

(DOI): 10.5935/PAeT.V7.N3.13

This article is presented in Portuguese with abstracts in English and Spanish

Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science, Guarapuava-PR, v.7, n.3, p.115-124, 2014

### Bibliographic Review

## Resumo

O objetivo desta revisão literária é concentrar informações acerca de características associadas e ocorrência, efeitos e manejo da salinidade em solos e culturas agrícolas em lavouras de cultivos extensivos. Os efeitos da salinidade do solo no desenvolvimento vegetal provêm de alterações nas suas propriedades físicas e químicas. A salinização é um fator limitante para o desenvolvimento e produtividade de plantas

e vem afetando os recursos hídricos de zonas áridas, semiáridas, mediterrâneas e área irrigadas em zonas de clima tropical e subtropical, incluindo o Brasil. A salinidade e a sodicidade do solo estão entre as principais causas de degradação em ambiente semiárido, pois ocasionam danos às propriedades do solo, ao desenvolvimento vegetal e à sociedade, o que culmina em sério impacto ambiental e social. Dentre as consequências mais destacadas da salinidade do solo sobre as plantas estão o efeito provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions causada pelo sódio e o efeito tóxico dos íons sódio e cloreto. Resultados de pesquisas evidenciam que a salinidade dos solos é um problema sério e que a busca de soluções para o manejo de solos salinizados e, de alternativas de manejo preventivo para áreas de risco, deve ser mais intensa e acompanhada celeridade na disseminação de resultados de novas pesquisas.

**Palavra chave:** concentração salina, química do solo, potencial osmótico.

## Características da Salinidade dos solos em cultivos agrícolas no Brasil

Vlandiney Eschemback<sup>1</sup>

Michael Rogers Bernert<sup>1</sup>

Adriano Suchoronzek<sup>1</sup>

Sidnei Osmar Jadoski<sup>2</sup>

Adenilsom dos Santos Lima<sup>3</sup>

## Characteristics of soil Salinity in agricultural crops in Brazil

### Abstract

The objective of this review is a literary focus information about associated features and occurrence, effects and management of salinity in soil and crops in extensive crops crops. The effects of soil salinity on plant development from changes in their physical and chemical properties. Salinisation is a limiting factor for the development and productivity of plants and has been affecting water resources of arid, semi-arid and Mediterranean area irrigated in tropical and subtropical climate zones, including Brazil. Salinity and sodicity of soil are among the main causes of degradation in semi-arid environment, would cause damage to the properties of the soil, plant development and society, culminating in serious environmental and social impact. One of the most important consequences of soil salinity on plants are the effect caused by the reduction of the osmotic potential; nutritional unbalance due to high Ionic concentration and inhibiting the absorption of others caused by sodium cations and the toxic effect of sodium and chloride ions. Research findings show that the salinity of the soil is a serious problem and that the search for solutions to the management of salinized soils and of preventive management alternatives for hazardous areas, should be more intense and accompanied by rapid dissemination of new research results.

**Keywords:** saline concentration , soil chemistry , osmotic potential.

Received at: 15/12/13

Accepted for publication: 20/08/14

1 Aluno de Pós Graduação, Mestrado em Agronomia - Universidade Estadual do Centro Oeste - Unicentro. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03 - Vila Carli. CEP 85040-080. Guarapuava - PR E-mail: vlandiney@hotmail.com; mbflorestal@yahoo.com.br; adriano\_agri@hotmail.com

2 Engenheiro Agrônomo, Dr. Professor - Programa de Pós Graduação em Agronomia . Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro, Campus Cedeteg. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, n.3. CEP:85040-080. Guarapuava, Paraná- Brasil. E-mail: sjadoski@unicentro.br

3 Engenheiro Agrícola, Dr. Professor - Departamento Agronomia . Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro, Campus Cedeteg. Rua Simeão Camargo Varela de Sá, n.3. CEP:85040-080. Guarapuava, Paraná- Brasil. E-mail: aslima@unicentro.br.

*Applied Research & Agrotechnology* v7 n3 sep/dec. (2014)

Print-ISSN 1983-6325 (On line) e-ISSN 1984-7548

## Características de la salinidad del suelo en los cultivos agrícolas en Brasil

### Resumen

El objetivo de esta revisión bibliográfica es concentrar la información sobre las características asociadas a la ocurrencia, efectos y gestión de la salinidad en los suelos y cultivos agrícolas en sistemas de cultivo extensivo. Los efectos de la salinidad del suelo sobre el desarrollo vegetal se derivan de cambios en sus propiedades físicas y químicas. La salinidad es un factor limitante para el desarrollo y la productividad de las plantas y está afectando a los recursos hídricos en zonas áridas, semiáridas, mediterráneas y áreas de regadío en zonas de clima tropical y subtropical, entre ellos Brasil. La salinidad y la sodicidad del suelo se encuentran entre las principales causas de la degradación en el ambiente semiárido, como causa de daños a las propiedades del suelo, al desarrollo vegetal y la sociedad, que culmina en serio impacto ambiental y social. Entre las consecuencias más prominentes de la salinidad del suelo sobre las plantas está el efecto causado por la reducción del potencial osmótico; desequilibrio nutricional debido a la alta concentración iónica e inhibición de la absorción de otros cationes por el sodio y efectos tóxicos de iones de sodio y cloruro. Las investigaciones realizadas indican que la salinidad del suelo es un problema grave y que la búsqueda de soluciones para la gestión de los suelos salinos, y de alternativas a la gestión de prevención para áreas de riesgo, deben ser más intensos y acompañado de celeridad en la difusión de los resultados de nuevas investigaciones.

**Palabras clave:** concentración salina, química del suelo, potencial osmótico.

### Sobre o processo de salinização

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. O efeito do excesso de sais ocorre principalmente pela interação eletroquímica entre os sais e a argila (MEDEIROS et al., 2012). A alta condutividade elétrica verificada em solos salinos se deve as altas concentrações de sais, o que pode restringir a absorção de nutrientes e consequentemente interferir no desenvolvimento das plantas em função da elevação do potencial osmótico (MENDES et al., 2008). Em adição RHOADES et al. (2000) destaca que a salinidade afeta também as propriedades físicas do solo, provocando desestruturação, aumento da densidade e redução das taxas de infiltração de água pelo excesso de íons sódicos.

A fertirrigação é uma das alternativas para o parcelamento da adubação em cultivos agrícolas, evitando perdas por lixiviação ou volatilização dos adubos, quando bem aplicada (HAYNES, 1985). Segundo dados da FAO em 2012, a área agricultável irrigada em todo o mundo chegou a 24.639.500 ha<sup>-1</sup>. Um manejo inadequado ou excessivas aplicações de fertilizantes podem levar a ocorrência de salinização dos solos, afetando assim, o desenvolvimento e produção das culturas (DIAS et al., 2006).

Um assunto de grande importância e que vêm sendo muito discutido por pesquisadores é o

excesso de adubação aliado a sistemas de irrigação mal conduzidos, que levam à salinização dos solos, um processo que leva ao aumento da concentração da solução do solo em sais solúveis (Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup>) para níveis prejudiciais às plantas (ELOI et al., 2011) MEDEIROS et al. (2012) consideram que a salinização dos solos é um fator crítico para a produção vegetal em ambiente protegido, devido à baixa tolerância à salinidade de plantas comerciais

A salinidade e a sodicidade do solo estão entre as principais causas de degradação em ambiente semiárido, pois ocasionam danos às propriedades do solo, ao desenvolvimento vegetal e à sociedade, o que culmina em sério impacto ambiental e social (SOUZA et al., 2008; ASHRAF, 2009; ASHRAF e AKRAM., 2009) ARRUDA et al. (2009) encontraram diversas características próprias na fisiologia de halófitas, entre elas o espessamento da cutícula foliar. Em diferentes partes do mundo, as halófitas têm sido investigadas, tendo em vista que a intensificação da agricultura, o uso indevido da água, combinado com a alta evapotranspiração contribuem fortemente para salinização dos solos (KOYRO, 2006; FLOWERS e FLOWERS, 2005).

Quanto as causas da salinização destaca-se que o acúmulo de sais no solo está ligado à existência de uma fonte de sais, e uma evapotranspiração alimentada por água rica em sais, e a insuficiência de precipitação ou drenagem que permitam a lixiviação destes.

Segundo BERNARDO et al., (2006), as causas mais comuns de salinização induzidas pelo homem são: uso de solos impróprios ou mal adaptados para a prática da irrigação (com cinética lenta e sem sistema de drenagem); irrigação com água rica em sais; inadequada condução da irrigação (adoção de regas inadequadas, distribuição desigual da água), subida do lençol freático (redução da evapotranspiração por modificação da vegetação, excesso de rega ou infiltração de água a partir de reservatórios/canais de rega); uso intensivo de fertilizantes ou corretivos, particularmente em condições de limitada lixiviação e, contaminação do solo com águas residuais ou produtos salinos de origem industrial.

Para questões relacionadas à medida da salinização de um solo, considera-se que a principal avaliação que indica o grau de salinização de solos é a condutividade elétrica. Segundo OLIVEIRA et al., (2012), quanto maior a concentração de íons no solo, maior será sua condutividade elétrica. Estes autores, estudando o efeito de diferentes graus de salinização na condutividade elétrica do solo, concluíram que o aumento da condutividade elétrica do solo é diretamente proporcional ao aumento das doses de potássio e lâmina de irrigação. As diferentes doses afetam principalmente a condutividade elétrica dos primeiros 0,30 m do perfil do solo. A condutividade elétrica varia significativamente com o aumento da profundidade, sendo mais elevada na profundidade de 0,30 m a 0,70 m de profundidade a CE é principalmente afetada pelas lâminas de irrigação, sofrendo pouco efeito das diferentes doses de potássio.

Segundo TEJERAET al. (2006), a redução no crescimento das plantas e na acumulação de matéria seca em condições salinas têm sido notificadas em importantes leguminosas de grãos. ALLAKHVERDIEV et al., (2000) reportaram que os efeitos osmóticos e iônicos estão envolvidos na inativação do aparato fotossintético induzida por NaCl em diferentes tipos de tecidos vegetais e inclusive em cianobactéria *Synechococcus* sp.

Segundo WILLIAMS (1987,) têm sido identificados dois tipos de salinização, primária e secundária. A salinização primária é um processo natural onde ocorrem poucas chuvas, elevada evaporação e acumulação gradual de íons oriundos do intemperismo. Em contrapartida, a salinização secundária resulta de um evento antrópico ligado ao ambiente marinho.

BENNETT et al. (2009) ressaltam em sua

revisão a falta de informação e padronização referente tanto ao grau de salinização de solos como aos melhores procedimentos em um solo salinizado. Os autores acreditam que, ao invés de buscar definir “o que pode ser feito com uma área de solo salinizado” o encaminhamento correto a se fazer seria “tendo em conta um solo salino e suas variadas capacidades, qual seria o melhor investimento para aprimorar a produtividade e a rentabilidade da área salinizada”.

Avaliando seis níveis de salinidade inicial do solo e dois manejos de fertirrigação, sendo tradicional e com controle da condutividade elétrica da solução do solo, DIAS et al.(2005) concluíram que, com o uso de extratores de solução do solo pode se monitorar a concentração iônica da solução do solo com precisão satisfatória. Os mesmos autores ainda chegaram à conclusão de que a salinidade do solo aumentou com o tempo, estando os maiores níveis próximos da superfície do solo e do gotejador.

Para BENNETT et al., (2009), no contexto de agricultura atual existe a falta de um protocolo robusto para a avaliação da capacidade de terras afetadas por salinidade em regiões de seca, considerando que protocolos ideais para determinação das capacidades destas terras podem ser, capazes de incorporar uma vasta gama de dados (incluindo parâmetros afetados pela salinidade e excesso de água) e deve incluir observações visuais de locais e parâmetros mensuráveis a estrutura dos dados deve ser requerida no protocolo na ordem: a) valor de diagnósticos e b) facilidade de coleta; apresentado de um jeito em que possa ser incrementado com a inserção de novos dados.

Com isto, considerando os tipos de salinização por critérios de WILLIAMS (1987), pode ser esperado que os protocolos de avaliação de capacidade de terras salinas definidos anteriormente por BENNETT et al., (2009) irão levar em conta características como: facilmente determinável por observações na superfície do solo, como o grau de cobertura de vegetação e manchas descobertas, a presença de plantas indicadoras, inclinação e a suscetibilidade do sítio de ser administrado com outras áreas, textura da superfície do solo e umidade e inundação da superfície; obtível de bases de dados acessíveis ou produtores, como dados de pluviosidade; parâmetros observados e medidos do perfil do solo, como profundidade e salinidade da água do solo, textura do perfil do solo, salinidade do perfil do solo, presença e abundância de manchas no perfil do solo, presença de torrões e pH do solo.

## Sobre os efeitos da salinização em plantas

MELLONI et al., (2000), resumem os efeitos da salinidade do solo sobre as plantas em: efeito provocado pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e a inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e o efeito tóxico dos íons de sódio e cloreto.

Segundo ASHRAF e HARRIS., (2004), embora haja um número promissor de critérios de seleção de plantas tolerantes à salinidade, a complexa fisiologia de tolerância salina e a variação entre espécies tornam difícil a identificação de um critério, sendo a determinação de indicadores bioquímicos para espécies individuais melhor do que a determinação de indicadores genéricos.

De forma direta ou indiretamente, os sais exercem efeitos total ou parcial sobre o desenvolvimento e produção das culturas. Segundo FARIAS et al., (2009), na solução do solo os efeitos do excesso de sais solúveis, principalmente o Na e o Cl, provocam redução do desenvolvimento vegetal, especialmente nas espécies mais susceptíveis, promovendo distúrbios fisiológicos

ABDUL JALLEL et al., (2007) encontraram efeito inibitório em germinação de sementes, diminuição do vigor das mudas (estimada pela medição do tamanho das raízes e parte aérea), maior degradação oxidativa, e aumento na concentração de Prolinaem *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. em tratamentos com altas concentrações salinas.

EDELSTEIN et al., (2009) encontraram limites de condutividade elétrica na água de irrigação de 3dS m<sup>-1</sup>, sem alteração de crescimento, sendo que, para dosagens com condutividade elétrica maior (de 3 a 6 dS m<sup>-1</sup>) a taxa de crescimento decaiu gradativamente para *Vetiveria (Vetiveriazizanioides)*. Os mesmos autores ainda encontraram um decaimento na transpiração da planta *Vetiver* conforme a condutividade elétrica da solução de irrigação aumentou de 3 para 6dS dS m<sup>-1</sup>.

KHADRI et al., (2007), testando graus de salinidade com soluções de 0 e 100mM de NaCl e dosagens de ácido abscísicoexógeno de 0,1 e 10μM encontraram crescimentos equivalentes em plantas de Feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) sensíveis à salinidade entre 0mM de NaCl e ausência de ABA e 100mM e 10m de ABA.

MAGGIO et al., (2007) testando o efeito de

soluções salinas em tomate cherry (Licata F1-COIS 94) encontraram uma redução progressiva na porcentagem de massa seca em função do aumento da condutividade elétrica das soluções, sendo que a condutividade a partir de 2,5dS m<sup>-1</sup> induziu o decréscimo em 6% na massa seca a cada 1dS m<sup>-1</sup> aumentado na solução até a condutividade de 9ds/m, sendo que de 9dS m<sup>-1</sup> a 15dS m<sup>-1</sup>, o decréscimo na produtividade de matéria seca foi de 1,4% por ds/m adicionado à solução.

Os mesmos autores encontraram ainda um decréscimo no potencial água e osmótico da folha com o aumento da condutividade elétrica de -0,7MPa e -1,49 MPa, respectivamente em plantas submetidas a soluções de 2,5dS m<sup>-1</sup> para<sup>-1</sup>,21MPa e -2,28 MPa em solução com 15dS m<sup>-1</sup>; por outro lado, detectaram o aumento na pressão de turgor nas folhas de 0,79MPa para 1,07MPa para a menor e maior condutividade elétrica respectivamente.

RAMOLIYA et al., (2004), testando o efeito da salinização no crescimento e acumulação de macro e micro nutrientes em mudas de *Salvadora persica* (salvadoraceae), encontraram germinações de 86%, 70%, 42%, 28% e 16%, respectivamente a solos com condutividades elétricas de 6.1, 8.4 10.3, 12.5 e 14.9 dS m<sup>-1</sup>, sendo que não obtiveram emergência de plântulas em solos com maiores condutividades elétricas. Neste trabalho, também encontraram uma relação linear negativa entre altura de plantas e o aumento da concentração de sais sob tratamentos com maior e menor disponibilidade de água, em relação à concentração de K e Na, observaram o acréscimo nas folhas e hastes e decréscimo nos tecidos radiculares em resposta ao tratamento com baixa disponibilidade de água e alta concentração salina no solo.

TEJERA et al., (2006) testando cultivares de Chickpea resistentes e não resistentes à altas concentrações de sais, encontraram uma diminuição no crescimento geral de todas as cultivares conforme a concentração de sais foi aumentada, porém, com reduções de crescimento menores nas cultivares mais resistentes.

AZEVEDO NETO et al., (2006) estudando o efeito do stress salino em enzimas antioxidativas e deperoxidação de lipídios em duas variedades de milho, uma tolerante e outra sensível à salinidade, reportaram o aumento das atividades das enzimas superóxido dismutase (SOD), ascorbatoperoxidase (APX), guaiacol peroxidase (GPX) e glutationaredutase (GR), com o tempo em relação ao controle, sendo



o aumento nas atividades enzimáticas maior nas plantas tolerantes à salinidade. O estresse salino não teve efeito sobre a atividade da enzima catalase (CAT) em plantas tolerantes, mas teve uma redução significativa nas plantas sensíveis. Todos os tratamentos com estresse salino tiveram as atividades de todas estas enzimas estudadas reduzidas em plantas sensíveis à salinização.

GIMENO et al., (2009) investigando a influência da fertilização com Nitrogênio e estacas de laranja azeda (*Citrusmacrophyllae*), em relação à tolerância salina, relataram que em ambas as espécies os tratamentos salinos reduziram o crescimento das folhas e, com Nitrogênio adicional do solo, houve diminuição na concentração de Cloro e aumento na concentração de Potássio nas folhas de ambas. Os mesmos autores ainda afirmam que a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, a condutância estomática e a transpiração das plantas foram reduzidas similarmente em todos os tratamentos salinos, independentemente das estacas utilizadas, sendo que a salinidade reduziu o potencial água e osmótico das folhas enquanto o turgor das folhas foi aumentado.

LUND et al., (2011), avaliando os efeitos de diferentes concentrações de sal na água de irrigação, no desenvolvimento inicial de uma cultivar de cana-de-açúcar, cultivada em solos com diferentes níveis texturais, constataram uma redução linear da evapotranspiração da cana-de-açúcar em sua fase inicial de desenvolvimento, com o aumento da salinidade da água de irrigação, independentemente da classe textural do solo. As variáveis vegetativas apresentaram crescimento inversamente proporcional à concentração de sais na água de irrigação, apresentando maiores valores em solos de textura média.

Em estudos realizados por MELGAR et al., (2008) comparando características de trocas gasosas de folhas, relações hídricas, fluorescência de clorofila e concentrações de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> em cultivares de Oliveiras em resposta à alta salinidade e altas concentrações de CO<sub>2</sub>, relataram declínio na condutância estomática e na transpiração de folhas e aumento na eficiência do uso da água pelas folhas em elevada concentração de CO<sub>2</sub>, independentemente do tratamento de salinidade. O estresse salino aumentou a concentração de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nas folhas, reduzindo o crescimento e o potencial osmótico e aumentando o

turgor das folhas nos tratamentos comparados com os tratamento não salinizados.

Ao avaliarem o efeito do estresse hídrico e salino na germinação de sementes de cultivares de milho-pipoca, MOTERLE et al., (2006) relataram que a diminuição do potencial osmótico provoca a redução no desempenho das sementes das cultivares estudadas.

SHANON e GRIEVE (1999) observaram em estudos dados que relacionaram a salinidade no solo com a perda de produtividade média pelas plantas (figura 01), onde observa-se que, em média, em condutividades elétricas acima de 4 dS m<sup>-1</sup>, há início de perda na produtividade pelas plantas, e em condutividades elétricas próximos de 12 dS m<sup>-1</sup> as plantas chegam a perder 50% da sua produtividade. Trabalhos como o de SHANON e GRIEVE (1999), possuem grande importância, pois, além de definir a salinidade através de vários estudos realizados, os autores também demonstram o grau de salinidade suportado entre várias espécies cultivadas com importância econômica (figura 02), ressaltando ainda existir ausência de estudos neste sentido.

Os autores também realizaram estudo detalhado de várias espécies de importância comercial na agricultura e pode-se extrair informações sobre a tolerância salina suportada pelas espécies estudadas (Tabela 01), onde nota-se a grande variabilidade das plantas em relação à salinidade. Na revisão destes autores, nota-se que há uma grande variabilidade entre a quantidade e qualidade de informações a respeito dos efeitos da salinidade entre as diferentes espécies citadas, ficando evidente a falta de estudos mais aprofundados em várias espécies e a falta de padronização na exposição dos dados.

GONDIN et al., (2010), em estudos relacionam a salinidade do solo com o aquecimento global, concluindo que plantas capazes de obter mais água ou possuem maior eficiência no seu uso, possuem capacidade de resistir melhor à elevação de temperaturas, secas e salinidade por meio de estratégias de aclimação, dentre as quais incluem-se a redução da área foliar, deposição de ceras sobre a folha, abscisão de folhas e fechamento de estômatos, acentuado crescimento de raízes com modificações ou por alterações genéticas e morfofisiológicas, evitando a toxicidade pelo sal.

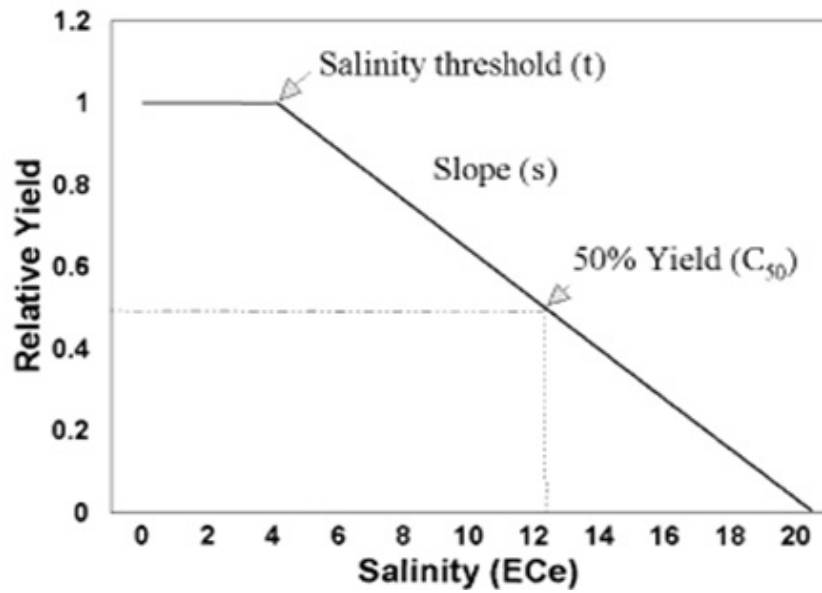


Figura 01. Parâmetros de tolerância salina em relação ao produtividade relativa e salinidade na raiz (fonte: Shanon e Grieve, 1999).

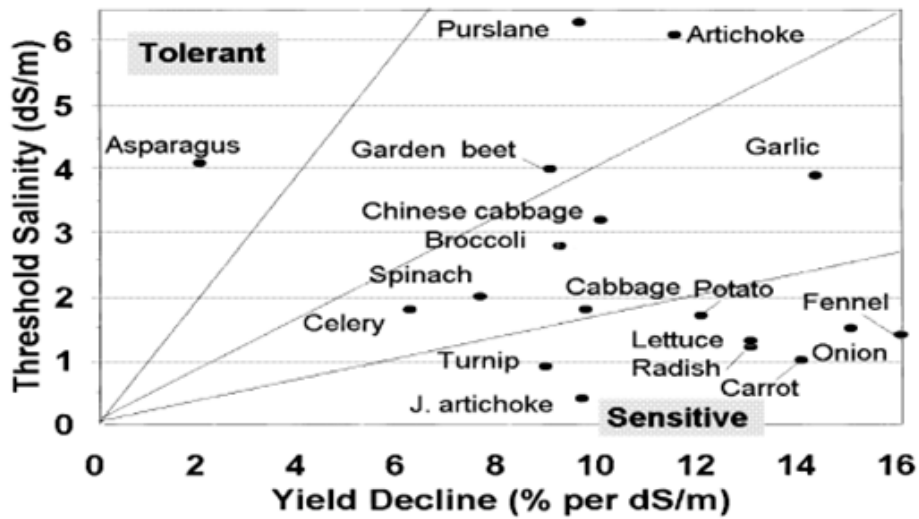


Figura 02. Tolerância salina de algumas espécies leguminosas de acordo com o limite de tolerância salina e percentual de decréscimo de produtividade (fonte: Shenon e Grieve, 1999).

**Tabela 01.** Tolerância à salinidade de cultivares de importância econômica expressa em condutividade elétrica do solo (ECe) (fonte: adaptado a partir de Shenon e Grieve, 1999).

| Espécie  | Salinidade da água do solo (ECe) suportada sem perdas de produtividade significativas (dS m <sup>-1</sup> ) |                               | Salinidade em que ocorre 50% de perda de produtividade (dS m <sup>-1</sup> ) | Partes da planta afetadas pela alta salinidade |
|--|---|-------------------------------|--|--|
|  | Germinação  | Crescimento ou fase produtiva |  |  |
| Cebola ( <i>Allium cepa</i> L.)                              | 20  | 1,4                           | 4,1  | bulbo, raiz e folha                            |
| Alho ( <i>Allium sativum</i> L.)                             | -   | 3,9                           | 7,4  | bulbo e folha                                  |
| Aspargo ( <i>Asparagus officinalis</i> )                     | 9,4   | 4,1                           | 6,3 - 14,3   | folha  |
| Cenoura ( <i>Daucus carota</i> )                             | -0,01*  | 1,0                           | -0,1 a -0,3*   | raiz   |
| Aipo ( <i>Apium graveolens</i> L.) var. dulce (Mill.) Pers.) | -   | 1,8                           | 10,0 - 11,0  | folha  |
| Erva-doce ( <i>Foeniculum vulgare</i> Mill.)                 | -   | 1,15                          | 4,8  | bulbo  |
| Pastinaca ( <i>Pastinaca sativa</i> L.)                      | -   | 0,8**                         | -  | -  |
| Alface ( <i>Lattuca sativa</i> L.)                           | -   | 1,3                           | 8,0***   | -  |
| Alcachofra de Jerusalém ( <i>Helianthus tuberosus</i> )      | -   | 0,4                           | 5,8  | haste  |
| Alcachofra ( <i>Cynara scolymus</i> )                        | -   | 4,9 - 6,1                     | -  | -  |
| Couve ( <i>B. oleraceae</i> , Acephala group)                | -   | 2,3 - 5,5                     | -  | -  |
| Brócolis ( <i>B. oleraceae</i> , Botrytis group)             | -   | 2,8                           | -  | -  |
| Repolho ( <i>B. oleraceae</i> , Capitata group)              | -   | 1,8                           | -  | folha  |
| Repolho chinês ( <i>B. campestris</i> , Pekinensis group).   | -   | 3,2                           | -  | folha  |
| Pak choi ( <i>B. rapa</i> , Chinensis group)                 | -   | 3,0 - 23                      | 14,0 - 17,0  | -  |
| Nabo ( <i>B. rapa</i> L. Rapifera group)                     | 11,6  | 3,3                           | 6,5  | raiz   |
| Rúcula ( <i>Eruca sativa</i> , Mill.)                        | -   | -                             | 30,0**   | folha  |
| Rabanete ( <i>Raphanus sativus</i> L.)                       | -   | 1,3 - 5,2                     | 14,0 - 30,0  | raiz   |
| Espinafre ( <i>Spinacea oleracea</i> L.)                     | -   | 2,0                           | -  | raiz e folha                                   |
| Acelga Suíça ( <i>Beta vulgaris</i> L.) Koch, Cicla group)   | -   | 11,0**                        | 17,5 - 19,8**  | -  |
| Beterraba ( <i>B. vulgaris</i> L.)                           | -   | 4,0                           | -  | tubérculo                                      |
| Pêssego ( <i>Atriplex hortensis</i> L.)                      | -   | -                             | 30,0**   | -  |
| Batata doce ( <i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.)              | -   | -                             | 11,0   | tubérculo                                      |
| Mandioca ( <i>Manihot esculenta</i> CRANTZ)                  | -   | -                             | 0,7  | -  |
| Beldroega ( <i>Portulaca oleracea</i> L.)                    | -   | 6,3                           | -  | -  |
| Batata ( <i>Solanum tuberosum</i> L.)                        | -   | -                             | 6,2  | raiz, tubérculo                                |

\*Dados expressos em MPa; \*\* ECi (condutividade elétrica na água de irrigação); \*\*\* altamente variável entre cultivares mas não demonstrado numericamente.

## Conclusão

A partir dos dados apresentados nota-se que existe notória escassez de pesquisas em relação à

salinidade de solos em áreas de cultivo em campo aberto de sequeiro e irrigado no Brasil. Contudo fica cada vez mais evidente que a salinidade dos solos é um problema sério e que a busca de soluções para

o manejo de solos salinizados e, de alternativas de manejo preventivo para áreas de risco, deve ser mais intensa e acompanhada celeridade na disseminação de resultados de novas pesquisas. Mesmo em áreas de cultivo extensivo, em que o uso do solo é relativamente menos intenso, o solo está propenso à salinização, sendo necessário um manejo preventivo visando evitar a concentração de sais na camada superficial, próxima à zona de absorção radicular, como consequência de processos da elevação de sais da subsuperfície, processo que pode ser acelerado em áreas irrigadas.

## Referências

- ABDUL JALLEL, C., Gopi, R., Sankar, B., Manivannan, P., Kishorekumar, A., Sridharan, R. & Panneerselvam, R., Studies on germination, seedling vigour, lipid peroxidation and proline metabolism in *Catharanthus roseus* seedlings under salt stress. *South African Journal of Botany* v.73, p.190-195, 2007.
- ALLAKHVERDIEV, S. I., Sakamoto, A., Nishiyama, Y., Inaba, M. & Murata, N., Ionic and osmotic effects of NaCl-induced inactivation of photosystems I and II in *Synechococcus* sp. *Plant physiology* 123, 1047-1056, 2000.
- ARRUDA, R. C. O.; VIGLIO, N. S. F.; BARROS, A. A. M. Anatomia foliar de halófitas e psamófilas reptantes ocorrentes na restinga de Ipitangas, Saquarema, Rio de Janeiro, Brasil. *Rodriguésia*. v. 60, n. 2, p. 333-352. 2009.
- ASHRAF, M., Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology advances* 27, 84-93, 2009.
- ASHRAF, M.; Akram, N. A. Improving salinity tolerance of plants through conventional breeding and genetic engineering: An analytical comparison. *Biotechnology Advances*, v.27, p.744-752, 2009.
- ASHRAF, M. & Harris, P. J. C., Potential biochemical indicators of salinity tolerance in plants. *Plant Science* 166, 3-16, 2004.
- BENNETT, S. J., Barret-Lennard, E. G., Colmer, T. D., Salinity and waterlogging as constraints to saltland pasture production: a review. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 129, 349-360, 2009.
- BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. Manual de irrigação. 8.ed. Viçosa: UFV, 2006. 625p.
- CORRÊA, M.R., Freire, M. B. G. S., Ferreira, R. L. C., Freire, F. J., Pessoa, L. G. M., Miranda M. A., Melo. D. V. M., Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 33, 304-314, 2009.
- DE AZEVEDO NETO, A. D., Prisco, J. T., Enéas-Filho, J., Abreu, C. E. B. d. & Gomes-Filho, E., Effect of salt stress on antioxidative enzymes and lipid peroxidation in leaves and roots of salt tolerant and salt-sensitive maize genotypes. *Environmental and Experimental Botany* 56, 87-94, 2006.
- D'ALMEIDA, D. M. B. A. D.; ANDRADE, E. M.; MEIRELES, A. C. M.; NESS, R. L. L.. Importância relativa dos íons na salinidade de um Cambissolo na Chapada do Apodi, Ceará. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.3, p.615-621, 2005.
- DIAS, N. S. Duarte, S. N., Gheyi, H. R., de Medeiros, J. F. & Soares, T. M. Manejo da fertirrigação e controle da salinidade do solo sob ambiente protegido, utilizando-se extratores de solução do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.9, p.496-504, out./dez. 2005.
- EDELSTEIN, M., Plaut, Z., Dudai, N. & Ben-Hur, M., Vetiver (*Vetiveria zizanioides*) responses to fertilization and salinity under irrigation conditions. *Journal of environmental management* 91, 215-221, 2009.
- ELOI, W. M.; DUARTE, S. N.; SOARES, T. M.; SILVA, E. F. de F.; MIRANDA, J. H. Rendimento comercial do tomateiro em resposta à salinização ocasionada pela fertigação em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 5, p. 471-476, maio, 2011.
- FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, A. L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de *Gliricídia* (*Gliricídia sepium* (Jacq.) Kunt ex Steud) em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 33, p. 1499-1505, 2009.
- FAOSTAT, Total area equipped for irrigation, 2012. Disponível em <http://faostat3.fao.org/download/R/RL/E>. Acesso em 05 de Setembro de 2015.



- FLOWERS, T. J. & FLOWERS, S. A. Why does salinity pose such a difficult problem for plant breeders? *Agriculture Water Management* 78(1): 15-24. 2005.
- GONPIN, T.M.D., CAVALCANTE, L.F., Beltrao, N.E. M., Aquecimento global, salinidade e consequências no comportamento vegetal. *Rev. Bras. Ol. Fibrós.*, Campina Grande 14, 37-54, 2010.
- GIMENO, V., Syvertsen, J. P., Nieves, M., Simón, I., Martínez, V. & García-Sánchez, F., Additional nitrogen fertilization affects salt tolerance of lemon trees on different rootstocks. *Scientia Horticulturae* 121, 298-305, 2009.
- GONGIN, T.M.D., CAVALCANTE, L.F., BELTRAO, N.E. M., Aquecimento global, salinidade e consequências no comportamento vegetal. *Rev. Bras. Ol. Fibrós.*, Campina Grande. v.14, p. 37-54, 2010.
- HAYNES, R. J. Principles of fertilizer use for trickle irrigated crops. *Fertilizer Research*, The Hague, v.6, n.3, p.235-255, ago. 1985.
- JÚNIOR J . A. L., SILVA, A. L. P., Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia 6, 11, 2010.
- KHADRI, M., TEJERA, N. A. e LLUCH, C., Sodium chloride-ABA interaction in two common bean (*Phaseolus vulgaris*) cultivars differing in salinity tolerance. *Environmental and Experimental Botany* 60, 211-218, 2007.
- KOYRO, H. W. 2006. Effect of salinity on growth, photosynthesis, water relations and solute composition of the potential cash crop halophyte *Plantago coronopus* L. *Environmental and Experimental Botany* 56: 136-146.
- LUND, B. C., ABRAMS, T. E. e GRAVELY, A. A., Efeitos da salinidade da água de irrigação na brotação e desenvolvimento inicial da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e em solos com diferentes níveis texturais. *Journal of rehabilitation research and development* 48, vii-ix, 2011.
- MAGGIO, A., RAIMONDI, G., MARTINO, A. e DE PASCALE, S., Salt stress response in tomato beyond the salinity tolerance threshold. *Environmental and Experimental Botany* 59, 276-282, 2007.
- MEDEIROS, P. R. F.; DUARTE S. N.; E. F. F. SILVA. Eficiência do uso de água e de fertilizantes no manejo de fertirrigação no cultivo do tomateiro sob condições de salinidade do solo. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, Recife, v.7, n.2, p.344-351, abr./jun. 2012.
- MELGAR, J. C., MOHAMED, Y., NAVARRO, C., Parra, M. A., BENLLOCK, M. e FERNÁNDEZ-Escobar, R., Long-term growth and yield responses of olive trees to different irrigation regimes. *Agricultural Water Management* 95, 968-972, 2008.
- MELLONI, R.; SILVA, F. A. M.; CARVALHO, J. G. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). *Cerne*, v. 6, n. 2, ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 15 7 7 2012 p. 35-40. 2000.
- MENDES, J. S.; CHAVES, L. H. G.; Chaves, I. B. Variabilidade temporal da fertilidade, salinidade e sodicidade de solos irrigados no município de Congo, PB. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.3, n.1, p.13-19, 2008.
- MOTERLE, L. M., LOPES, P. d. C., BRACCINI, A. d. L. e SCAPIN, C. A., Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. *Revista Brasileira de Sementes* 28, 169-176, 2006.
- OLIVEIRA et al. Condutividade Elétrica de um Solo manejado com Diferentes Lâminas de Irrigação e Diferentes Doses de Potássio. *Fert Bio* 2012. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Maceió, Alagoas, 2012
- PARIDA A. K., Das, A.B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. *Ecotoxicology and Environmental Safety* 60, 324-349, 2005.
- RAMOLIYA, P. J., Patel, H. M. & Pandey, A. N., Effect of salinization of soil on growth and macro- and micro-nutrient accumulation in seedlings of *Salvadora persica* (Salvadoraceae). *Forest Ecology and Management* 202, 181-193, 2004.
- RHOADES, J.D.; Kandiah, A.; Mashali, A.M. Uso de águas salinas para produção agrícola. Campina Grande: UFPB. Estudos da FAO, Irrigação e Drenagem. 2000, 117p.

*Eschemback et al. (2014)*

RUIZ, H. A., SAMPAIO, R. A., OLIVEIRA, M., FERREIRA, P. A., Características físicas de solos salino-sódicos submetidos a parcelamento da lâmina de lixiviação. *Revista de la ciencia del suelo e nutrición vegetal* 6, 1-12, 2006.

SHANON e GRIEVE. Tolerance of vegetable crops to salinity. *Scientia Horticulturae*. v.78, p. 5-38, 1999.

SOUZA, E. R.; Montenegro, A. A. A.; Freire, M. B. G. dos S. Evolução e variabilidade espacial da salinidade em Neossolo Flúvico cultivado com cenoura sob irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.584- 592, 2008.

WILLIAMS, W. D. Salinization of rivers and streams: an important environmental hazard. *Ambio*. v.16, p. 180-185. 1987.