



**OCORRÊNCIAS E CONTROLE DE SALINIDADE NO USO
DE UM SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADA**

Giane Lavarda Melo^{1,2}

Mirta Teresinha Petry³

Clarissa Moraes da Silva³

Jainara Fresinghelli Netto³

Juliano Dalcin Martins³

Bruna de Villa³

Felipe Tonetto³

Murilo Brum de Moura³

Mayara Torres Mendonça³

Luciene Kazue Tokura⁴

RESUMO

Em situações de salinidade, o manejo de um sistema de irrigação localizado deve prever aspectos relacionados ao risco potencial de obstruções em emissores, como também riscos de salinidade e toxicidade aos cultivos. Com base nessa afirmação, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento de estudos científicos publicados com o intuito de fornecer informações relacionadas ao uso da irrigação localizada, considerando a ocorrência e controle da salinidade, atuando tanto na planta, como no solo. Com base nessa revisão bibliográfica, concluiu-se que a salinidade é um potencial redutor da produção agrícola, interferindo nas características físicas, químicas e biológicas dos solos, prejudicando assim a absorção de água e nutrientes pelas plantas, influenciando no seu crescimento e desenvolvimento. Outro fator é que a escolha adequada do método e manejo da irrigação é essencial para estabelecer estratégias de manejo sustentável, visando subsidiar práticas de conservação do solo e da água, a fim de manter e/ou melhorar a qualidade dos recursos naturais e da produção da cultura agrícola futura.

Palavras-chave: Composição Qualitativa; Produtividade; Microirrigação; Culturas Agrícolas.

ABSTRACT

Occurrences and salinity control in the use of a localized irrigation system. In salinity situations, the management of a localized irrigation system must provide for aspects related to the potential risk of obstructions in emitters, as well as risks of salinity and toxicity to crops. Based on this statement, the objective of this work was to carry out a survey of published scientific studies in order to provide information related

1 PPG em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

2 EBTT, Instituto Federal Catarinense - IFC, Camboriú, SC, Brasil.

3 PPG em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

4 PPG em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, PR, Brasil. E-mail para correspondência: lucienetokura@gmail.com

to the use of localized irrigation, considering the occurrence and control of salinity, acting on both the plant and the soil. Based on this bibliographic review, it was concluded that salinity is a potential reducer of agricultural production, interfering in the physical, chemical and biological characteristics of soils, thus impairing the absorption of water and nutrients by plants, influencing their growth and development. Another factor is that the appropriate choice of irrigation method and management is essential to establish sustainable management strategies, aiming to subsidize soil and water conservation practices, in order to maintain and/or better quality of natural resources and production of future agricultural crops.

Keywords: Qualitative Composition; Productivity; Microirrigation; Agricultural Crops.

INTRODUÇÃO

Para garantir uma produção agrícola com segurança, principalmente em regiões tropicais de clima quente e seco, é necessário a utilização de um sistema de irrigação adequado e sustentável. Segundo informações da FAO (2005), estima-se que dos 250 milhões de hectares irrigados no mundo, aproximadamente 50% já apresentem problemas de salinização e que 10 milhões de hectares sejam abandonados anualmente, em virtude desse problema. Atualmente a salinização afeta cerca de 45 milhões de hectares de terras irrigadas e deverá aumentar devido às mudanças climáticas globais (Roy et al., 2014).

Regiões como semiárido do Nordeste brasileiro, ocorre frequentemente déficit hídrico para as plantas, devido à taxa de evapotranspiração potencial exceder a de precipitação durante a maior parte do ano, além dessa condição climática desfavorável, há ainda áreas com problemas de salinidade, onde muitas vezes o principal causador é um inadequado manejo da prática de irrigação.

Nessas regiões, é comum a utilização da água de irrigação com altos teores de sais solúveis. Para Sharma e Minhas (2005), quando a irrigação é feita com água salina (água que contém uma concentração significativa de sais dissolvidos), os métodos de aplicação por gotejamento, sulcos, inundação e microaspersão são mais eficientes do que a aspersão, visto que este método pode acarretar o acúmulo de sais e toxidez nas folhas de algumas espécies. Além disto, na aspersão observam-se ciclos de umedecimento e secagem o que resulta em maiores prejuízos à planta.

Além das características físico-químicas da água, outros fatores devem ser levados em consideração e analisados em conjunto quanto a sua avaliação e recomendação de uso para irrigação, os quais são: atributos físico-químicos do solo; a tolerância das culturas a serem exploradas; as condições climáticas locais e o manejo da irrigação e drenagem (Holanda et al., 2016; Minhas et al., 2020; Ungureanu et al., 2020).

De acordo com Lacerda et al. (2016), o sistema de irrigação por gotejamento é o melhor sistema de irrigação para uso em áreas com altos teores de salinidade, visto que próximo ao sistema radicular, o potencial matricial é mantido próximo de zero, o que reduz os efeitos osmóticos dos sais na planta. Entretanto, pode ocorrer um acúmulo de sais no solo em longo prazo, considerando o uso da água salina na irrigação.

Em se tratando de irrigação localizada, além dos aspectos relacionados ao risco de salinidade e toxicidade, devem ser avaliados aqueles que permitam antever o risco potencial de obstruções em emissores. De acordo com Ribeiro et al. (2005), ao avaliarem a qualidade da água em sistema de irrigação

por gotejamento, quanto aos parâmetros físicos, químicos e biológicos, observaram que, as maiores causas de entupimento dos gotejadores ocorreram em relação aos parâmetros químicos (ferro, sulfetos e pH), enquanto, os parâmetros físicos e biológicos apresentaram baixo risco de entupimento dos emissores.

Com base nessas informações, tem-se, como objetivo, analisar trabalhos científicos da literatura que abordam as condições de salinidade, de modo a descrever o comportamento dessa condição no solo e na planta, considerando um sistema de irrigação localizada.

QUALIDADE DA ÁGUA PARA USO EM SISTEMAS IRRIGADOS

Para fins agrícolas, a qualidade da água atende a uma classificação, que é determinada pela concentração de alguns íons e sólidos dissolvidos que podem ser avaliados pela condutividade elétrica da água analisada. Para Garcia et al. (2008), os níveis de sais nas águas de irrigação interferem negativamente no desenvolvimento das culturas, como também causam a obstrução dos sistemas de irrigação.

O uso de águas salinas para a irrigação apresenta-se como uma escolha ruim para a agricultura, pois reduz a produtividade dos cultivos, especialmente em regiões áridas e semiáridas. De acordo com Dias et al. (2016), a irrigação com água salina, na maioria das vezes, afeta negativamente o processo fotossintético da planta, pois reduz capacidade de absorção de água, restringindo as atividades fisiológicas e conseqüentemente reduzindo potencial produtivo das plantas cultivadas.

Caracterizar as variáveis que determinam a qualidade da água de irrigação é o ponto inicial de um adequado manejo da água de irrigação. De acordo com Holanda et al. (2016), considerando que as variáveis fundamentais para avaliação da qualidade das águas de irrigação compreendem: salinidade, sodicidade e toxicidade iônica, sugerem aos laboratórios de análises que, para a classificação, sejam mantidas as letras de costume C e S com acréscimo da letra T, correspondendo aos riscos de salinidade, sodicidade e toxicidade, respectivamente. Todas as letras devem ser acompanhadas de um número subscrito (1, 2, 3 ou 4) designando a intensidade do problema apresentado. Assim, por exemplo, C₁ S₂ T₁ seria a interpretação de uma água de baixa salinidade, média sodicidade e atóxica; conseqüentemente o seu uso em irrigação não traria nenhum risco de salinidade para o solo, poderia provocar problemas moderados de infiltração e não apresentaria nenhum risco de toxidez para as plantas.

Para Holanda et al. (2016), os conceitos de salinidade, sodicidade e toxicidade iônica também são aplicáveis para irrigação localizada, ressaltando-se, porém, que deve se levar em conta a qualidade da água do ponto de vista de possíveis entupimentos de emissores causados por problemas de ordem física, química e/ou biológica (Tabela 1).

Tabela 1. Influência da qualidade da água no surgimento de problemas de obstrução em sistemas de irrigação localizada.

Problemas	Unidades	Grau de restrição de uso		
		Nenhuma	Moderada	Severa
Físicos				
Sólidos em suspensão	Mg L ⁻¹	< 50	50 - 100	> 100
Químicos				
pH		< 7,0	7,0 – 8,0	> 8,0
Sólidos solúveis	Mg L ⁻¹	< 500	500 – 2.000	> 2.000
Manganês	Mg L ⁻¹	< 0,1	0,1 – 0,5	> 1,5
Ferro	Mg L ⁻¹	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5
Ácido Sulfídrico	Mg L ⁻¹	< 0,5	0,5 – 2,0	> 2,0
Biológicos				
População bactérias	Nº máx. mL ⁻¹	< 10.000	10.000 – 50.000	> 50.000

Fonte: Nakayama e Bucks (1986) apud Holanda et al. (2016).

Geralmente, as águas de zonas úmidas apresentam menor teor de sais do que as de zonas áridas; águas subterrâneas são mais salinas do que as águas de rios e estas, próximo da foz, contém mais sais do que as próximas à nascente; a concentração de sais nas águas de rios varia com a estação do ano, sendo maior no outono que na primavera. É comum, em uma determinada região, as águas naturalmente conterem menos sais antes do desenvolvimento de um projeto de irrigação. A variação na composição e qualidade das águas (Shalhevet e Kamburov, 1976), destinadas à irrigação depende da zona climática, fonte da água, trajeto percorrido, época do ano, geologia da região e desenvolvimento da irrigação.

Devido à alta concentração de sais solúveis, solos salinos são caracterizados por apresentar alta condutividade elétrica. Na tabela 2 são apresentadas informações sobre o efeito da condutividade elétrica na produção das culturas.

Tabela 2. Resposta das culturas à condutividade elétrica ao extrato de saturação do solo (CEes).

CEes (dSm ⁻¹ a 25°C)	Resposta das Culturas
0 a 2	Efeito da salinidade praticamente nulo
2 a 4	Redução de produtividade somente em culturas muito sensíveis
4 a 8	Redução de produtividade em muitas culturas
8 a 16	Produção satisfatória somente em culturas tolerantes
>16	Produção satisfatória somente em culturas altamente tolerantes

Adaptada de Mengel et al. (2001) apud Soares Filho et al. (2016).

A Condutividade elétrica da água (CE) é o parâmetro mais empregado para expressar a concentração de sais solúveis na água. A água de boa qualidade para a irrigação deve ter CE < 0,75 dS m⁻¹ e, o crescimento das plantas, geralmente, não é afetado até 2,0 dS m⁻¹, embora possam ser encontradas respostas diferentes entre espécies e cultivares (Dias et al., 2016).

Os sais solúveis acumulados no solo consistem, normalmente, de várias proporções dos cátions Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, dos ânions Cl⁻, SO₄²⁻ e HCO₃⁻ e, às vezes, de K⁺, CO₃²⁻ e NO₃⁻ (Soares Filho et al., 2016).

A utilização de fontes de água salobras, depende de estratégias de longo prazo que garantam a sustentabilidade socioeconômica e ambiental dos sistemas agrícolas (Beltrán, 1999). Essas estratégias devem contribuir para a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo, a redução da concentração e a entrada de sais no ambiente radicular, a redução dos impactos sobre a planta e o aumento da eficiência do uso da terra e da água (Lacerda et al., 2011).

PROCESSO DE SALINIZAÇÃO DO SOLO EM SISTEMAS IRRIGADOS

O processo de salinização do solo envolve a concentração de sais solúveis na solução do solo, resultando na formação dos solos salinos. De acordo com Ribeiro et al. (2016), os solos afetados por sais, também conhecidos por solos halomórficos ou solos salinos e sódicos, são solos desenvolvidos em condições imperfeitas de drenagem, que se caracterizam pela presença de alta concentração de sais solúveis, sódio trocável ou ambos, em horizontes ou camadas próximas à superfície.

A gênese de solos salinos tem uma alta relação, tanto com a formação geológica predominante na paisagem como com a drenagem. Logo, segundo Ribeiro et al. (2003), a origem dos problemas de salinidade se confunde com a própria formação dos solos. Daker (1988) destaca que, os sais resultantes dos minerais primários, encontrados nos solos e nas rochas, são transportados pelas águas e armazenados nos solos acumulando-se à medida que a água é evaporada ou consumida pelas culturas, originando o processo de salinização.

Os fatores diretamente responsáveis pela salinização dos solos em áreas irrigadas são o uso de água de irrigação com alta concentração salina, elevação do lençol freático por causa do manejo inadequado de irrigação e em decorrência da perda de água por infiltração nos canais e reservatórios, ausência ou deficiência de drenagem, acumulação de água de irrigação nas partes mais baixas do terreno (Gheyi et al., 1997) e evapotranspiração elevada (Medeiros et al., 2016).

No nordeste brasileiro a maioria das fontes de água utilizadas na irrigação apresenta boa qualidade, porém o volume de águas de qualidade inferior (altos níveis de salinidade), é bastante elevado e com custo de obtenção mais barato (Medeiros et al., 2003). Nessas regiões, aproximadamente 25% das áreas irrigadas encontram-se salinizadas, devido principalmente a um manejo inadequado de água-solo-salinidade (Barros et al., 2005).

EFEITOS DE SALINIDADE NA PLANTA

Há problemas de salinidade quando os sais se acumulam na zona radicular a tal concentração, que ocasiona perdas na produção. Para Ayers e Westcot (1999), estes sais são, geralmente, provenientes dos sais contidos nas águas de irrigação ou nas águas de lençol freático alto e o rendimento das culturas diminui quando o teor de sais na solução do solo é tal que não permite que as culturas retirem água suficiente da zona radicular provocando, assim, estado de escassez de água nas plantas, por tempo significativo.

A compreensão da tolerância das plantas à salinidade é um aspecto importante para a escolha do manejo mais adequado da cultura quando submetida a irrigação com águas de condutividades elétricas elevadas (Dias et al., 2016).

Apesar da complexidade da resposta das plantas à salinidade, sabe-se que, de forma geral, o aumento da concentração de sal no meio em que a planta está inserida dificulta a captação de água e nutrientes reduzindo o potencial hídrico do solo levando ao estresse. O efeito do estresse salino na planta se dá em duas fases: a fase osmótica, que começa a ocorrer quando a planta é exposta ao sal, e a fase iônica, que acontece quando a salinidade no meio persiste por vários dias, o que acarreta acúmulo de íons nos tecidos das plantas (Ghatak et al., 2018). Já para Al-Shareef e Tester (2019), as plantas desenvolveram três mecanismos para lidar com o estresse salino, que pode ser dividido em: tolerância osmótica, exclusão de íons e tolerância do tecido.

Na fase de tolerância osmótica (Marenco et al., 2014; Dias et al., 2016; Joaquim et al., 2016), o aumento da concentração de sais na zona rizosférica ocasiona a diminuição do potencial osmótico do solo reduzindo a capacidade das raízes da planta de absorver água, logo, as plantas tendem a fechar seus estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, o que gera a redução da assimilação fotossintética do CO₂ e conseqüentemente menor crescimento de células e tecidos, além da inibição de processos celulares essenciais para as plantas. O efeito do estresse osmótico durante o crescimento do vegetal (Munns e Tester, 2008; Ghatak et al., 2018), gera reduções nas brotações e má formação de ramos laterais, afetando o desenvolvimento da planta, a reprodução e produção.

Dada a grande variabilidade de comportamento existente entre as culturas em relação aos limites de tolerância à salinidade, a adequabilidade da água é bastante influenciada, variando, desde as classes que se adequam para irrigação de culturas bastante tolerantes a sais, como o algodão, até àquelas que podem não se adequar para culturas muito sensíveis, como as hortaliças e espécies frutícolas, em geral. Dentro de uma mesma espécie, pode haver diferentes características entre variedades, por adaptação ao meio onde se desenvolveram e, ainda, para uma mesma variedade, o nível de tolerância varia entre estágios de desenvolvimento, haja vista, que as alterações de natureza iônica, osmótica, nutricional e hormonal ocorrentes nas plantas são frutos da intensidade do estresse, do tipo de sal presente na água e da expressão de distintos mecanismos de tolerância ocorrentes em indivíduos da mesma espécie (Maas e Hoffmann, 1977; Flowers e Flowers, 2005).

A salinidade afeta tanto o crescimento das plantas como a produção e qualidade do produto, se manifestando principalmente na redução da população e desenvolvimento das culturas, com sintoma similar ao causado por estresse hídrico (Rhoades et al., 1992).

Coelho et al. (2014), trabalhando com feijão caupi em solo salinizado e em ambiente protegido a fim de determinar o ponto de murcha permanente fisiológico e o potencial osmótico, concluíram que o ponto de murcha permanente do feijoeiro caupi (*Vigna unguiculata*) é menor quando determinado pelo método fisiológico do que quando determinado com a câmara de pressão de Richards; o aumento da salinidade do solo até 12 dS m⁻¹ não influencia a umidade foliar, independente da textura do solo, como também, o potencial osmótico das folhas diminui com o aumento da salinidade do solo e pode ser usado como variável importante em ambientes salinizados.

Em cultivos protegidos, o efeito da salinidade do solo sobre o consumo hídrico das culturas mostra que, a evapotranspiração real apresenta decréscimo em função do incremento da salinidade do solo e da redução da área foliar; ou seja, há diferença no consumo hídrico entre níveis de salinidade diferentes (Silva,

2002; Dias, 2004; Eloi, 2007; Medeiros, 2007). Silva (2002), estudando a evapotranspiração da cultura do pimentão sob ambiente protegido, bem como os seus coeficientes de cultura (K_c) e de salinidade (K_s), conclui-se que o incremento na salinidade do solo promove redução na evapotranspiração real, observando maiores efeitos da salinidade sobre os valores médios de evapotranspiração durante a fase de crescimento. A produção de massa de matéria seca das folhas foi inversamente proporcional à salinidade da solução do solo, sendo a redução do dossel da cultura (área foliar) um dos fatores responsáveis pelo decréscimo na evapotranspiração real, associado ao decréscimo causado pela diminuição do potencial osmótico da solução do solo.

SISTEMA DE IRRIGAÇÃO LOCALIZADO

A qualidade da água de irrigação está intrinsecamente relacionada à eficiência de um sistema de irrigação localizado. A presença de depósitos de matéria orgânica e inorgânica (areias, silte, os carbonatos, o ferro, e os organismos biológicos), que se aderem às superfícies dos equipamentos de irrigação localizada, restringem a passagem de água através das tubulações e saídas de água dos emissores (Ribeiro et al., 2005). Segundo Bucks e Nakayama (1986) apud Holanda (2016), a probabilidade de ocorrência de obstrução de emissores é maior quando se utiliza água com valores de pH maiores que 8, que corresponde ao pH de uma água em equilíbrio com calcário finamente moído.

Em regiões com predisposição ou ocorrência de problemas relacionados à salinidade, deve-se ponderar sobre três aspectos: o alto custo inicial, a suscetibilidade dos emissores ao entupimento em sistemas de irrigação localizada e o risco de salinização com águas salobras. Apesar de proporcionar melhores condições de desenvolvimento para as plantas em condições de alta salinidade, a irrigação localizada por si só não é capaz de evitar a salinização do solo irrigado com águas salobras. Assim, sistemas de irrigação localizados devem compulsoriamente ser associados às técnicas de controle da salinidade, sobretudo com o emprego de frações de lixiviação, o que torna imprescindível, na ausência de drenagem natural do solo a utilização de um sistema de drenagem artificial.

Processos físicos de filtração e tratamentos químicos são, muitas vezes, utilizados nesses sistemas, para minimizar a obstrução de emissores (Gilbert et al., 1981). Os mecanismos de filtração podem ser divididos em duas categorias: em filtros de tela e discos, quando são classificados como elementos de filtração mecânica ou de superfície. O processo de filtração é baseado no princípio de que os poros do meio filtrante são menores que o diâmetro das partículas a serem filtradas nos filtros granulares ou de areia, onde as partículas ao serem retidas são menores que os poros do elemento filtrante, porém a retenção dessas partículas é conseguida por meio de processos físico-químicos (Adin e Alon, 1986).

Com o avanço da utilização da irrigação localizada, começam a ser observados problemas de perda de desempenho de equipamentos devido à presença de ferro e sólidos em suspensão. De acordo com Lacerda et al. (2016), esses elementos podem entupir tubulações, reduzindo a área de condução de água, aumentando a perda de carga e fazendo com que haja perda de pressão no sistema, reduzindo assim a vazão dos emissores. Em alguns casos pode-se até mesmo inviabilizar o sistema de irrigação como um todo.

Quando se trata de uso de águas salobras, a irrigação localizada é vantajosa, uma vez que sua alta

frequência de irrigação favorece a resposta das plantas em meio salino, pois, com a manutenção de maior umidade do solo, o aumento da concentração de sais entre um evento de irrigação e outro tende a ser menor. Além disso, na irrigação localizada não há o contato das águas salobras com as folhas, evitando as injúrias foliares provocadas por íons tóxicos; o contato é considerado inexistente ou em alguns casos ocorre apenas eventualmente. Nesse sentido, em comparação com outros métodos de irrigação, a irrigação localizada deve ser mais apropriada ao aproveitamento de poços no semiárido que detenham águas salobras exploradas sob baixas vazões (Soares et al., 2016). De acordo com Dias et al. (2016), as águas salobras de diferentes fontes podem ser utilizadas para irrigação, desde que se adotem práticas de manejo adequadas, especialmente com o uso de plantas tolerantes.

DISCUSSÃO

Para o cultivo em solos salinos a frequência de irrigação é um fator importante, pois, quanto maior a frequência, menor será a concentração dos sais, devido ao efeito da diluição. Há poucas evidências experimentais existentes, entretanto, sustenta-se como recomendação comum, que o intervalo de irrigação seja diminuído quando se utiliza água salina (Hoffman et al., 1992).

Quando o solo seca devido à evapotranspiração, depois de uma irrigação, os potenciais matriciais e osmóticos diminuem. A taxa de decréscimo depende da taxa de evapotranspiração e da relação entre o potencial matricial e o teor umidade do solo. A taxa de secamento do solo decresce quando o potencial osmótico diminui, produzindo, assim, um maior potencial matricial antes da próxima irrigação. Contrapondo a esse processo, o intervalo de irrigação influencia na forma da distribuição de sais no perfil e no nível total de salinidade do solo (Medeiros et al., 2016).

A lixiviação é a chave da irrigação bem-sucedida, em solos onde a salinidade é excessiva, é considerada como o único meio pelo qual a salinidade do solo pode ser mantida em níveis aceitáveis sem riscos às culturas. Para Medeiros et al. (2016), a melhor forma de controlar o acúmulo de sais no solo é pelo processo de lixiviação, que pode ser potencializado pela precipitação pluvial ou pela aplicação de uma lâmina de água de irrigação superior àquela requerida pela cultura, fazendo com que uma fração da água aplicada percole abaixo da zona radicular, lixiviando parte dos sais acumulados.

Ainda de acordo com Medeiros et al. (2016), quanto mais salina é a água de irrigação ou mais sensível é a cultura à salinidade, mais intenso deve ser o processo de lixiviação para manter o rendimento da cultura explorada. A necessidade de lixiviação (NL) é a fração mínima da quantidade total de água aplicada que deve passar através da zona radicular, para prevenir a redução no rendimento da cultura. Devido à condutividade elétrica (CE) ser facilmente medida e quase linearmente relacionada com a concentração salina de uma solução do solo relativamente diluída, comumente correlaciona-se a concentração salina de uma solução do solo relativamente diluída, com CE.

Tanto o método como a frequência de irrigação interferem na adequação da água e tolerância das plantas à salinidade. Em métodos de irrigação por superfície (como inundação ou sulcos) e localizada (gotejamento), a concentração de sais suportada pelas culturas é bem mais elevada do que no método de irrigação por aspersão. Ainda na irrigação por aspersão, o impacto das gotas grandes na superfície do solo, pode desagregar

as partículas e provocar ou agravar os problemas de infiltração, causando escoamento superficial. Conforme Rhoades e Merrill (1976), a salinidade média da água do solo, em dado intervalo de tempo, é maior em solos que são irrigados com menor frequência, quando se mantêm os outros fatores constantes.

Em contraponto, Hoffman et al. (1992), ressaltam que a aplicação de uma lâmina de recuperação no final do ciclo da cultura é viável para manutenção dos sais na zona radicular somente quando a salinidade da água de irrigação não é tão elevada.

CONCLUSÕES

Com base nessa revisão bibliográfica pode-se concluir que a salinidade é um potencial redutor da produção agrícola, interferindo nas características físicas, químicas e biológicas dos solos, prejudicando assim a absorção de água e nutrientes pelas plantas, influenciando no seu crescimento e desenvolvimento.

Tendo-se em vista o que foi discorrido ao longo deste estudo, pode-se concluir também que, a escolha adequada do método e manejo da irrigação é essencial para estabelecer estratégias de manejo sustentável, visando subsidiar práticas de conservação do solo e da água, a fim de manter e/ou melhorar, a qualidade dos recursos naturais e da produção da cultura agrícola futura.

REFERÊNCIAS

- ADIN, A.; ALON, G. 1986. Mechanisms and process parameters of filter screens. **Journal of Irrigation and Drainage Engineering**, 112(4):293-304.
- AL-SHAREEF, N. O.; TESTER, M. 2019. **Plant Salinity Tolerance**. In: eLS. John Wiley & Sons, Ltd: Chichester, p. 1-6.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. 1999. **A qualidade da água na agricultura**. 2. Estudos de Irrigação e Drenagem. 2 ed. Campina Grande: UFPB, 153p.
- BARROS, M. F. C. et al. 2005. Aplicação de gesso e calcário na recuperação de solos salino-sódicos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9:320-326.
- BELTRÁN, J. M. 1999. Irrigation with saline water: Benefits and environmental impact. **Agricultural Water Management**, 40(2-3):183-194.
- COELHO, J. B. M. et al. 2014. Ponto de murcha permanente fisiológico e potencial osmótico de feijão caupi cultivado em solos salinizados. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 18:708-713.
- DAKER, A. 1988. **A água na agricultura: Irrigação e drenagem**. 7. ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 543p.
- DIAS, N. S. 2004. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade em solo cultivado com melão rendilhado sob ambiente protegido**. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 110p.
- DIAS, N. S. et al. 2016. **Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade**. In. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 151-161.
- ELOI, W. M. 2007. **Níveis de salinidade e manejo da fertirrigação sobre o cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill) em ambiente protegido**. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 110p.

- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2005. Crops & livestock primary & processed: 01 Out. 2005. New York: Earthscan.
- FLOWERS, T. J.; FLOWERS, S. A. 2005. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? **Agricultural Water Management**, 78(1-2):15-24.
- GARCIA, G. O. et al. 2008. Alterações químicas de dois solos irrigados com água salina. **Revista Ciência Agronômica**, 39(1):7-18.
- GHATAK, A.; CHATURVEDI, P.; WECKWERTH, W. 2018. Metabolomics in Plant Stress Physiology. **Plant Genetics and Molecular Biology**, 50(1):187-236.
- GHEYI, H. R.; QUEIROZ, J. E.; MEDEIROS, J. F. 1997. **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 383p.
- GILBERT, R. G. et al. 1981. Trickle irrigation: emitter clogging and other flow problems. **Agricultural Water Management**, 3(3):159-178.
- HOFFMAN, G. J.; HOWELL, T. A.; SOLOMON, K. H. 1992. **Management of farm irrigation systems**. St. Joseph: ASAE, Cap.18, p. 667-715.
- HOLANDA, J. S. et al. 2016. **Qualidade da água para irrigação**. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 35-50.
- JOAQUIM, A. G. et al. 2016. **Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino em plantas**. In: Melhoria genética e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 181-196.
- LACERDA, C. F. et al. 2011. Influence of plant spacing and irrigation water quality on a cowpea-maize cropping system. **International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science**, 1:163-167.
- _____. 2016. **Estratégias de manejo para uso de água salina na agricultura**. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 237-352.
- MAAS, E. V.; HOFFMAN, G. J. 1977. Crop salt tolerance - Current assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, 103(2):115-134.
- MARENCO, R. A. et al. 2014. Fisiologia de espécies florestais da Amazônia: fotossíntese, respiração e relações hídricas. **Revista Ceres**, 61(Suplemento):786-789.
- MEDEIROS, J. F. et al. 2003. Caracterização das águas subterrâneas usadas para irrigação na área produtora de melão da Chapada do Apodi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 7:469-472.
- MEDEIROS, P. R. F. 2007. **Manejo da fertirrigação em ambiente protegido visando o controle da salinidade para a cultura do pepino enxertado**. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 82p.
- MEDEIROS, J. F. D. et al. 2016. **Manejo do solo-água-plantas em áreas afetadas por sais**. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 319-335.
- MINHAS, P. S. et al. 2020. Coping with salinity in irrigated agriculture: crop evapotranspiration and water management issues. **Agricultural Water Management**, 227(20):105832.
- MUNNS, R.; TESTER, M. 2008. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, 59(1):651-681.
- RHOADES, J. D.; MERRILL, S. D. 1976. **Assessing the suitability of water for irrigation: Theoretical and empirical approaches**. In: Prognosis of salinity and alkalinity. Rome: FAO, p.69-110. Soils Bulletin, 31.
- RHOADES, J. D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A. M. 1992. **The use of saline water for crop production**. Rome: FAO, 133p. FAO. Irrigation and Drainage Paper, 48.

- RIBEIRO, M. R.; FREIRE, F. J.; MONTENEGRO, A. A. A. 2003. Solos halomórficos no Brasil: Ocorrência, gênese, classificação, uso e manejo sustentável. In: Curi N, Marques JJ, Guilherme LRG, Lima JM, Lopes AS, Alvarez VH. (eds.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa: **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, 3:165-208.
- RIBEIRO, T. A. et al. 2005. Efeito da qualidade da água na perda de carga em filtros utilizados na irrigação localizada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 9(1):1-6.
- RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. 2016. **Origem e classificação dos solos afetados por sais**. In: Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 10-15.
- ROY, S. J.; NEGÃO, S.; TESTER, M. 2014. Salt resistant crop plant. **Current Opinion in Biotechnology**, 26:115–124.
- SHALHEVET, J.; KAMBUROV, J. 1976. **Irrigation and salinity: a worldwide survey**. New Delhi: International Commission on Irrigation and Drainage, 106p.
- SHARMA, B. R.; MINHAS, P. S. 2005. Strategies for managing saline/alkali waters for sustainable agricultural production in South Asia. **Agricultural Water Management**, 78:136-151.
- SOARES, T. M. et al. 2016. **Uso de águas salobras em sistemas hidropônicos de cultivo**. In: Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza, CE, p. 373-390.
- SOARES FILHO, W. S. et al. 2016. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. In: Melhoria genética e seleção de cultivares tolerantes à salinidade. Fortaleza, CE, p. 259-274.
- SILVA, E. F. F. 2002. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade na cultura do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 136p.
- UNGUREANU, N.; VLĂDUT, V.; VOICU, G. Water scarcity and wastewater reuse in crop irrigation. **Sustainability**, 12(21):9055.