

CRESCIMENTO E RELAÇÕES HÍDRICAS EM PLANTAS DE GOIABEIRA SUBMETIDAS A ESTRESSE SALINO COM NaCl¹

FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA², RAIMUNDO GONÇALVES FERREIRA³ E FERNANDO FELIPE FERREIRA HERNANDEZ²

RESUMO- Tendo como objetivo determinar os efeitos do estresse salino sobre o crescimento e as relações hídricas de plantas de goiabeira (*Psidium guajava* L), conduziu-se um experimento em casa de vegetação, em solução nutritiva, na Universidade Federal do Ceará, no período de setembro a dezembro de 1997. Os tratamentos consistiram de sete níveis de NaCl (0; 25; 50; 75; 100; 125 e 150 mmol L⁻¹). Avaliaram-se, aos 50 dias após o estresse salino (DAE): altura da planta, número de folhas e área foliar unitária e por planta. A taxa de crescimento relativo (TCR) foi determinada entre 30 e 50 DAE. Aos 20; 30; 40 e 50 DAE, foram determinadas condutâncias estomáticas, transpiração, potencial hídrico e teor relativo de água (TRA). Dentre as variáveis estudadas, a área foliar por planta foi a mais afetada, com uma redução de 92% quando submetida ao nível mais elevado de salinidade (150 mmol L⁻¹). A condutância estomática, a transpiração, o potencial hídrico foliar (ψ_{wp}) e o teor relativo de água (TRA) decresceram com o aumento dos níveis e do tempo de exposição ao NaCl. As plantas jovens de goiabeira são sensíveis à salinidade, com uma salinidade limiar de 1,2 dSm⁻¹. A taxa de sobrevivência foi reduzida em 75% quando as plantas foram submetidas a 150 mmol L⁻¹ até 50 dias após o estresse.

Termos para indexação: Salinidade, relações hídricas, *Psidium guajava* L.

GROWTH AND WATER RELATIONS IN GUAVA PLANTS UNDER NaCl SALINE STRESS

ABSTRACT- A hydroponic greenhouse experiment was conducted, in the Universidade Federal do Ceará, from September to December 1999, with the objective of studying the response of guava plants (*Psidium guajava* L.) to increased levels of NaCl concentrations. The plants were treated with seven levels of NaCl concentrations in the nutrient solution (0, 25, 50, 75, 100, 125 and 150 mmol L⁻¹). Plant height, leaf number, leaf area per plant and unit leaf area were measured at 50 days after stress (DAS). Relative growth rate (RGR) was determined between 30 and 50 DAE. Leaf conductance; transpiration; water potential and relative water content (RGR) were determined at 20, 30, 40 and 50 DAS. The leaf area per plant was the most susceptible among the variables studied, with a reduction of 92% when submitted to the highest salinity level (150 mmol L⁻¹). The stomatal conductance, the leaf transpiration, the relative water content and the water potential decreased with increasing time and level of saline stress. The young guava plants were susceptible to salinity with a threshold salinity of 1,2 dSm⁻¹. The rate of plant survival was reduced by 75% when the plants were submitted to 150 mmol L⁻¹ up to 50 days after stress.

Index terms: Salinity, water relations, *Psidium guajava* L.

No Brasil, aproximadamente nove milhões de hectares são afetados pela presença de sais, cobrindo sete Estados. A maior área afetada está localizada no Estado da Bahia (44% do total), seguido pelo Estado do Ceará, com 25% da área total do País (Gheyi & Fageria, 1997). O excesso de sais de sódio afeta as propriedades físicas e químicas do solo, pois o Na⁺ aumenta a espessura da dupla camada iônica difusa, proporcionando a expansão das argilas e, conseqüentemente, reduzindo a porosidade e a permeabilidade do mesmo. O aumento da concentração de sódio decorre da drenagem deficiente de áreas irrigadas e do uso de água de má qualidade na irrigação (Fassbeider & Bornemuza, 1987).

A presença de sais de sódio no solo provoca a redução generalizada do crescimento das plantas cultivadas com sérios prejuízos para a atividade agrícola. A redução no crescimento é conseqüência de respostas fisiológicas, incluindo modificações

no balanço de íons, potencial hídrico, nutrição mineral, fechamento estomático, eficiência fotossintética e alocação e utilização de carbono (Flower et al., 1986; Bethke & Drew, 1992).

A salinidade na rizosfera acarreta redução na permeabilidade das raízes para água, dando origem ao estresse hídrico. Em conseqüência, as plantas fecham os estômatos para reduzir as perdas de água por transpiração, resultando em uma menor taxa fotossintética, o que constitui uma das causas do reduzido crescimento das espécies sob condições de estresse salino (O'Leary, 1971). Além desse fato, o NaCl afeta a síntese e a translocação para a parte aérea da planta de hormônios sintetizados nas raízes, indispensáveis para o metabolismo foliar (Prisco, 1980). A goiabeira está entre as três espécies frutíferas de maior valor econômico para o Nordeste brasileiro (Gonzaga Neto et al., 1990) com grande potencial para expansão através

¹ Trabalho nº 106/2000. Recebido: 19/06/2000. Aceito para publicação: 18/07/2001.

² Professor do Centro de Ciências Agrárias da UFC

³ Engenheiro Agrônomo

do plantio irrigado onde ocorrem freqüentes problemas decorrentes do acúmulo de sais no solo.

Apesar de sua importância, não há registro de estudos sobre o efeito da salinidade com NaCl no comportamento desta cultura, particularmente no crescimento e nas relações hídricas.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos do estresse salino sobre as relações hídricas, o crescimento e a taxa de sobrevivência de plantas de goiabeira 'Rica', em condições de solução nutritiva.

O estudo foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal do Ceará, Câmpus do Pici, no período de setembro a dezembro de 1997. Foram utilizadas mudas de goiabeira 'Rica', produzidas a partir de sementes fornecidas pela EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Agroindústria Tropical.

As plantas foram cultivadas em recipientes plásticos, com cinco litros de capacidade, em solução nutritiva de HOAGLAND & ARNON (1950), com a seguinte composição química: K_2SO_4 (0,5M)= 2 mL L⁻¹; KH_2PO_4 (1M)= 1 mL L⁻¹; $MgSO_4$ (1M)= 1 mL L⁻¹; $Ca(NO_3)_2$ (1M)= 4 mL L⁻¹; $(NH_4)_2SO_4$ (1M)= 1 mL L⁻¹; $FeSO_4$ (1M)= 4 mL L⁻¹; EDTA (0,08M)= 1 mL L⁻¹. Para cada litro de solução nutritiva, foi adicionado 1 mL de solução com micronutrientes contendo H_3BO_3 (2,86 g L⁻¹); $MnCl_2 \cdot 4H_2O$ (1,81 g L⁻¹); $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (0,22 g L⁻¹); $CuSO_4 \cdot H_2O$ (0,08 g L⁻¹); e $H_2MoO_4 \cdot H_2O$ (0,02 g L⁻¹).

As plantas foram submetidas a sete tratamentos de estresse salino resultante da adição de 0 (controle); 25; 50; 75; 100; 125 e 150 mmol L⁻¹ de NaCl à solução nutritiva, correspondendo, respectivamente, às condutividades elétricas (CE) de 1,6; 4,5; 7,1; 9,7; 11,3; 13,9 e 16,2 dS.m⁻¹.

O experimento consistiu de um delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. As sementes foram colocadas para germinar em canteiros contendo areia fina peneirada. O substrato, durante a germinação e desenvolvimento das plantas na sementeira, foi mantido saturado através de irrigações diárias. Quando as plantas apresentaram quatro pares de folhas definitivas, foram transferidas para recipientes plásticos com 20 cm de altura, 10 cm de diâmetro e capacidade para 5 L, contendo solução nutritiva aerada. Foram utilizadas duas plantas por vaso. Em uma primeira fase, com duração de cinco dias, as mudas ficaram em contato direto com a solução nutritiva diluída 1:4, e numa segunda fase, até o décimo dia, a solução foi diluída na razão 1:2 e, a partir de então, as plantas ficaram em contato permanente com a solução-padrão. Depois de 30 dias em solução nutritiva, as plantas foram submetidas ao estresse salino (NaCl).

Em todas as unidades experimentais, o pH da solução nutritiva foi monitorado diariamente, com o uso de peagômetro de campo, e ajustado próximo de 6,0, usando-se ácido clorídrico ou hidróxido de sódio 0,1M. Para a reposição da água evapotranspirada, usou-se água destilada. A solução nutritiva foi trocada a intervalos de sete dias. O cultivo da goiabeira foi mantido até 50 dias após o estresse (DAE), período em que foram realizadas as determinações das variáveis estudadas, aos 30 e 50 DAE.

Para fins de análise do crescimento, a matéria seca da planta foi determinada em duas épocas, aos 30 e 50 dias após a imposição do estresse (DAE). A biomassa da planta foi seca a 70 °C em estufa de circulação de ar forçado.

A taxa de crescimento relativo (TCR) reflete o aumento

de matéria seca de uma planta num determinado intervalo de tempo, sendo calculada pela expressão:

$$TCR = \frac{(\log W_2 - \log W_1)}{t_2 - t_1}, \text{ expresso em g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1},$$

onde W_1 e W_2 são pesos de matéria seca (g) no período de colheita entre $t_1=30$ e $t_2=50$ DAE.

Aos 50 DAE, as seguintes variáveis foram determinadas: altura da planta, número de folhas, área unitária e área foliar por planta. A área foliar foi obtida através do método da quadrícula descrito por TÁVORA et al. (1982).

A transpiração por unidade de área foliar e a condutância estomática foram obtidas com o auxílio de um porômetro modelo "LICOR 1600 steady" fabricado pela LICOR Lincoln, Nebraska, USA. As determinações foram feitas nas duas faces da folha (adaxial e abaxial), entre as 6 e 8 horas, utilizando sempre a 4ª folha a partir do ápice da planta, aos 20; 30; 40 e 50 DAE.

O teor relativo de água (TRA) foi obtido através da seguinte fórmula:

$$TRA = \frac{P_f - P_s}{P_t - P_s} \times 100, \text{ expresso em } \%,$$

onde P_f , P_s e P_t representam, respectivamente, o peso fresco, peso seco e peso túrgido de discos foliares com aproximadamente 8 mm de diâmetro, expressos em g. Na determinação do peso seco, os discos foliares foram secos em estufa a 70 °C.

O potencial hídrico da folha (ψ_{wf}) foi determinado utilizando uma câmara de pressão modelo 3035 da "Soil Moisture Equipment Corp." (Santa Bárbara, Ca, USA) semelhante à idealizada por Scholander et al. (1965). As determinações foram realizadas em folhas expandidas (quarta folha a partir do ápice), tomando-se três repetições por tratamento, pela manhã, no horário das 6 às 8 horas. A TCR e o ψ_{wf} da folha foram medidos aos 20; 30; 40 e 50 DAE.

Para avaliar os efeitos dos diferentes níveis de salinidade nas variáveis estudadas, foi utilizado o método da análise de variância pelo teste F e correlacionaram-se as variáveis em estudo aos níveis de salinidade aplicados.

Durante a condução do experimento, a temperatura ambiente e a umidade relativa da atmosfera apresentaram valores médios de 30,7 °C e 55,7%, respectivamente. A radiação solar incidente foi a que apresentou maior variação, com uma média de 69,8 W.m⁻².

O estresse salino causou reduções na altura das plantas, e número de folhas, e área foliar por planta (Figura 1). A área foliar por planta foi a variável mais afetada com uma redução de 92% quando submetida ao nível de 150 mmol L⁻¹ de NaCl. A altura da planta e o número de folhas apresentaram reduções intermediárias de 86 e 84%, respectivamente, no nível mais elevado de salinidade. A área foliar unitária foi a variável menos sensível ao estresse salino, apresentando uma redução máxima de apenas 43% no mais alto nível de salinidade imposto, sem atingir, entretanto, significância estatística.

O número de folhas depende da formação e desenvolvimento de primórdios foliares, enquanto a área foliar unitária é função da expansão celular. Assim, os resultados sugerem que a formação e o desenvolvimento dos primórdios foliares foram mais sensíveis ao estresse salino do que a expansão

foliar. O estresse salino pode afetar o crescimento celular e a expansão das folhas, tanto através da redução na pressão de turgescência como na extensibilidade da parede celular (PRISCO, 1980).

Patil et al. (1984) observaram que plantas de goiabeira, quando cultivadas em solos contendo 60 mmol L⁻¹ de NaCl com 180 e 360 dias de estresse, apresentaram reduções na altura de 10% e 80%, respectivamente, em relação ao controle. Os autores constataram, ainda, reduções de 17% e 86% para o número de folhas e área foliar por planta, respectivamente, aos 180 dias de estresse salino, em relação ao controle. Desai & Singh (1980) observaram, em plantas de goiabeira cultivadas em solução nutritiva com 30 e 60 mmol L⁻¹ de NaCl, reduções de apenas 22% na altura e número de folhas e de 13% na área foliar unitária. Estes resultados estão de acordo com os dados obtidos neste estudo. As respostas menos expressivas nos trabalhos citados podem refletir diferenças nas condições em que os estudos foram conduzidos.

A produção de matéria seca total (MST) pelas plantas de goiabeira diminuiu com o aumento da salinidade da solução de cultivo. Quando se estabeleceu a relação entre a produção relativa de MST e a condutividade elétrica da solução (CEss), verificou-se que apresentaram uma relação linear significativa (Figura 2). A salinidade máxima para produção relativa de 100% de MS ou salinidade limiar (SL), calculada pela equação de regressão, foi de CEss = 2,4 dS m⁻¹, valor que permite estimar a SL do extrato de saturação do solo (CEes) e da água de irrigação (CEa) de 1,2 e 0,8 dS m⁻¹, respectivamente (Ayers e Wescot, 1991). Estes resultados sugerem que a goiabeira é uma planta sensível à salinidade devido apresentar CEes < 1,3 dS m⁻¹ (MAAs, 1984).

A sobrevivência das plantas não foi afetada até a aplicação de um estresse salino de 125 mmol L⁻¹ de NaCl. Quando submetidas a 150 mmol L⁻¹, apenas sobreviveram 25% das plantas em estudo. Estes resultados indicam que o limite de tolerância da goiabeira cultivada nessas condições é elevado, situando-se acima de 125 mmol L⁻¹ de NaCl (Figura 3). Desai & Singh (1980) encontraram, em plantas de goiabeira, cv. Allahabad Saseda, um limite máximo de tolerância de 60 mmol L⁻¹ de NaCl, mais baixo que o aqui relatado. Por outro lado, Nabil & Coudret (1995) não observaram perdas totais de plantas de *Acacia nilotica* submetidas a 100 mmol L⁻¹ de NaCl.

A taxa de crescimento relativo (TCR) apresentou acentuado decréscimo com o aumento da salinidade (Figura 4). Na concentração máxima (150 mmol L⁻¹), verificou-se uma redução de cerca de 70% no crescimento (TCR) em relação ao controle. Nabil & Coudret (1995) registraram uma redução na TCR de 13 e 37%, em *Acacia nilotica*, respectivamente, para as subespécies *Cupressiforme* e *Tomentosa* submetidas a 100 mmol L⁻¹ de NaCl. Em *Lycopersicon pimpinellifolium* L. e *L. esculentum*, Guerrier (1996) constatou decréscimos de 48 e 50%, respectivamente, na TCR das plantas cultivadas na mesma concentração salina. A goiabeira, por ter apresentado maior redução no crescimento, no mesmo nível de estresse salino, mostrou-se mais suscetível ao estresse com NaCl que estas espécies.

A condutância estomática decresceu com o aumento da salinidade e com o tempo de estresse salino (Figura 5). Para o nível de salinidade mais elevado (150 mmol L⁻¹ de NaCl), a

redução na condutância foi mais acentuada, com redução de aproximadamente 86%, com 50 dias de estresse em relação ao controle.

Aos 50 DAE, o decréscimo da condutância estomática em resposta à salinidade foi mais rápido que nos períodos anteriores (20; 30 e 40 DAE). Nesta data, foram constatadas reduções de 85% na condutância estomática entre o controle e o nível de 150 mmol L⁻¹ de NaCl. As reduções constatadas foram mais severas que as obtidas por Tattini et al. (1997) em oliva submetida a 78 mmol L⁻¹ de NaCl (50% de redução) e Ball & Farquhar (1984) com Mangrove (*Algiuras corniculatum* e *Avicentina marina*) submetida a 150 mmol L⁻¹ de NaCl (75%). Prisco (1980) comenta que o NaCl provoca alteração na síntese de hormônios que conduz à redução da condutância estomática.

A transpiração foi afetada pelo aumento na salinidade, com decréscimos significativos, à medida que os níveis de sal aumentaram entre 20 e 50 dias de imposição do estresse salino (Figura 6). As folhas apresentaram transpiração nas duas faces, sendo que a da superfície abaxial correspondeu a aproximadamente 80% da transpiração total. Houve respostas significativas com relação ao efeito do período em que as plantas foram submetidas ao estresse. O decréscimo na transpiração, em resposta à salinidade, foi mais rápido aos 50 DAE. Os dados indicam que os efeitos tóxicos dos íons Na⁺ e Cl⁻ são intensificados à medida que o tempo de estresse é prolongado.

A transpiração apresentou resultados semelhantes aos obtidos com a condutância estomática. Na prática, a redução na taxa de transpiração traz conseqüências diretas, tanto na absorção de nutrientes, como no processo de transporte e redistribuição de elementos e substâncias importantes aos processos fisiológicos da planta.

Os dados alcançados confirmam resultados obtidos com diversas espécies vegetais, porém, nesses relatos, os níveis de redução da transpiração foram menos acentuados (Storey, 1995, em citros; Tattini et al., 1997, em oliva).

O potencial hídrico foliar (Ψ_{wf}) decresceu com o aumento dos níveis de NaCl na solução e com o aumento do período de estresse salino (Figura 7). As retas que relacionam o Ψ_{wf} com os níveis de salinidade apresentam quedas mais rápidas para o primeiro, com o aumento do período de estresse a que as plantas foram submetidas. Estes resultados podem refletir o acúmulo de íons soluto nas células do tecido foliar, de modo a propiciar à planta a manutenção de um gradiente de Ψ_w com a solução externa.

Katerji et al. (1997), trabalhando com beterraba açucareira sob condições de estresse salino (NaCl), observaram que o potencial hídrico da folha decresceu com a salinidade de -0,25 para -1,5 MPa quando era cultivada em 0 e 200 mmol L⁻¹ de NaCl, respectivamente. Prisco (1980) relata que, em algodão, o potencial hídrico tende a decrescer em plantas cultivadas em ambiente salino. O autor observou que o potencial osmótico da solução externa de -0,05; -0,35; -0,65 e -0,85 correspondeu, respectivamente, a valores de Ψ_{wf} de -0,06; -0,90; -1,1 e -1,3 MPa. Segundo o mesmo, a redução do potencial hídrico, nesta situação, está associada, provavelmente, à presença de íons solúveis permeáveis nas células da raiz.

O teor relativo de água apresentou uma tendência geral de redução com os níveis crescentes de sal e com o prolongamento do tempo de estresse (Figura 8). Houve,

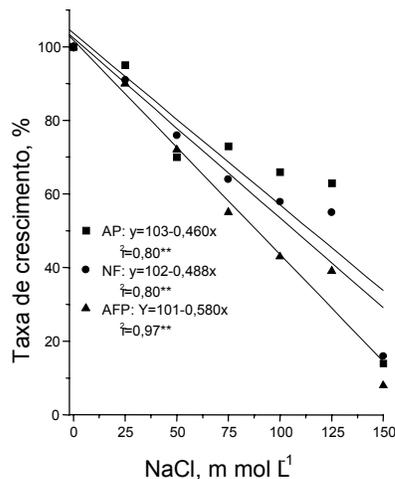


FIGURA 1. Taxa de crescimento em relação ao controle do número de folhas (NF), área foliar (AF) e altura de plantas (AP), de plantas de goiabeira com 50 dias de aplicação de NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

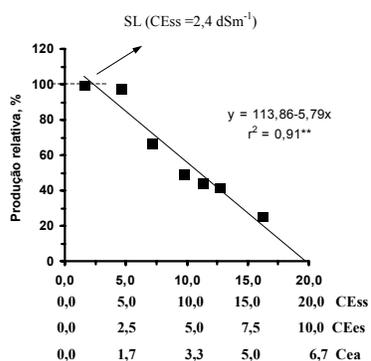


FIGURA 2. Produção relativa de matéria seca em função da salinidade (condutividades elétricas da solução nutritiva-CEss, do extrato de saturação do solo-CEes e da água de irrigação-CEa) e salinidade limiar-SL da goiabeira.

** Significativo a 1% de probabilidade.

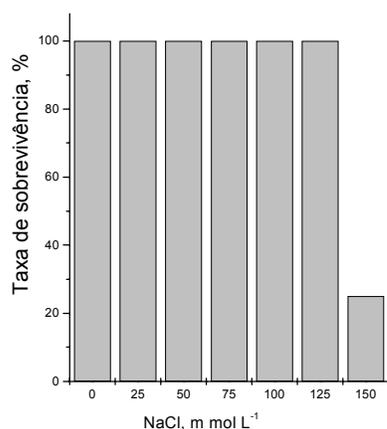


FIGURA 3. Taxa de sobrevivência em plantas de goiabeira, 50 dias após a aplicação de NaCl.

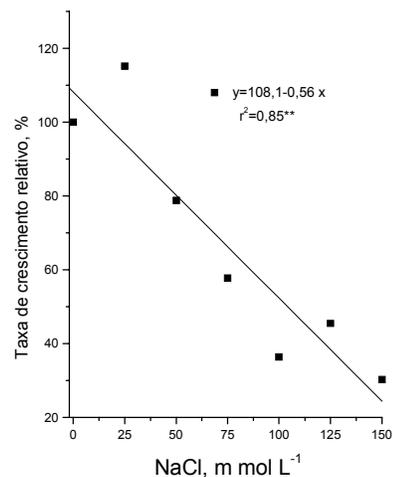


FIGURA 4. Taxa de crescimento relativo (TCR) em relação ao controle de plantas de goiabeira entre 30 e 50 dias de aplicação de NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

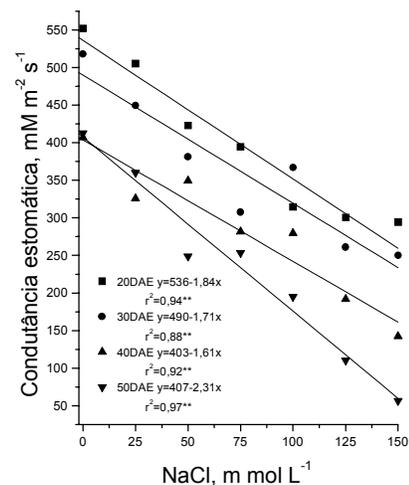


FIGURA 5. Condutância estomática de plantas de goiabeira submetidas a condições de estresse com NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

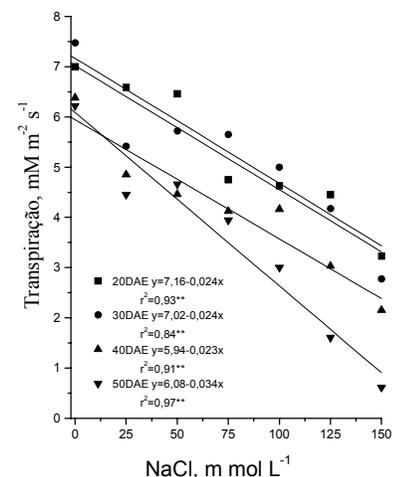


FIGURA 6. Transpiração de plantas de goiabeira submetidas a condições de estresse com NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

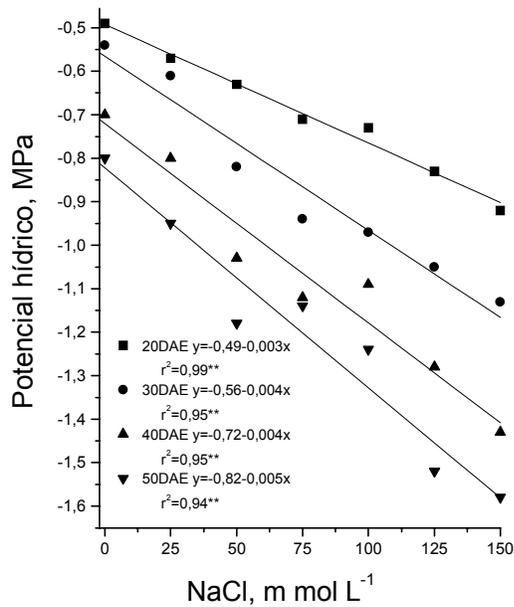


FIGURA 7. Potencial hídrico de plantas de goiabeira submetidas a condições de estresse com NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

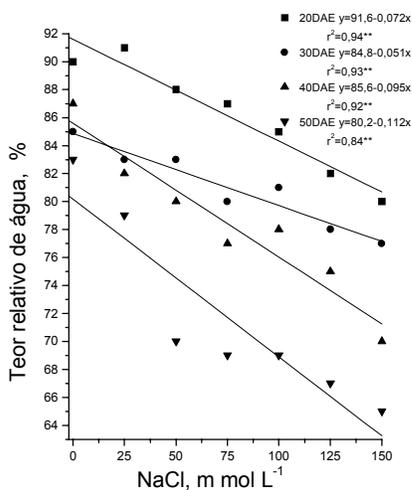


FIGURA 8. Teor Relativo de Água (TRA) de plantas de goiabeira submetidas a condições de estresse com NaCl.

** Significativo a 1% de probabilidade.

igualmente, uma queda no TRA com a evolução do crescimento da planta, inclusive para o tratamento-controle. As alterações no TRA, causadas pelo aumento na salinidade, foram mais acentuadas com o aumento da exposição da planta ao estresse. Aos 50 DAE, o TRA foi reduzido de 83 % para 65 % no nível máximo de salinidade utilizado (150 mM de NaCl). Resultados semelhantes foram encontrados por Chartzoulakis & Loupassaki (1997) em plantas de oliva cultivadas em diferentes concentrações de NaCl (0; 10; 25; 50; 100 e 150 mM), em solução nutritiva, durante seis semanas. O TRA teve valor de 88% nas plantas não estressadas enquanto, naquelas onde o nível de sal foi de 150 mM de NaCl, diminuiu para 65%.

Nabil & Coudret (1995), estudando os efeitos do NaCl

sobre plantas de *Acácia nilótica*, constataram valores de TRA de 89; 84; 82 e 74%, para os níveis de sais de 0; 75; 100 e 200 mM de NaCl, respectivamente. Esta sensível redução deveu-se, segundo os autores, possivelmente, ao ajustamento osmótico da planta em altos níveis de salinidade. É muito provável que o aumento do TRA observado no presente estudo também reflita o acúmulo de sais solúveis responsáveis pelo ajustamento osmótico. Com base nos resultados pode-se concluir que:

1 - As plantas jovens de goiabeira são sensíveis à salinidade, com uma salinidade limiar no estrato de saturação do solo de 1,2 dS.m⁻¹.

2 - Dentre as variáveis estudadas, a área foliar por planta foi a mais afetada com uma redução de 92% quando submetida ao nível mais elevado de salinidade de 150 mmol L⁻¹.

3 - A condutância estomática e a transpiração decresceram com o incremento do nível de salinidade e com o tempo de exposição ao estresse salino.

4 - O potencial hídrico da folha (ψ_{wf}) e o teor relativo de água (TRA) decresceram com o aumento dos níveis e do tempo de exposição ao NaCl, reduzindo a capacidade de absorção de água pelas plantas.

5 - A taxa de sobrevivência foi reduzida de 75% quando as plantas foram submetidas a 150 mmol L, até 50 dias após o estresse.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYERS, R.S.; WESCOT, D.W. A Qualidade da água na agricultura. Campina Grande. UFPB. 1991. 218p. (Estudos FAO, Irrigação e Drenagem, 29).

BALL, M. E.; FARGUHAR, G. D. Photosynthetic and stomatal responses of two mangrove species, *Aegiceras corniculatum* and *Avicennia marina*, to long term salinity and humidity conditions. *Plant Physiology*, Bethesda, v.22, p.1-6, 1984.

BETHKE, C. P.; DREW, C. M. Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annum* during progressive exposure to NaCl salinity. *Plant Physiology*, Bethesda, v.99, p.219-226, 1992.

CHARTZOULAKS, K. S.; LOUPASSAKI, M. H. Effects of NaCl salinity on germination, growth, gas exchange and yield of greenhouse eggplant. *Agriculture Water Management*, Chania, v. 32, p. 215-225, 1997.

DESAI, U. T.; SINGH, R. M. Growth of guava plants (*Psidium guajava* L.) as affected by salinity. *Indian Journal of Horticulture*, Bangalou, v.5, p.3-6, 1980.

FASSBEIDER, H. W. & BORNEMUZA, E.. *Química de Suelos de América Latina*. 2. ed. San José, Costa Rica: II CA., 1987. 420p.

FLOWER, T.J. HAJIBAGHERI, M. A. AND CHIPSON, N. J. W. The mechanism of salt tolerance in halophytes. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v.28, p. 89-121, 1986.

GHEYI, H.; FAGEIRA, N. K. **Efeitos dos sais sobre as plantas.**

In: Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada. Campina Grande: 1997. p. 125-131, 1997.

GONZAGA NETO, L.; BEZERRA, J. E. F.; ABRAMO, F. L. & PEDROSA, C. Cultivo de goiabeira (*Psidium guajava* L.) nas condições do vale Rio Moxotó. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. 8., 1990, Brasília- DF. **Anais.** v.2., p.87-92.

GUCCIR, X. C.; FLORE, J. A. Gas exchange parameters water relations and carbohydrate partitioning in leaves of field grown prunus domestica following fruit removal. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.83, p.497-505, 1991.

GUERRIER, G. Fluxes of Na⁺, K⁺ and Cl⁻, and osmotic adjustment in *Lycopersicon pimpinellifolium* and *L. esculentum* during short and long-term exposures to NaCl. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 97, p. 583-591, 1996.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water culture method for growing plants without soil.** Berkley: University of California,, College of Agriculture, 1950. (Circular 347).

KATERJI, N.; HOOM, J. W.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M.; KARZEL, E., M. Osmotic adjustment of sugar beets in response to soil salinity and its influence on stomatal conductance, growth and yield. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v.34, p.57-69, 1997.

MAAS, E.V. Salt tolerance of plants. In CHRISTIE, B.R. (Ed.) **The Handbook of plant science in agriculture.** Boca Raton, Florida: CRC Press, 1984.

NABIL, M., COUDRET, A. Effects of sodium chloride on growth, tissue elasticity and solute adjustment in two *Acacia nilotica* subspecies. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.93, p.217-224, 1995.

O'LEARY, J. W. High humidity overcomes lethal levels of salinity in hydroponically grown salt-sensitive plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.42, P.717- 721, 1971.

PATIL, P. K.; PATIL, Y. K.; GHONSIKAR, C. P. Effect of soil salinity on growth and nutritional status of guava (*Psidium guajava* L.) **International Journal of Tropical Agriculture**, Haryana, v.2, n.4, p.337-344, 1984.

PRISCO, J. T. Alguns aspectos da fisiologia do "stress" Salino. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, p.85-94, 1980. SHOLANDER, P.F., HAMMEL, H.T., HEMMINGSEN, E.A., BRAOSTREET, E.D. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Washington, v.148, p.339-346, 1965.

STOREY, R. Salt tolerance, ion relations and the effect of root medium on the response of citrus to salinity. **Plant Physiology**, Bethesda, v. 22, p. 01-14, 1995.

TATTINI, M.; LOMBARDINIL, L.; GUCCI, R. The effects of NaCl stress and relief on gas exchange properties of two olive cultivars differing in tolerance to salinity. **Plant and Soil**, Netherlands, v.12, p. 87-93, 1997.

TÁVORA, F. J. A. F. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 417-431, 1982.