

O MELHORAMENTO DE PLANTAS E A SALINIDADE DOS SOLOS

Eder Victor Braganti Toppa

Eng. Agrônomo, Mestrando em Agricultura com ênfase em melhoramento de plantas da Faculdade de Ciências Agrônomicas-Unesp
E-mail: edertoppa@fca.unesp.br

Wiliam Polaco Brambilla

Eng. Agrônomo, Mestrando em Botânica com ênfase em fisiologia vegetal do Instituto de Biociências-Unesp E-mail:
wilan_pb@hotmail.com

Resumo - A degradação ambiental do solo pela salinidade é um problema muito antigo e de extensão mundial, sendo, geralmente, mais pronunciado nas regiões áridas e semi-áridas do globo terrestre. Sob certas circunstâncias, torna-se difícil e/ou economicamente inviável manter baixo nível de salinidade no solo, como no caso em que a água disponível à irrigação é salina, a profundidade do lençol freático é pequena ou a permeabilidade do solo é deficiente. Neste prisma, o melhoramento de plantas atua de forma a minimizar os problemas de salinidade ao selecionar criteriosamente as culturas ou cultivares que possam produzir satisfatoriamente sob condições de salinidade. Este trabalho abordará as diferentes vertentes de atuação do melhoramento de plantas correlacionado a salinidade dos solos.

Palavras-chave: Cultura de tecido, sodicidade e condutividade elétrica.

THE PLANT BREEDING AND SOIL SALINITY

Abstract - The environmental degradation of the soil salinity is a very old problem, and world-wide extension, being generally more characterized in arid and semiarid regions of the globe. Sometimes, it becomes hard and economically unfeasible to maintain low levels of soil salinity, as in the water available for irrigation is saline, the depth of water table is small and the permeability of the soil is deficient. In this sense, the plant breeding works to play down the problems of salinity to carefully select crops or cultivars that produce good in saline conditions. This work will discuss the most aspects of performance of the plant breeding in the soil salinity.

Key-words: Tissue culture, salinity and electrical conductivity

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental do solo pela salinidade é um problema muito antigo e de extensão mundial, sendo, geralmente, mais pronunciado nas regiões áridas e semi-áridas do globo terrestre.

Salinização é o processo pelo qual sais solúveis se acumulam ao longo do perfil do solo. Os sais solúveis que contribuem efetivamente para salinizar o solo consistem, normalmente, das várias proporções de cátions de sódio (Na^{++}), cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{+}) e dos ânions cloreto (Cl^{-}), sulfato (SO_4^{-}), bicarbonato (HCO_3^{-}) e, às vezes, carbonato (CO_3^{-}).

A salinidade dos solos é caracterizada por dois aspectos únicos: baixos potenciais osmóticos e altas concentrações de Na e outros íons específicos (Cl^{-} , SO_4^{-} , HCO_3^{-} , etc.), que podem ser tóxicos às plantas.

De acordo com informações da literatura criticadas por Black (1975), a salinidade afeta diretamente o crescimento das plantas pelas seguintes maneiras: 1) redução do potencial osmótico da solução do solo; 2) acúmulo de íons específicos no tecido vegetal, em concentrações tóxicas; e 3) alteração do aspecto nutricional da planta.

Sob certas circunstâncias, torna-se difícil e/ou economicamente inviável manter baixo nível de salinidade no solo, como no caso em que a água disponível à irrigação é salina, a profundidade do lençol freático é pequena ou a permeabilidade do solo é deficiente.

Nestes casos, entretanto, existem duas formas de se minimizar os problemas da salinidade de acordo com as explicitações de Gheyi (2000): 1) selecionar criteriosamente as culturas ou cultivares que possam produzir satisfatoriamente sob condições de salinidade, isto é, melhorar as plantas, visando a sua adaptação ao solo; e 2) adotar práticas adequadas de manejo do solo, para reduzir ao máximo a salinidade e proteger as plantas, ou seja, melhorar o solo para atender à tolerância das plantas. A segunda opção compreende realização de melhorias em projetos de irrigação e drenagem, o que significa gastos elevados para sua efetivação. Portanto, a alternativa mais viável seria a seleção de plantas tolerantes à salinidade, associada a um programa de melhoramento genético.

Para que uma espécie vegetal possa ser melhorada por seleção, é preciso que apresente variabilidade genética com relação à característica

desejada – no caso, tolerância à salinidade. Pois, a seleção não cria variabilidade, mas sim atua sobre a já existente.

A variabilidade genética da planta refere-se à característica hereditária de uma espécie ou cultivar que mostra diferença de crescimento ou produção em comparação com outra espécie ou cultivar, sob condições ambientais ideais ou adversas.

Embasado no contexto de que aproximadamente 1/3 dos solos do mundo apresentam altos níveis de salinidade (LIUA & BAOB, 1998), a seleção e caracterização de genótipos tolerantes para o caráter tornam-se uma excelente alternativa para o melhoramento de culturas agrícolas.

Neste sentido serão abordados as diferentes vertentes de atuação do melhoramento de plantas correlacionado a salinidade dos solos.

O MELHORAMENTO DE PLANTAS E A SALINIDADE DOS SOLOS

A obtenção de um estande adequado de plantas em áreas salinas é freqüentemente difícil, em função do decréscimo na porcentagem de germinação (OSTER et al., 1984). Uma das alternativas para contornar esse problema é a seleção de genótipos mais tolerantes à salinidade nos estádios de germinação e estabelecimento da plântula (SALES et al., 2006)

Na literatura, existem estudos a respeito do efeito da salinidade nos diferentes estádios de germinação e estabelecimento da plântula. Almeida et al (2001), exemplificadamente, analisou a germinação e o vigor de arroz (*Oryza sativa* L.) e relatou que houve influência da salinidade sobre estes. Os cinco genótipos de arroz avaliados mostraram comportamento diferenciado em relação ao desempenho germinativo para os diferentes níveis de salinidade estabelecidos pela água salina. O aumento da salinidade produziu um decréscimo da germinação. Normalmente, a diminuição do potencial osmótico, devido à salinidade, provoca reduções significativas na germinação, pois o embrião necessita absorver água para crescer e romper os tegumentos. Além disso, o excesso de íons, principalmente Na^+ e Cl^- , tende a causar intumescência protoplasmática, afetando a atividade enzimática e resultando, principalmente, na produção inadequada de energia por distúrbios na cadeia respiratória (LARCHER, 1986).

Em cultivos de arroz efetuados em solos com condutividade elétrica (CE) entre 1,4 e 25,6 dS m^{-1} , Gore & Bhagwat (1988) verificaram uma redução na altura de planta, produção de perfilhos e produtividade. Quarenta cultivares de arroz avaliados em diferentes níveis de salinidade por Fageria (1991) indicaram uma diferença altamente significativa entre elas para altura de planta, perfilho e produção de matéria seca da plântula. Estudos de Akita & Cabuslay (1990), sob uma CE de 10 dS m^{-1} , em cultivares de arroz, observaram reduções de 13%, 15% e 27%, respectivamente, para altura de planta,

número de perfilhos e produção de matéria seca de plântula, quando comparados com a testemunha. As cultivares avaliadas diferiram significativamente nas suas respostas quanto ao crescimento sob salinidade, visto que de acordo com Lauchi & Epstein (1990), a redução da área foliar com o aumento da salinidade se deve, provavelmente, ao mecanismo fisiológico de ajustamento osmótico. Estes autores afirmam que a maioria dos materiais com pouca tolerância, em condições altamente salinas, podem ser eliminados como critério de seleção e propõem que se eleve potencialmente os níveis de salinidade dos experimentos para identificar, por meio de descritores morfológicos, tais como altura da parte aérea, comprimento de raiz, área foliar, massa fresca da parte aérea e massa fresca de raiz, os genótipos mais tolerantes.

No tocante, outra cultura que é considerada, de uma forma geral, como uma espécie sensível ao estresse salino é o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) segundo afirmações de Eaton (1942) e Greenway e Munns (1980). Não obstante, Pessaraki (1991), explicita que há diferenças entre genótipos dessa leguminosa em termos de tolerância à salinidade, sendo assim o atual crescimento da área cultivada com feijoeiro sob irrigação no nordeste deve ser acompanhado de estudos no sentido de identificar e selecionar os genótipos capazes de produzir satisfatoriamente quando submetidos a estresse salino, uma vez que as regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, freqüentemente apresentam problemas de salinidade em solos e águas, pois a lixiviação e o transporte de sais solúveis são restritos devido a baixas precipitações e às altas taxas de evaporação, sendo esse processo acelerado, usualmente, pelas irrigações e pela drenagem deficiente, como relatam as observações de Gheyi (2000).

A cerca deste requerimento, os estudos de Costa et al.(1999) com nove genótipos de feijoeiro, demonstram que o aumento da condutividade elétrica do solo provocou aumento do diâmetro do caule e diminuição no número de folhas e na matéria seca da parte aérea. Todos os genótipos caracterizados mostraram-se tolerantes às condutividades de 3,0 e 6,0 dS m^{-1} . Para o nível de condutividade elétrica 9,0 dS m^{-1} , seis genótipos revelaram-se tolerantes e três moderadamente tolerantes.

Embora observa-se relativo aumento do cultivo do feijoeiro comum no nordeste, o feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) constitui-se a principal cultura de subsistência do semi-árido brasileiro. Apresenta grande importância na alimentação da população que vive nessa região, principalmente as mais carentes, por possuir ciclo curto, baixa exigência hídrica, rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade, como também, ser fornecedor de proteínas, carboidratos, vitaminas e minerais (EMBRAPA, 2003).

As demonstrações de Marinho et al.(2009) com dez genótipos de feijão caupi, a partir dos resultados observados nos parâmetros de germinação, área foliar e matéria seca constatou que as cultivares Diamante e

Corujinha apresentaram maiores níveis de tolerância a salinidade no solo do que as demais. O autor relata ainda que as cultivares Parambú, Manteiga, IPA 204 e Costela de Vaca foram as mais sensíveis aos efeitos da salinidade no solo na germinação, e as cultivares IPA 206, BR 17, Manteiga e Galanção vermelho apresentaram maior sensibilidade a salinidade do solo durante a fase de crescimento vegetativo.

Ainda no âmbito de identificação de genótipos que apresentem relativa resistência às características salinas do solo, através de descritores morfológicos, e extrapolando-se para outra cultura de grande importância econômica para o Nordeste brasileiro, o algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.), Jácome et al. (2003) observou o crescimento de cinco genótipos dessa cultura em função da salinidade da água de irrigação, e inferiu que o algodoeiro é sensível à salinidade nas variáveis de crescimento, sendo o peso da fitomassa de caule, ramos e raízes as mais afetadas em todos os genótipos. Embora seja considerada uma cultura tolerante, é portanto uma alternativa para os solos salinos do Nordeste, pode sofrer reduções substanciais no seu crescimento e na produção quando exposta às condições de salinidade.

No seguimento, as culturas exploradas na região do Nordeste brasileiro, a cultura do milho ocupa posição destacada em relação à área cultivada na zona, semi-árida do Estado de Pernambuco. Ao longo dos últimos trinta anos, sua produtividade vem decrescendo, chegando a índices de 700 kg/ha na região Nordeste, em contraste com níveis de produtividade que alcançam valores de 11.000 kg/ha na região Sudeste. Decorrente ao exposto, Willadino et al. (1995) discriminou que é possível a obtenção de uma linhagem de milho com tolerância ao estresse salino mediante a utilização de cultura de anteras. Relatos do mesmo autor, evidenciam que durante o processo de cultivo de anteras utilizando material procedente do cruzamento entre dois híbridos Arizona 8601 e M11M14, duas plantas foram obtidas, sendo que uma delas apresentou-se com deficiência de clorofila nas folhas, e a outra, com características fenotípicas normais de uma planta de milho e ainda com as características associadas de tolerância à salinidade do Arizona 8601, e com capacidade androgenética do M11M14.

A tecnologia de manipulação de células, tecidos e órgãos *in vitro* é promissora para o melhoramento genético das plantas. Variantes somaclonais permitem a obtenção de culturas com características agrônomicas superiores, como, por exemplo, tolerância à salinidade (VAZ, 1986). Assim, é necessário conhecer o comportamento *in vitro* de uma

As plantas não respondem similarmente quando expostas em condições de salinidade; algumas são

cultura, ou mesmo cultivar, antes de serem procedidos ensaios para seleção de linhagens celulares ou de calos resistentes à salinidade.

Ainda a despeito da prática *in vitro*, Castro & Andrade (1997) observaram o comportamento de cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) quanto à produção de calos em meio contendo diferentes concentrações de NaCl, uma vez que tal cultura destaca-se como principal hortaliça, na região Nordeste. Os autores concluíram que o estresse salino reduz o crescimento dos calos de batata-doce, chegando a total ou quase total inibição do crescimento na concentração de 1,0% de NaCl, e que além deste fato o NaCl causa diferentes efeitos sobre o crescimento dos calos das cultivares.

No que refere-se às frutícolas, o cultivo de abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) é uma atividade de destaque econômico nos tabuleiros costeiros, logo passível dos efeitos do estresse salino. A indução de variação somaclonal pode permitir a manipulação de grandes populações de células, sob condições ambientais controladas e em espaço reduzido, haja vista que a variação somaclonal se refere à variabilidade observada em plantas provenientes do cultivo *in vitro* (BORÉM, 2001). Uma vez obtida uma população *in vitro* geneticamente heterogênea, esta pode ser submetida à seleção pelo tratamento com um agente de pressão seletiva, como o NaCl (DUNCAN, 1997). Não obstante, as prerrogativas de Brito et al. (2007) esclarecem que os propágulos de abacaxizeiro provenientes do cultivo *in vitro* em elevadas concentrações de NaCl não apresentam um melhor desempenho em um segundo período de tratamento salino *in vitro*.

A bananicultura enquadra-se como outro cultivo de plantas frutícolas que apresentam relevância econômica para as delimitações áridas do território nacional, assumindo importância fundamental por seu valor na alimentação (GOMES et al., 2004). Estudos de Ulisses et al. (2000), com diferentes níveis de NaCl em meio nutritivo permitiram a seleção *in vitro* de gemas de bananeira cv. Nanicão tolerantes a salinidade, em tratamentos com 80 e 100 nM de concentração salina, servindo como parâmetros de avaliação a capacidade de regeneração das gemas.

Outra forma de obtenção de variabilidade genética no melhoramento de plantas, é a indução de mutação. Uma alternativa encontrada para tal é através da utilização de raios gama. Os relatos de Correa et al. (2009), demonstram que é possível obter plantas de *Nicotiana tabacum* tolerantes a concentrações de NaCl *in vitro*, quando emprega-se a prática de utilização de raios gama a um índice de 20 Gy.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

capazes de produzir satisfatoriamente em níveis de salinidade do solo elevados, em que outras não o conseguiriam. Conforme as observações de vários autores,

a tolerância a salinidade varia de cultura para cultura, e dentro de uma mesma espécie, de acordo com a cultivar e o ciclo fenológico, existindo casos em que as diferenças entre as cultivares são maiores que entre espécies.

Uma vez selecionadas as cultivares tolerantes, estas podem ser usadas para a produção, se forem economicamente produtivas, ou utilizadas em programas de melhoramento de germoplasma, para a incorporação desta característica em outras cultivares agronomicamente mais promissoras, através de técnicas como a transgenia ou metodologias de seleção recorrente.

Portanto, além da necessária recuperação do solo, o uso de cultivares tolerantes à salinidade pode ser uma ação complementar para produzir em solos salinizados; havendo possibilidade de solucionar o problema da salinidade por meio da seleção e melhoramento genético de plantas.

REFERÊNCIAS

- AKITA, S.; CABUSLAY, G.S. Physiological basis of differential response to salinity in rice cultivars. *Plant and Soil*, Dordrecht, v.123, p.227-294, 1990.
- ALMEIRA, F.A .C; GONÇALVES, N.J.M; GOUVEIA, J.P.G; CAVALCANTE, L.F. (2001). Comportamento da germinação de sementes de arroz em meios salinos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.3, p.47-51
- BLACK, C.A. Relaciones suelo-planta. Buenos Aires: Hemisferio Sur, 1975. V.1.
- Borém, A. Melhoramento de plantas. 3.ed. Viçosa: UFV, 2001.500p.
- BRITO, K.F.L; MOURA, E.D.D; MARTINS, C.P; MAGDI, A.I. (2007) Cultivo in vitro de somaclones de abacaxizeiro na presença de NaCl. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola*. v.11, p.279-283
- CASTRO, O.F.A; ANDRADE, A.G. (1997) Indução e comportamento de calos de batata-doce em meio salino. Tese de mestrado. Dep. Química, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).
- CORREA, M.F.; NETO, A.T.; PULCINELLI, C.E. Simpósio Internacional de Iniciação Científica. Obtenção de mutantes tolerantes a salinidade através da indução de mutação por raios-gama e seleção in vitro utilizando *Nicotiana tabacum* como planta modelo. 2009.
- COSTA, J.M; DANTAS, J.P; ALVES, A.G.C. (1999). Tolerância de genótipos de feijoeiro à salinidade do solo. *Agropecuária Técnica*. v.20
- DUNCAN, R. R. Tissue culture-induced variation and crop improvement. *Advances in Agronomy*, New York, v.58, n.2, p.201-239, 1997.
- EATON, F.M. Toxicity and accumulation of chloride and sulfate salts in plants. *J. Agric.Res. Washington*, v.64; p.357-399. 1942.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro:Centro Nacional de Pesquisa de Solo, 1997. 212 p.
- FAGERIA, N.K. Tolerance of rice cultivars to salinity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.26, n.2, p.281- 288, 1991.
- GHEYI, H.R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T.S. et al. (Eds.). *Agricultura, sustentabilidade e o semiárido*. Fortaleza: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2000. p. 329-346
- GOMES, E.W.F.; WILLADINO, L.; MARTINS, L.S.S.; SILVA, S.O.; CAMARA, T.R.; MEUNIER, I.M.J. Diploides (AA) de bananeira submetidos ao estresse salino. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.39, n.6, p.525-531, 2004.
- GORE, S.R.; BHAGWAT, K.A. Performance of rice cultivar Mashuri at different salinity levels. *International Rice Research Newsletter*, Manila, v.13, n.6, p.21, 1988.
- GREENWAY, H; MUUNS, R. Mechanisms of salt tolerance in nonhalophytes. *Ann. Rev. Plant. Physiol. Califórnia*. v.31, p.149-190. 1980
- JÁCOME, A.G; OLIVEIRA, R.H; FERNANDES, P.D; GHEYI, H.R; SOUZA, A.P; GONÇALVES, A.C.A (2003). Crescimento de genótipos de algodoeiro em função da salinidade da água de irrigação. *Acta Scientiarum*. Maringá, v.25, p 305-313.
- LARCHER, W. *Ecofisiologia vegetal*. São Paulo: EPU, 1986. 319 p
- LÄUCHLI, A.; EPSTEIN, E. Plant response to saline and sodic conditions. In: TANJI, K. K. *Agricultural salinity assessment and management*. New York: ASCE, 1990. cap. 6, p. 113-137.
- LIUA, P.; BAOB, W. Cell types in the wild type of rice (*Oryza sativa* L.) as revealed by screening for salt tolerant lines with selection pressure. *Plant Science*, Ireland, v.131, p. 195-202, 1998.

MARINHO, F.J.L; FERNANDES, J.D'TAVARES, A.C'SANTOS, S.A. (2009) Tolerância de genótipos de caupi à salinidade do solo. Revista Brasileira de Agroecologia v.4

OSTER, J.D.; HOFFMAN, G.J.; ROBINSON, F.E. Mangment alternatives: crop, water and soil. California Agriculture, Oakland, v.36, p.29-32, 1984.

PESSARAKLI, M. Dry matter yield, nitrogen – 15 absorption, and water uptake by Green Bean under sodium chloride stress. Crop. Sci. Madison. v.31, p.1633-1640. 1991.

SALES, P.C; ANUNCIACÃO, C.J; OLIVEIRA, F.J (2006) Seleção de genótipos de arroz tolerantes à salinidade durante a fase vegetativa. Ciência Rural v.36, p. 58-64.

ULISSES, C. CAMARA, T.R; WILLADINO, L; MEUNIER, I; ROCHA, P.S.G; ALBUQUERQUE, C. (2000). Seleção in vitro de gemas de bananeira "Nanicão" tolerantes à salinidade. Scientia Agricola, v.57, n.4, p.667-670.

VAZ, R.L. Cultura de tecidos: potencial e aplicação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS, 1., 1985, Brasília: Anais... Brasília: DDT, 1986. p.9-10.

WILLADINO, M.F; TULMANN, A.N; PULCINELLI, C.E. (1995). Obtenção de uma linhagem de milho tolerante ao estresse salino mediante a cultura de anteras. Pesquisa Agropecuária Brasileira v.30, p.1313-1318.

Recebido em 23 09 2010

Aceito em 22 03 2011