

TROCAS GASOSAS DO GERGELIM SOB PROPORÇÕES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO E IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALINAS

ADAAN SUDARIO DIAS¹; FRANCISCO WESLEY ALVES PINHEIRO^{2*};
GEOVANI SOARES DE LIMA³; HANS RAJ GHEYI⁴; LAURIANE ALMEIDAS DOS ANJOS SOARES⁵

¹Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, sudario_dias@hotmail.com;

² Doutorando em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB, wesley.ce@hotmail.com;

³Dr. Pesquisador PNP/CAPE/UFPA, Campina Grande-PB, geovanisoareslima@gmail.com;

⁴Dr. Prof. Visitante, UFRB, Cruz das Almas-BA, hans@pq.cnpq.br

⁵Dra. Profa. UAGRA, UFCG, Pombal -PB, lauriane.soares@ufcg.edu.br;

Apresentado no
Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC'2018
21 a 24 de agosto de 2018 – Maceió-AL, Brasil

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência da irrigação com águas salinas e adubação com distintas proporções de nitrogênio e potássio sobre as trocas gasosas do gergelim cv. BRE G4 em experimento conduzido em condição de casa de vegetação do CTRN/UFCG. Os tratamentos foram distribuídos em blocos ao acaso e analisados em esquema fatorial 5 x 4, os quais consistiram de cinco níveis de CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e quatro proporções de N:K₂O (70:50; 100:75; 130:100 e 160:125% da recomendação para ensaios em vasos) com três repetições perfazendo um total de 60 unidades experimentais. A irrigação com água de condutividade elétrica igual ou superior a 1,2 dS m⁻¹ compromete as trocas gasosas do gergelim cv. BRE G4 aos 50 dias após o semeio. O suprimento combinado de nitrogênio e potássio reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de gergelim.

PALAVRAS-CHAVE: *Sesamum indicum*, L., salinidade, fotossíntese, adubação mineral.

GAS EXCHANGES OF THE SESAME UNDER NITROGEN AND POTASSIUM PROPORTIONS AND IRRIGATION WITH SALINE WATERS

ABSTRACT: The present work had as objective to evaluate the influence of irrigation with saline waters and fertilization with different proportions of nitrogen and potassium on the gaseous exchanges of sesame cv. BRE G4 in an experiment conducted at CTRN/UFCG under greenhouse conditions. The treatments were distributed in randomized blocks and analyzed in a 5 x 4 factorial scheme, which consisted of five EC_w levels (0.6, 1.2, 1.8, 2.4 and 3.0 dS m⁻¹) and four proportions of N:K₂O (70:50, 100: 75, 130: 100 and 160: 125% of the recommendation for experiments in potting) with three replicates making a total of 60 experimental units. Irrigation with water of electrical conductivity equal to or greater than 1.2 dS m⁻¹ compromises the gas exchanges of sesame cv. BRE G4 at 50 days after sowing. The combined supply of nitrogen and potassium reduces the negative effects of salt stress on the stomatal conductance and the rate of CO₂ assimilation of the sesame plants.

KEYWORDS: *Sesamum indicum*, L., salinity, photosynthesis, mineral fertilization.

INTRODUÇÃO

O gergelim (*Sesamum indicum*, L.) destaca-se como uma das oleaginosas mais produzidas no mundo e no Brasil, onde seu rendimento médio gira em torno de 600,0 kg ha⁻¹, sendo que sua principal utilização dar-se "in natura", ou compondo produtos da indústria alimentícia e de panificação (Queiroga & Silva, 2008). Araújo et al. (2012) afirmam que esta cultura apresenta boa adaptabilidade ao clima quente bem como baixo requerimento hídrico, características adaptativas importantes para regiões semiáridas. Além disso, sua produção gera renda, principalmente para pequenos produtores, o que a constitui como ótima alternativa para o desenvolvimento socioeconômico desta região.

Contudo a ocorrência de altas temperaturas, baixa pluviosidade, distribuição irregular das chuvas e intensa evaporação na Região Nordeste, fazem com que o êxito da produção do gergelim seja

dependente do uso da irrigação. O problema é que de acordo com Pádua et al. (2017) boa parte das fontes de águas dessa região apresentam elevadas concentrações de sais. Isso faz com o que o uso destas águas, de baixa qualidade, seja quase obrigatório, sendo que estas águas reduzem o potencial osmótico do solo acarretando o déficit hídrico nas culturas causando fechamento estomático, limitação da assimilação de CO₂ e a transpiração com consequente redução da taxa fotossintética (Silva et al., 2010).

Desta forma o desenvolvimento de práticas de manejo que viabilizem o uso das águas salinas na agricultura é crucial para a competitividade produtivas destas regiões semiáridas. Nesse sentido a fertilização mineral, sobretudo nitrogenada e potássica, surge como ótimas ferramentas na redução dos efeitos negativos da salinidade sobre as culturas. Isso por que o K é vital para a fotossíntese, formação e translocação de carboidratos (Araújo et al., 2012), atua como ativador enzimático, melhora o balanço hídrico, aumenta a eficiência do uso da água compete com o Na⁺ (Heidari & Jamshid, 2010), promove o acúmulo de compostos de N nas plantas por aumentar a eficiência do uso deste elemento (Heidari & Jamshid, 2010). Já o N faz parte de aminoácidos, proteínas e prolina, que elevam a capacidade de ajustamento osmótico das plantas (Oliveira et al., 2014).

Portanto, embora conhecidos benefícios da fertilização nitrogenada e potássica pouco se sabe sobre a interação da combinação destes como alternativa mitigadora do estresse salino. Nesse contexto o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da adubação com distintas proporções de N:K₂O e irrigação com águas salinas sobre as trocas gasosas do gergelim cv. BRE G4.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em condições de casa de vegetação, no período de maio a julho de 2017, no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (CTRN/UFCG), localizada no município de Campina Grande, PB, situado pelas coordenadas geográficas locais 7° 15' 18'' latitude S, 35° 52' 28'' de longitude W e altitude de 550 m.

Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições, usando o arranjo fatorial 5 x 4 cujos tratamentos consistiram de cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,6; 1,2; 1,8; 2,4 e 3,0 dS m⁻¹) e quatro proporções de nitrogênio e potássio (70:50; 100:75; 130:100 e 160:125% da recomendação). As doses referentes a 100% corresponderam a 100 e 150 mg kg⁻¹ de N e K₂O respectivamente, conforme Novais et al. (1991) para ensaios em vasos. As adubações nitrogenadas e potássicas foram realizadas ao 15, 25 e 35 dias após o semeio (DAS), sendo utilizadas como fonte de N a ureia e de K o cloreto de potássio. As águas de irrigação nos respectivos valores de condutividade elétrica foram preparadas dissolvendo-se os sais NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1, entre Na⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺, respectivamente, em água de abastecimento do município de Campina Grande, PB.

Para o cultivo de gergelim cv. BRE G4 foram utilizados vasos adaptados como lisímetros de drenagem os quais possuíam em sua base inferior uma mangueira com 4 mm de diâmetro para a drenagem do lixiviado em recipiente e avaliação da água drenada e determinação do consumo de água pelas plantas. A extremidade do dreno no interior do vaso foi envolvida com uma manta geotêxtil não tecida (Bidim OP 30) para evitar a obstrução pelo material de solo. O preenchimento dos lisímetros foi realizado colocando-se uma camada de 1 kg de brita tipo zero, seguido de 25 kg de um Argissolo Acinzentado Eutrófico de textura franco-arenosa.

Avaliaram-se os efeitos dos distintos níveis salinos e das proporções de nitrogênio e potássio sobre as trocas gasosas aos 50 dias após o semeio através da condutância estomática (*g_s*), transpiração (*E*), taxa de assimilação de CO₂ (*A*) e concentração interna de CO₂ (*C_i*).

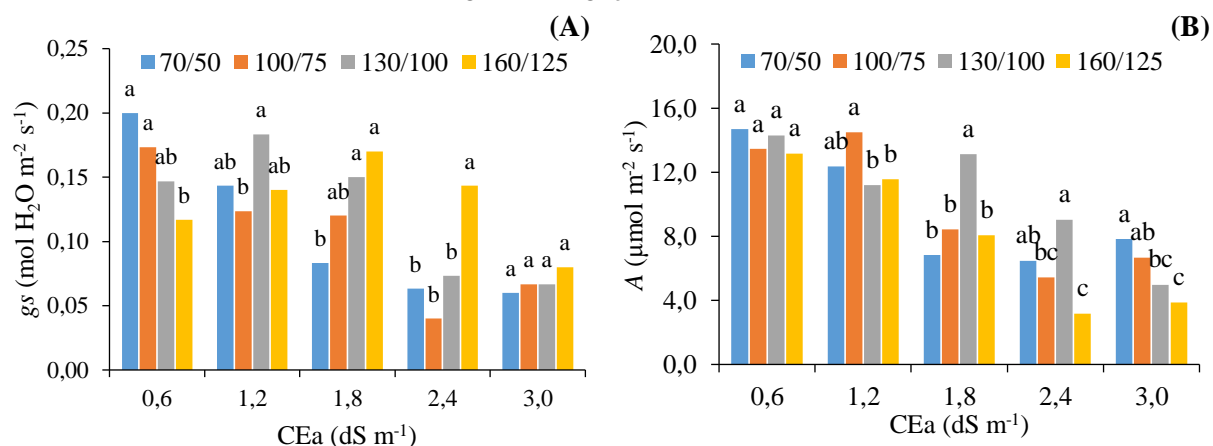
Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, quando significativo, foi realizada a análise de regressão poligonal para o fator níveis de salinidades da água e o teste de comparação de médias (Tukey a 0,05 de probabilidade) para proporções de nitrogênio e potássio, utilizando-se do software estatístico SISVAR 4.2 (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com o teste de comparação de médias (Figura 1A) nota-se que, somente quando as plantas foram irrigadas com água de maior salinidade (3,0 dS m⁻¹), não foram constatadas diferenças estatísticas entre as relações N:K₂O ainda que, o aumento da proporção dos referidos nutrientes promoveu incremento desta variável. De uma maneira geral, quando as plantas de gergelim foram

irrigadas com águas de salinidade igual ou superior a 1,2 m^{-1} , o aumento da relação N:K₂O gerou aumento da condutância estomática do gergelim, de modo que, nas plantas irrigadas com águas de 2,4; e 1,8 dS m^{-1} os maiores valores de *gs* (0,143 e 0,170 $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ para 2,4 e 1,8 dS m^{-1} respectivamente) foram obtidos sob fertilização com 160:130 de N:K₂O (Figura 1A). Quando da irrigação com água de 1,2 dS m^{-1} a maior *gs* foi constada nas plantas manejadas com 130:100% da recomendação de nitrogênio potássio, ao passo que, o teste de médias não constatou diferença estatística entre as demais relações N:K₂O. Por fim, nas plantas submetidas a irrigação com menor nível salino (0,6 dS m^{-1}) o teste de médias mostrou que, embora a menor relação N:K₂O (70:50) tenha diferido apenas da maior relação nitrogênio:potássio, a maior condutância estomática foi alcançada sob este manejo (Figura 1A).

Figura 1. Condutância estomática – *gs* (A) e taxa de assimilação de CO₂ – *A* (B) do gergelim cv. BRE G4 em função da interação entre as distintas proporções de nitrogênio e potássio – N:K₂O e as crescentes condutividades elétricas da água de irrigação – CEa



O fato de os maiores valores de condutância estomática aos 50 dias após o semeio nas plantas de gergelim irrigadas com águas de salinidade igual ou superior a 1,2 dS m^{-1} terem sido constatados sob o manejo dos maiores proporções de N:K₂O (130:100% e 160:125 % de N:K₂O para 1,2 e 1,8; 2,4 e 3,0 dS m^{-1} respectivamente) nos permite inferir que o incremento no fornecimento de nitrogênio e potássio de forma combinada atua de forma positiva na redução dos efeitos deletérios da salinidade da água de irrigação sobre a *gs* do gergelim. Feijão et al. (2011) explica que a melhoria dos parâmetros de fotossíntese também ocorrem em função do status de N na planta, já que este nutriente é utilizado para a síntese de componentes do aparato fotossintético. Já o fornecimento de potássio reduz os efeitos prejudiciais de água de alta salinidade e atuando na melhoria do balanço hídrico da planta (Gurgel et al., 2010) o que favorece ao aumento da *gs* e consequente melhoria das trocas gasosas.

Analisando a taxa de assimilação de CO₂ aos 50 DAS nota-se (Figura 1B) que, ao submeter as plantas de gergelim à irrigação com águas de salinidade crescente estas apresentaram prejuízos na *A*, de acordo com o teste de comparação de médias, em relação às testemunhas (plantas irrigadas com águas de 0,6 dS m^{-1}). Vê-se ainda que (Figura 1B), a exceção das plantas testemunha, o teste de médias indica diferença estatística para a *A* nas plantas irrigadas com águas de salinidade igual ou superior a 1,2 dS m^{-1} denotando, com isto, que a resposta das plantas à aplicação combinada de N:K₂O fica mais evidente quando se utilizou águas de maior salinidade.

Ao avaliar o efeito combinado da salinidade e das proporções N:K₂O verifica-se que a maior proporção N:K₂O associada ao maior nível salino (3,0 dS m^{-1}) ocasionou redução da assimilação de CO₂ nas plantas de gergelim. Isso é um indicativo da intensificação do efeito osmótico promovido pelo aumento excessivo da concentrações de potássio associado aos sais dissolvidos na água de irrigação (Prazeres et al., 2015) tendo em vista que a fonte de deste nutriente (o cloreto de potássio) possui elevado índice salino.

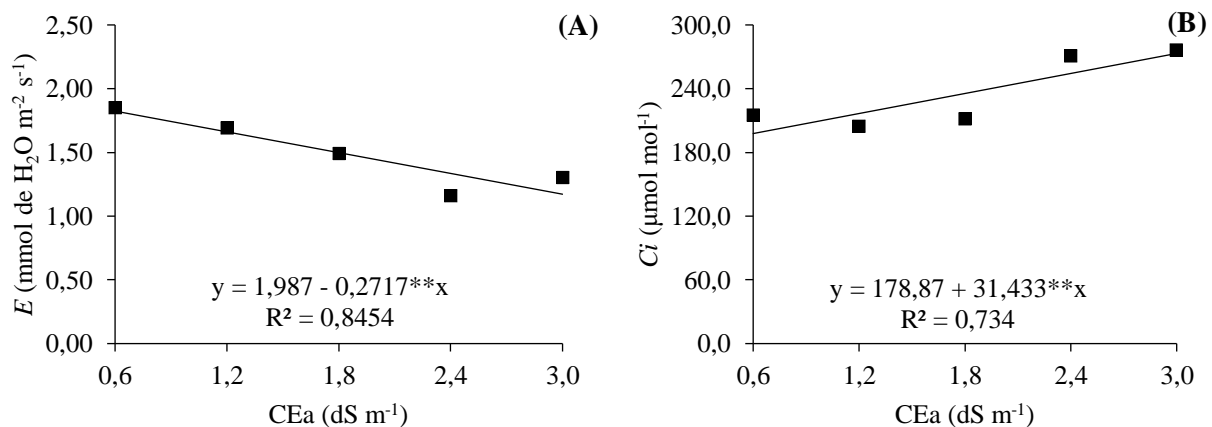
Entretanto, conforme o teste de comparação de médias (Figura 1B) constata-se que nas plantas submetidas a irrigação com águas de 1,2; 1,8 e 2,4 dS m^{-1} as maiores taxas de assimilação de CO₂ foram obtidas nas plantas cultivadas sob as relações 100:75%, 130:100% e 130:100% da

recomendação de N:K₂O respectivamente. Reforçando a ideia de que o suprimento adequado destes nutrientes atuam na redução do estresse promovido pela CEa, bem como, que correta combinação N:K₂O possa promova sinergismo entre estes nutrientes de forma que um possa melhorar a eficiência de uso do outro pela planta.

É sabido que o N faz parte de diversas biomoléculas como proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos e prolina (Mcallister et al., 2012). Bem como, que o potássio é vital para a fotossíntese, favorece a formação e translocação de carboidratos (Araújo et al., 2012) atua como ativador enzimático e na melhoria do balanço hídrico além de que seu fornecimento resulta em competição desse macronutriente como o Na⁺ (Heidari & Jamshid, 2010). Dessa forma, o incremento na *gs* e na *A* acarretado pelo aumento no suprimento combinado destes nutrientes, representado pela fertilização com maiores proporções de N:K₂O, pode resultar em maiores taxas de fotossíntese e maior produção de fotoassimilados, bem como maior acúmulo de compostos orgânicos indicando, com isto, que o fornecimento de nitrogênio e potássio de forma combinada contribui diretamente para o ajustamento osmótico do gergelim.

O aumento da salinidade da água de irrigação afetou negativamente a variável taxa transpiratória das plantas de gergelim cv. BRE G4 e, conforme equação de regressão (Figura 2A), os dados obtidos melhor se ajustaram ao modelo linear onde se percebe redução na transpiração de 13,67% por aumento unitário da CEa o que representa um declínio percentual de 35,71% na transpiração das plantas irrigadas com água de 3,0 dS m⁻¹ em relação aquelas irrigadas com água de CE igual a 0,6 dS m⁻¹. Essa redução na transpiração causada pelo aumento da CEa deve-se provavelmente à limitação estomática, que é uma estratégia de defesa da planta para minimizar a desidratação excessiva ou consequência do desequilíbrio da água na epiderme das folhas (Ribeiro et al., 2009), pois *E* está intimamente relacionado à abertura estomática, assim quando constatada a diminuição na condutância estomática das plantas em função da irrigação com águas salinas, como observado neste estudo (Figura 1A), ocorre aumento da resistência à difusão da água do interior da folha para a atmosfera.

Figura 2. Transpiração – *E* (A) e concentração interna de CO₂ – *Ci* (B) do gergelim cv. BRE G4 aos 50 dias após o semeio em função das crescentes condutividades elétricas da água de irrigação – CEa



A concentração interna de CO₂ aumentou de forma linear conforme o incremento dos níveis salinos água usada na irrigação e, conforme a Figura 2B vê-se que as plantas irrigadas com água de CE igual a 3,0 dS m⁻¹ apresentaram 273,16 μmol mol⁻¹ enquanto que as plantas submetidas ao menor nível salino (0,6 dSm⁻¹) apresentaram *Ci* igual a 197,73 μmol mol⁻¹, ou seja, a irrigação com águas de condutividade igual a 3,0 dS m⁻¹ promoveu aumento de 35,71% na concentração interna de CO₂ nas plantas de gergelim. Segundo Tatagiba et al. (2014) plantas submetidas ao estresse salino reduz a condutância, a transpiração e a fotossíntese líquida, mas eleva a concentração interna de CO₂.

Esse aumento na concentração interna de CO₂ ocorrem em função da perda da capacidade do mesofilo em absorver carbono sob estresse salino, assim o CO₂ que está chegando às células do mesofilo não está sendo fixado na fase carboxilativa, possivelmente por danos em sua estrutura De acordo com Freire et al. (2014) o aumento de *Ci* no interior das folhas indica que o CO₂ não está sendo

usado para síntese de açúcares no processo fotossintético, indicando que algum fator não estomático está interferindo nesse processo acarretando em aumento da resistência à difusão de CO₂ para a camada subestomática.

CONCLUSÕES

A irrigação com água de condutividade elétrica igual ou superior a 1,2 dS m⁻¹ compromete as trocas gasosas do gergelim cv. BRE G4 aos 50 dias após o semeio.

O suprimento combinado de nitrogênio e potássio reduz os efeitos negativos do estresse salino sobre a condutância estomática e a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de gergelim.

REFERÊNCIAS

- Araújo, H. S.; Quadros, B. R.; Cardoso, A. I. I.; Corrêa, C. V. Doses de potássio em cobertura na cultura da abóbora, *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 42, n. 4, p. 469-475, 2012.
- Feijão, A. R.; Silva, J. C. B.; Marques, E. C.; Prisco, J. T.; Gomes Filho, E. Efeito da nutrição de nitrato na tolerância de plantas de sorgo sudão à salinidade. *Revista Ciência Agronômica*, v.42, n. 3, p.675-683, 2011.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, n. 6, p.1039-1042, 2011.
- Freire, J. L. O.; Dias, T. J.; Cavalcante, L. F.; Fernandes, P. D.; Lima Neto, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta, *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.
- Gurgel, M. T.; Gheyi, H. R.; Oliveira, F. H. T. Acúmulo de matéria seca e nutrientes em meloeiro produzido sob estresse salino e doses de potássio, *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 1, p. 18-28, 2010.
- Heidari, M.; Jamshid, P. Interaction between salinity and potassium on grain yield, carbohydrate content and nutrient uptake in pearl millet. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science*, v.5, n.6, p. 39-46, 2010.
- Mcallister, C. H.; Beatty, P. H.; Good, A. G. Engineering nitrogen use efficient crop plants: the current status. *Plant Biotechnology Journal*, v.10, n. 9, p.1011-1025, 2012.
- Novais, R. F.; Neves J. C. L.; Barros N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A. J. (ed.) *Métodos de pesquisa em fertilidade do solo*. Brasília: Embrapa-SEA. 1991. Cap.12, p.189-253.
- Oliveira, F. A., Medeiros, J. F., Alves, R. C., Linhares, P. S. F, Medeiros, A. M. A., Oliveira, M. K. T. Interação entre salinidade da água de irrigação e adubação nitrogenada na cultura da berinjela. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.18, n.5, p.480-486, 2014.
- Pádua, L. S.; Nobre, R. G.; Silva, E. M.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. A.; Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio, *Revista Ciência Agronômica*, v. 48, n. 4, p. 596-604. 2017.
- Prazeres, S. S.; Lacerda, C. F. de; Barbosa, F. E. L.; Amorim, A. V.; Araujo, I. C. S.; Cavalcante, L. F. Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio. *Revista Agroambiente*, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.
- Queiroga, V. P.; Silva, O. R. R. F. Tecnologias utilizadas no cultivo do gergelim mecanizado. EMBRAPA-CNPQ, Campina Grande. 2008. 142p. (Documentos, 203).
- Ribeiro, R. V.; Machado, E. C.; Santos, M. G.; Oliveira, R. F. Photosynthesis and water relations of well-watered orange plants as affected by winter and summer conditions. *Photosynthetica*, v.47, n.2, p.215-222, 2009.
- Silva, C. D. S.; Santos, P. A. A.; Lira, J. M. S.; Santana, M. C.; Silva Junior, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas à deficiência hídrica. *Revista Caatinga*, v.23, n. 4, p.7-13, 2010.
- Tatagiba, S. D.; Moraes, G. A. B. K.; Nascimento, K. J. T.; Peloso, A. F. Limitações fotossintéticas em folhas de plantas de tomateiro submetidas a crescentes concentrações salinas. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.22, n.2, p.1381149, 2014.