
EFEITO DO ESTRESSE SALINO SOBRE A PRODUÇÃO DE FITOMASSA EM *Physalis angulata* L. (Solanaceae)

Salt Stress Effect in the Phytomass Production of Physalis angulata L. (Solanaceae)

Nara Katary dos Reis Souza
Bióloga, Colaboradora da UEFS, Feira de Santana - BA. e-mail: narakatary@gmail.com

José dos Prazeres Alcântara Júnior
Farmacêutico, Feira de Santana - BA. e-mail: zepra@bol.com.br

Solange Maria Costa de Amorim
Bióloga, Dr.^a, Prof.^a da UEFS, Feira de Santana - BA. e-mail: samorim@uefs.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do estresse salino sobre a produção de fitomassa em *Physalis angulata*. As plantas apresentaram as folhas apicais amareladas, com queda de folhas e flores e redução da produção de matéria seca das partes aérea e radicular a 50 mM. Houve redução da produção de frutos e do conteúdo relativo de água na folha aos 100 mM. No entanto, houve recuperação e manutenção do conteúdo relativo de água nas folhas entre 150 e 200 mM, sugerindo um ajustamento osmótico quando as plantas foram submetidas aos níveis mais elevados de NaCl.

Palavras-chave: *Physalis angulata*; Estresse salino; Produção de fitomassa.

Abstract

This work proposed to evaluate the effect of increasing NaCl levels on phytomass production in Physalis angulata. The plants presented the apical yellow leaves following by fall of leaves and flowers at 50 mM, the reduction of the aerial and radicular parts as well fruits production at 50 mM and 100 mM respectively. The relative water content in the leaves, also, decreased at 100 mM, however it had recovery and maintenance of the relative water content in the leaves but between 150 and 200 mM, suggesting that the plants established the osmotic balance when they were going submitted to high NaCl levels.

Keywords: *Physalis angulata*; Salt stress; Phytomass production.

INTRODUÇÃO

O camapu ou capote (*Physalis angulata* L.) pode ser encontrado em todo o Brasil. Na Bahia, existem registros em Seabra, Água Quente, Mucugê e Rio de Contas (MATOS, 2000). As plantas crescem espontaneamente em solos agriculturáveis, onde são consideradas plantas daninhas (BENNETT; PRANCE, 2000). São amplamente utilizadas na medicina popular no Nordeste brasileiro, em tratamentos caseiros de reumatismo crônico, problemas renais, da bexiga e do fígado, e também como sedativo, antifebril, antivomitivo e para doenças de pele (MATOS, 2000).

No Nordeste do Brasil, principalmente na região semi-árida, a pluviosidade é insuficiente e mal distribuída, limitando a viabilidade econômica do cultivo de muitas espécies vegetais. O déficit hídrico muito acentuado nesta região favorece acúmulo de sais solúveis e sódio trocável, principalmente nas áreas irrigadas e onde a água é escassa, freqüentemente, registram-se problemas de salinidade no solo (CORDEIRO, 1988; GHEYI, 2000).

Em solos salinos, a deficiência hídrica é a maior causadora de redução na produtividade do vegetal, alterando o crescimento e a fotossíntese (PIMENTEL, 1999; PIMENTEL et al. 2002). Observa-se, também, que a redução do crescimento foliar nas plantas, diminuição da produção de massa seca das partes aérea e radicular podem ser influenciada diretamente pelo acúmulo de altos teores de Na^+ e Cl^- nas folhas, ocasionando a diminuição do teor relativo de água, pressão de turgor e o potencial hídrico celular (LARCHER, 2000).

No entanto, de acordo com Maas, Poos e Hoffman (1986a), tolerância de algumas culturas ao acúmulo de sal em suas células varia entre espécies e entre variedades cultivadas e, também, relaciona-se ao tipo do sal armazenado (SILVA et al., 2000). Nas plantas com baixa tolerância à salinidade, a formação das mudas, o crescimento, a produtividade e a qualidade da produção podem ser fortemente comprometidos (COSTA et al., 2001), devido, provavelmente, às reduções na absorção de água e atividade metabólica das plantas, que têm sido amplamente relacionadas às deficiências nutricionais (SZABOLCS 1994; SHANNON; GRIEVE; FRANCOIS, 1994).

Estudos sobre plantas da família Solanaceae, especialmente aqueles relacionados aos tomateiros, economicamente importantes como *Lycopersicon esculentum* Mill., são relativamente bem divulgados por diferentes centros de pesquisa, pela sua importância como um dos principais produtos hortícolas para a indústria e consumo de frutos frescos (JONES, 1999).

Entretanto, estudos botânicos básicos relacionados à ecofisiologia da *P. angulata* são escassos, apesar de sua reconhecida importância medicinal, especialmente para a região do Nordeste brasileiro. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito do estresse salino sobre a sua produção de massa seca de raiz, parte aérea, flores e frutos, assim como o conteúdo relativo de água das folhas.

MATERIAL E MÉTODOS

Na Unidade Experimental Horto Florestal do Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Feira de Santana, em viveiro com tela de sombreamento para a passagem de 70% de luminosidade, 200 sementes de *P. angulata* da região de Feira de Santana-Bahia foram semeadas em bandejas plásticas contendo terra vegetal e areia na proporção 3:1.

Após 30 dias de cultivo, 20 plantas com as partes aérea e radicular desenvolvidas foram transplantadas para o sistema hidropônico com vasos plásticos, com capacidade para 2 L de solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1957), acrescentando-se as seguintes doses de NaCl: 0; 50; 100; 150 e 200 mM, mantendo-se o pH da solução em 5,5 e uma planta por vaso.

O sistema hidropônico foi arejado continuamente com mangueiras de silicone de 3 mm de diâmetro conectadas a bombas de aquário e a solução nutritiva foi renovada quinze dias após o transplante. O nível da solução nutritiva foi monitorado diariamente a fim de manter o sistema radicular das plantas submerso durante todo o tempo experimental, que seria finalizado ao primeiro sintoma de toxicidade ao Na^+ . Também, foi instalada uma barreira artificial de plástico liso transparente n.º 15 numa estrutura metálica com 1,20 m de altura sobre a hidropônica, segundo Amorim, Paim e Silva (2004), com a função de protegê-la contra prováveis precipitações.

Após o 61º dia de observação, foram avaliadas as massas da matéria seca radicular e da parte aérea (caule e folhas) e a massa da matéria seca das flores e frutos após peso constante em estufa a 65°C. O conteúdo relativo de água (CRA) nas folhas foi obtido utilizando a seguinte fórmula: $CRA = (Pf - Ps) / (Psat - Ps) \times 100$, expresso em percentagem, onde Pf é o peso fresco, Ps é o peso seco e Psat é o peso da massa saturada (BENICASA, 2003).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco doses de NaCl: 0; 50; 100; 150 e 200 mM e quatro repetições por tratamento, totalizando vinte plantas. Cada parcela experimental constituiu-se de um vaso, contendo uma planta. Foi realizada análise de variância para o diagnóstico dos efeitos significativos das dosagens de NaCl aplicadas e os valores médios obtidos das massas secas da parte aérea, radicular, flores, frutos e do conteúdo relativo de água foliar foram utilizados para a análise de regressão pelo programa estatístico SIGMASTAT (JANDEL CORPORATION, 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo, foi possível a avaliação do efeito da salinidade sobre a fisiologia do camapu até a produção de frutos por se tratar de uma planta com ciclo de vida anual. O camapu apresentou sintomas de toxicidade ao Na⁺ a partir do 61º dia do experimento. As folhas mais jovens apresentaram-se amareladas e, em seguida, pôde-se observar a queda de folhas e flores.

Houve redução na produção da massa da matéria seca radicular e da parte aérea (caule e folhas) no primeiro nível de NaCl equivalente a 50 mM, cujas respostas podem ser expressas pelas equações quadráticas $y = 0,0114x^2 - 0,1234x + 0,4627$, $r^2 = 0,89$ e $y = 0,0167x^2 - 0,23x + 1,1908$, $r^2 = 0,82$ respectivamente em relação ao controle a 1% de probabilidade (FIGURA 1).

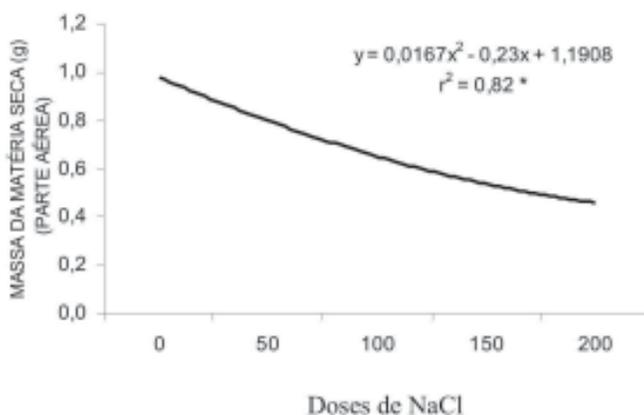


FIGURA 1 - Produção de matéria seca da parte aérea e radicular em plantas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) sob tratamento de NaCl em doses: 0; 50; 100; 150 e 200 mM adicionadas à solução hidropônica

Figure 1 - Dry matter of the aerial and radicular parts production in plants of *Physalis angulata* L. (Solanaceae) under NaCl treatment in doses: 0; 50; 100; 150 and 200 mM added to the hidropônic solution

* regressão significativa, a 1% de probabilidade.

Outros sintomas de toxicidade ao Na^+ em *P. angulata* caracterizaram-se, também, pela diminuição da floração e, conseqüentemente, na produção de frutos aos 50 mM e 100 mM de NaCl respectivamente cujas respostas podem ser expressas pelas equações lineares $y = 0,0001x + 0,0049$, $r^2 = 0,053$ e $y = -0,0516x + 0,1492$, $R^2 = 0,94$ respectivamente, em relação ao controle a 1% de probabilidade (FIGURA 2).

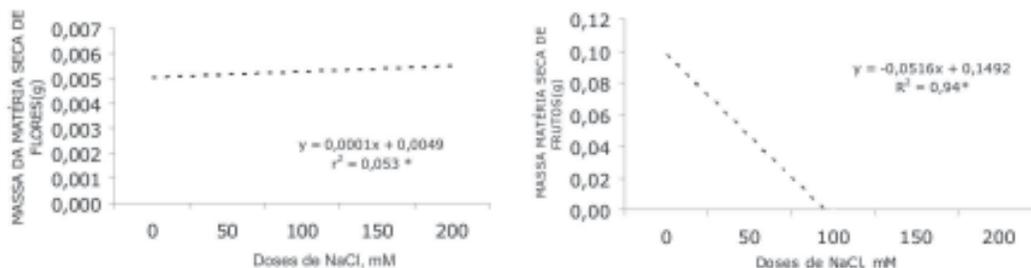


FIGURA 2 - Produção de matéria seca de flores e frutos em plantas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) sob tratamento de NaCl em doses: 0; 50; 100; 150 e 200 mM adicionadas à solução hidropônica

Figure 2 - Dry substance of flowers and fruits production in plants of *Physalis angulata* L. (Solanaceae) under NaCl treatment in doses: 0; 50; 100; 150 and 200 mM added to the hidropônic solution

* regressão significativa, a 1% de probabilidade.

Nesta experimentação, também foi observado que *P. angulata* apresentou redução no conteúdo relativo de água (CRA) na folha aos 100 mM, no entanto, houve recuperação e manutenção do CRA nas folhas entre 150 e 200 mM, respostas expressas pela equação quadrática $y = -1,1282x^2 + 9,5253x + 2,3902$, $r^2 = 0,74$, sugerindo um ajustamento osmótico (FIGURA 3).

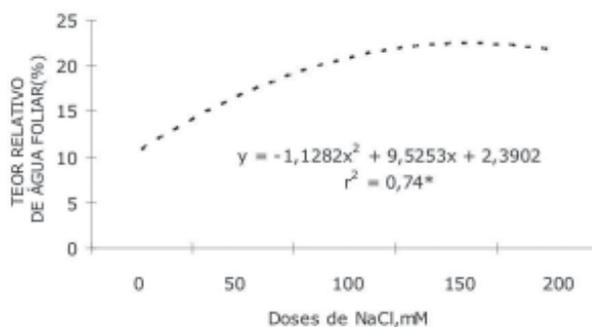


FIGURA 3 - Teor relativo de água foliar em plantas de *Physalis angulata* L. (Solanaceae) sob tratamento de NaCl em doses: 0; 50; 100; 150 e 200 mM adicionadas à solução hidropônica

Figure 3 - The relative water content of leaves in plants of *Physalis angulata* L. (Solanaceae) under NaCl treatment in doses: 0; 50; 100; 150 and 200 mM added to the hidropônic solution

*regressão significativa, a 1% de probabilidade

O efeito da salinidade sobre as plantas, em geral, relaciona-se às concentrações elevadas de Na^+ e Cl^- , entre outros íons acumulados nas células (LARCHER, 2000; TAIZ; ZEIGER, 2004). O efeito do sal (NaCl) sobre o crescimento de plantas é, atualmente, tema de diferentes investigações científicas.

Nesta experimentação, os efeitos negativos imediatos da salinidade sobre a produção da massa seca da parte aérea (caule e folhas) e da parte radicular em *P. angulata* podem ser atribuídos à redução do potencial osmótico da solução nutritiva hidropônica, provocado pelo excesso de sais e/ou ao efeito tóxico deles (JEFFREY; IZQUIERDO, 1989).

Altas concentrações de NaCl podem ocasionar desbalanço nutricional e inibição da absorção de outros cátions pelo sódio (JEFFREY; IZQUIERDO, 1989) e, conseqüentemente, a fotossíntese, alocação e utilização de carbono, assim como o crescimento são fortemente afetados pelos efeitos do Na^+ , de forma que a produção da fitomassa foi um bom critério para a avaliação do grau de estresse e da capacidade de *P. angulata* em superar o estresse salino, como também observaram Flowers, Troke e Veo (1977), Bethke e Drew (1992) e Larcher (2000).

A queda das flores e a redução na produção de frutos, conforme o aumento das concentrações de NaCl , indicaram que *P. angulata* foi sensível aos tratamentos salinos e observou-se que a resposta aos níveis de salinidade foi obtida em tempo relativamente curto, uma característica de plantas anuais porque, quando as condições locais são desfavoráveis, essas plantas tendem a compensar as condições adversas, desenvolvendo o sistema radicular a fim de redirecionar os assimilados que seriam alocados na parte aérea, diminuindo o rendimento e o potencial de reprodução (LARCHER, 2000).

Contudo, *P. angulata* apresentou baixa produção de massa da matéria seca radicular em relação à parte aérea (FIGURA 1), sugerindo que a estratégia de redirecionamento de assimilados não foi alcançada. Esse fato reforça a hipótese de que as plantas podem ter sofrido um severo desbalanço nutricional e decréscimo na atividade fotossintética, indicando que em decorrência desses eventos negativos oriundos dos elevados índices de salinidade, as plantas não conseguiram aproveitar os assimilados de maneira a superar o estresse salino.

No presente trabalho, observou-se, também, que embora a acumulação de solutos orgânicos seja uma estratégia muitas vezes benéfica para as plantas tolerantes a altas doses de sais no ambiente ao qual são submetidas, assim como trabalhos desenvolvidos por Câmara et al. (2000), apenas a capacidade de acumular esses solutos pareceu não ser suficiente para manter o metabolismo e o equilíbrio iônico em *P. angulata*, uma vez que as plantas mantiveram o conteúdo relativo de água nas folhas, quando submetidas aos níveis mais altos de NaCl (de 100 a 200 mM).

CONCLUSÕES

O camapu é pouco tolerante a condição de elevada salinidade no solo e a produção de frutos é fortemente comprometida. As respostas fisiológicas do camapu às doses crescentes de sódio poderão ser consideradas como indicadoras da salinidade do substrato, visando melhoria da qualidade do solo para o cultivo desta planta tão importante economicamente para semi-árido do Nordeste brasileiro.

REFERÊNCIAS

AMORIM, S. M. C.; PAIM, A. C. B.; SILVA, M. G. Estudo ecofisiológico sobre endomicorrizas: o efeito do déficit hídrico sobre a colonização endomicorrizica em duas espécies vegetais típicas da região semi-árida do Nordeste. **Revista Biotecnologia e Desenvolvimento**, Brasília, n. 33, p. 23-26, jul./dez. 2004.

BENICASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas**: noções básicas. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 42 p.

BENNETT, B. C.; PRANCE, G. T. Introduced plants in the indigenous pharmacopeia of Northern South America. **Economic Botany**, St. Louis, n. 54, p. 90-102, 2000.

- 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**, Rockville, n. 99, p. 219-226, 1992.
- CÂMARA, T. R. et al. Efeito do estresse salino e da prolina exógena em calos de milho. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 146-155, 2000.
- CORDEIRO, G. G. **Aspectos gerais sobre salinidade em áreas irrigadas**: origem, diagnósticos e recuperação. Petrolina: EMBRAPA/CPATSA, 1988. 16 p.
- COSTA, J. R. M. et al. Caracterização dos frutos de maracujá-amarelo irrigado com água salina. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p. 143-146. 2001.
- FLOWERS, T. J.; TROKE, P. F.; VEO, A. R. The mechanisms of salt tolerance in halophytes. **Annual Review of Plant Physiology**, n. 28, p. 89-121. 1977.
- GHEYI, H. R. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T. S.; ASSIS JR., R. N.; ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. (Ed.). **Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido**. Fortaleza: DCS/UFC, 2000. p. 329-346.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water culture method for growing plants without soil. Berkeley: University of California **Agricultural Experimental**, 1957. (Circular n. 347).
- JANDEL CORPORATION. **Sigmastat Statistical Software para Windows, versão 2**. San Rafael, CA: Jandel Corp., 1995.
- JEFFREY, W. D.; IZQUIERDO, J. **Frijol**: fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estresé. Santiago: FAO, 1989. 91 p.
- JONES, J. B. **Tomato plant culture**: in the field, greenhouse, and home garden. Boca Raton: CRC, 1999. 199 p.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA, 2000. p. 531.
- MAAS, E. V.; POOS, J. A.; HOFFMAN, G. J. Salinity sensitivity of sorghum of three growth stages. **Irrigation Science**, n. 7, p. 1-11, 1986.
- MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais**: guia de seleção e emprego de plantas usadas em fitoterapia no Nordeste do Brasil. 2. ed. Fortaleza: UFC, 2000. 346 p.
- PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 11, p. 2021-2027, 1999.
- PIMENTEL, C. et al. Tolerância Protoplasmática foliar à seca, em dois genótipos de caupi cultivadas em campo. **Revista Universidade Rural. Série Ciências da vida**, v. 22, n. 1, p. 7-14, 2002.
- SHANNON, M. C.; GRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole-plant response to salinity. In: WILKINSON, RE. **Plant environment interactions**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. p. 199-244.
- SILVA, F. A. M. et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição e o crescimento de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivada em solução nutritiva. **Revista Cerne**, Lavras, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.
- SZABOLCS, I. Soil and salinization. In: MOHAMMAD, P. (Ed.). **Handbook of plant and crop stress**. New York: Marcel Dekker Inc., 1994. p. 3-11.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

Recebido em: 01/04/2007

Received in: 04/01/2007

Aprovado em: 31/07/2007

Approved in: 07/31/2007