (F₀), máxima (F_m) e variável (F_v) da clorofila a, além do rendimento quântico potencial (F_v/F_m) (CHA-UM; KIRMANEE, 2011). Estes sinais de fluorescência indicam o funcionamento do fotossistema II (PSII, e consequentemente da eficiência no uso da radiação fotoquímica na assimilação de carbono pelas plantas. Freire et al. (2014) observaram que plantas de maracujazeiro amarelo sob estresse salino apresentaram atividade fotoquímica do fotossistema II e fotossíntese líquida inibida.

Produção das culturas com uso da água salina

A salinidade, ocasionada pelo manejo inadequado da irrigação ou uso de águas de alta condutividade elétrica, provoca redução da produtividade e do crescimento para a maioria das culturas (PRAZERES et al., 2015; PRAXEDES et al., 2014). Desta forma, com a utilização crescente de água salina na agricultura, práticas de manejo racional devem ser utilizadas através de alternativas economicamente viáveis para obter produtividade satisfatória (LIMA et al., 2014 b).

REFERÊNCIAS

- ARAGÜESA, R.; MEDINA, E.T.; CLAVERÍA, I.; MARTÍNEZ-COBB, A.; FACI, J. Regulated deficit irrigation, soil salinization and soil sodification in a table grape vineyard drip-irrigated with moderately saline waters. **Agricultural Water Management**. v.134, p.84-93, 2014.
- ARAUJO, E.B.G.; SÁ, F.V.S.; OLIVEIRA, F.A.; SOUTO, L.S.; PAIVA, E.P.; SILVA, M.K.N.; MESQUITA, E. F.; BRITO, M.E. B. Crescimento inicial e tolerância de cultivares de meloeiro à salinidade da água. **Revista Ambiente & Água**, v. 11 n. 2, p. 462-471, 2016.
- CHA-UM, S.; KIRDMANEE, C. Remediation of salt-affected soil by the addition of organic matter: an investigation into improving glutinous rice productivity. **Scientia Agricola**, v. 68, n. 4, p. 406-410, 2011.
- DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; PEREIRA, W.E.; FREIRE, J.L.O.; SOUTO, A.G.L. Irrigação com água salina em solo com biofertilizante bovino no crescimento do maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 4, p. 1639-1652, 2013.
- DOORENBOS, J & PRUITT, W.O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. Rome: FAO, 1977. 179p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- ESTEVES, B.S.; SUZUKI, M.S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia Brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 662-679, 2008.
- FREIRE, J. L.O.; DIAS, T.J.; CAVALCANTE, L.F.; FERNANDES, P. D.; NETO, A.J.L. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v.45, n. 1, p. 82-91, 2014.
- FREITAS, M.A.C.; AMORIM, A.V.; BEZERRA, A.M.E.; PEREIRA, M. S.; BESSA, M.C.; NOGUEIRA FILHO, F.P.; LACERDA, C.F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.4, p.839-849, 2014.
- GOMES, K.R.; SOUSA, G. G.; LIMA, F.A.; VIANA, T.V.A.; AZEVEDO, B. M.; SILVA, J.L. Irrigação com água salina na cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) em solo com biofertilizante bovino. **Irriga**, v. 20, n. 4, p. 680-693, 2015.
- GUEDES FILHO, D.H.; SANTOS, J.B.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTE, L.F.;

- FARIAS, H.L. Biometria do girassol em função da salinidade da água de irrigação e da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.7, n. 5, p. 277 - 289, 2013.
- GUEDES, R.A.A.; OLIVEIRA, F.A.; ALVES, R.C.; MEDEIROS, A.S.; GOMES, L.P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, n.10, p.913-919, 2015.
- GUIMARÃES, M.J.M.; SIMÕES, W.L.; TABOSA, J.N.; SANTOS, J.E.; WILLADINO, L. Cultivation of forage sorghum varieties irrigated with saline effluent from fish-farming under semiarid conditions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, p. 461-465, 2016.
- LIMA, G.S.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, L. A.A.; SILVA, A.O. Physiology, growth and yield of castor bean under salt stress and nitrogen doses in phenophases. **Idesia**, v. 32, n. 3, p. 91-99, 2014 a.
- LIMA, G.S.; NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, L.A.A.; LOURENÇO, J.S.; SILVA, S.S. Aspectos de crescimento e produção da mamoneira irrigada com águas salinas e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.6, p.615-622, 2014 b.
- MEDEIROS, J. F.; TERCEIRO NETO, C. P. C.; GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; SOUZA, M. S. M.; SOUZA, R.O. Management strategies of saline water on morphometric characteristics of melon cultivars. **Engenharia Agrícola**, v.34, n.4, p. 649-659, 2014.
- 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.
- NASCIMENTO, R.; ANDRADE, J.R.; MAIA JÚNIOR, S.O.; BARBOSA, J.W.S.; ALENCAR, A.E.V.; SOUSA, J.S. Crescimento de genótipos de feijão caupi irrigados com água salina. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 9, n. 4, p. 41 - 45, 2013.
- NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; SOUSA, C. H.C.; SILVA, F.L.B.; GHEYI, H.R.; FERREIRA, F.J.; ANDRADE FILHO, F.L. Growth and yield of cowpea/sunflower crop rotation under different irrigation management strategies with saline water. **Ciência Rural**, v. 45, n.5, p. 814-820, 2015.
- PERES, J.G.; SOUZA, C.F.; LAVORENTI, N. A. Avaliação dos efeitos da cobertura de palha de cana-de-açúcar na umidade e na perda de água do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 875-886, 2010.
- PRAXEDES, S.C.; DAMATTA, F.M.; LACERDA, C.F.; PRISCO, J. T.; GOMES-FILHO, E. Salt stress tolerance in cowpea is poorly related to the ability to cope with oxidative stress. **Acta Botanica Croatica**, v. 73, n. 1, 2014.
- PRAZERES, S.S.; LACERDA, C.F.; BARBOSA, F.E.L.; AMORIM, A.V.; ARAUJO, I.C.S.; CAVALCANTE, L.F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.
- SÁ, F. V. S.; BRITO, M.E.B.; FERREIRA, I. B.; NETO, P. A.; SILVA, L. A.; COSTA, F. B. Balanço de sais e crescimento inicial de mudas de pinheira (*Annona squamosa* L.) sob substratos irrigados com água salina. **Irriga**, v. 20, n. 3, p. 544-556, 2015.
- SANTOS, D.B.; FERREIRA, P.A.; OLIVEIRA, F.G.; GARCIA, G.O.; CARNEIRO, J.E.S.; CANO, M. A. O. Estratégias de manejo da irrigação do feijoeiro com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, p. 16-20, 2005.
- SANTOS, J. B.; GHEYI, H. R.; LIMA, G.S.; XAVIER, D.A.; CAVALCANTE, L.F.; CENTENO, C.R. M. Morfofisiologia e produção do algodoeiro herbáceo irrigado com águas salinas e adubado com nitrogênio. **Comunicata Scientiae**, v.7, n.1, p.86-96, 2016.
- SCHOSSLER, T.R.; MACHADO, D.M.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PIAUILINO, A.C. Salinidade: efeitos na fisiologia e na nutrição mineral de plantas. **Enciclopédia Biosfera**, v.8, n.15; p. 1563-1578, 2012.
- SILVA, J.L.A.; MEDEIROS, J.F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. A.; SILVA JUNIOR, M.

- J.; NASCIMENTO, I. B. Uso de águas salinas como alternativa na irrigação e produção de forragem no semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, (Suplemento), p. S66–S72, 2014.
- SIMÕES, W. L.; CALGARO, M.; COELHO, D. S.; SANTOS, D. B.; SOUZA, M. A. Growth of sugar cane varieties under salinity. **Revista Ceres**, v. 63, p. 265-271, 2016.
- SOUZA, G.G.; LIMA, F.A.; GOMES, K.R.; VIANA, T.V.A.; COSTA, F.R.B.; AZEVEDO, B.M.; MARTINS, L.F. Irrigação com água salina na cultura do amendoim em solo com biofertilizante bovino. **Nativa**, v. 02, n. 02, p. 89-94, 2014.
- SOUZA, J. R. M.; GHEYI, H. R.; BRITO, M. E. B.; XAVIER, D. A.; FURTADO, G.F. Impact of saline conditions and nitrogen fertilization on citrus production and gas exchanges. **Revista Caatinga**, v. 29, p. 415-424, 2016.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.
- TERCEIRO NETO, C.P.C.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DIAS, N.S.; CAMPOS, M. S. Produtividade e qualidade de melão sob manejo com água de salinidade crescente. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.43, p.354-362, 2013.
- TERCEIRO NETO, C.P.C.; GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DIAS, N.S.; SILVA, M.V. T.; LIMA, K.S. Crescimento do meloeiro ‘Pele de Sapo’ irrigado com água salobra com diferentes estratégias de manejo. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 2, p. 87 – 100, 2014.
- TRAVASSOS, K.D.; HANS R.A.J GHEYI, H. G.; SOARES, F. A. L; BARROS, H. M. M.; DIAS, N.S.; UYEDA; C.A.; SILVA, F.V. Crescimento e desenvolvimento de variedades de girassol irrigado com água salina. **Irriga**, Edição Especial, p. 324 - 339, 2012.
- ZOCOLER, J.L.; RIBEIRO, P.H.P.; SILVA, N. F.; CUNHA, F.N.; TEIXEIRA, M.B.; SOARES, F.A.L. Desempenho de um sistema de irrigação por gotejamento com aplicação de água salina. **Irriga**, Edição Especial, 20 anos Irriga + 50 anos FCA, p. 234-247, 2015.