

FISIOLOGIA DO *Sesamum indicum* L. SOB ESTRESSE HÍDRICO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO¹

**SELMA DOS SANTOS FEITOSA²; MANOEL BANDEIRA DE ALBUQUERQUE³;
ADEMAR PEREIRA DE OLIVEIRA³; WALTER ESFRAIN PEREIRA³ E JOSÉ
FÉLIX DE BRITO NETO⁴**

¹Trabalho de Tese de Doutorado do primeiro autor

²Departamento de Agroecologia, IFPB, Rua Pedro Antunes, s/nº, 58814-000, São Gonçalo, Sousa, Paraíba, Brasil, email: selma.feitosa@ifpb.edu.br

³Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais, CCA/UEPB, Rodovia BR 079, Km 12, 58397-000, Areia, Paraíba, Brasil, email: manoel@cca.ufpb.br, ademar@cca.ufpb.br, walterep@cca.ufpb.br

⁴Departamento de Agroecologia e Agropecuária, CCAA/UEPB, Sítio Imbaúba, s/nº, Zona Rural, 58117-000, Lagoa Seca, Paraíba, Brasil, email: jose.felix@ccaa.uepb.edu.br

1 RESUMO

Objetivou-se verificar o comportamento fisiológico do *Sesamum indicum* submetido ao estresse hídrico e aplicação de ácido salicílico (AS), realizado sob o delineamento em blocos ao acaso num fatorial 4×2 , sendo, 0, 4, 8 e 12 mg L⁻¹ de ácido salicílico (AS) e dois tratamentos hídricos (com e sem suspensão hídrica por oito dias). Foram semeadas 10 sementes por vaso e aos 30 dias após a emergência (DAE) aplicados os tratamentos. As trocas gasosas e o teor relativo de água foliar (TRA) foram realizados no oitavo dia de deficiência hídrica e da aplicação do tratamento hormonal e 48 horas após a retomada da rega. Para as variáveis de trocas gasosas verificaram-se diferenças no oitavo dia da suspensão da rega e após a reidratação para o fator estresse, enquanto, para os efeitos do AS apenas a variável temperatura foliar (*T_f*) a interação foi significativa. A fotossíntese (*A*) foi 70% inferior sob suspensão da rega e à medida que se elevou a concentração de AS, enquanto o TRA foi significativo apenas para os efeitos do estresse. O estresse hídrico alterou o comportamento da fotossíntese líquida, condutância estomática, transpiração e temperatura foliar.

Palavras-chave: Trocas gasosas; Relações hídricas; Fitohormônio; Oleaginosa.

**FEITOSA, S. S.; ALBUQUERQUE, M. B.; OLIVEIRA, A. P.; PEREIRA, W. E.;
BRITO NETO, J. F.**

**PHYSIOLOGY OF *Sesamum indicum* L. UNDER WATER STRESS AND
SALICYLIC ACID APPLICATION**

2 ABSTRACT

This study aimed at verifying the physiological behavior of *Sesamum indicum* subjected to water stress and application of salicylic acid (SA), held under the design of randomized blocks in a factorial 4×2 , and 0, 4, 8 and 12 mg L⁻¹ salicylic acid (SA) and two water treatments (with and without water suspension for eight days). 10 seeds per pot were planted and 30 days after emergence (DAE) the treatments were applied. Gas exchange and the

relative leaf water content (TRA) were assessed on the eighth day of water deficiency and the application of hormonal treatment and 48 hours after the resumption of watering. For gas exchange variables there were differences in the eighth day of watering suspension and after rehydration for the stress factor, while, for the AS effects only in the variable leaf temperature (Tf) interaction was significant. Photosynthesis (A) was 70% lower than under suspension of irrigation and the concentration of AS increased, while TRA was significant only for the effects of stress. Water stress altered the behavior of net photosynthesis, stomatal conductance, transpiration and leaf temperature.

Keywords: Gas exchange; Water relations; Phytohormone; Oleaginous.

3 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas que ocorrem no ambiente, ocasionadas pela crescente expansão da população, do uso agrícola e à exploração inadequada dos recursos naturais, trazem preocupação e exigem a necessidade de se estudar as respostas das plantas em ambientes adversos e limitantes ao desenvolvimento vegetal. Neste sentido, a deficiência hídrica se constitui em um dos principais fatores que restringem a produção agrícola.

Gergelim (*Sesamum indicum* L.) possui adaptabilidade às condições edafoclimáticas de clima tropical quente (BELTRÃO et al., 2010), é considerada resistente à seca (GRILO JÚNIOR; AZEVEDO, 2013), característica importante para cultivos nas áreas semiáridas da região Nordeste do Brasil.

Albuquerque et al. (2011) verificaram-se que o comportamento fisiológico do *S. indicum* é mais influenciado pelo déficit hídrico que a produtividade, o que confere maior tolerância à seca, com o máximo de rendimento em precipitações pluviais entre 500 e 650 mm, bem distribuídas, sendo a sensibilidade do *S. indicum* ao déficit hídrico dependente do período, do estado de fenologia da planta, da cultivar e das condições do ambiente (ARRIEL; BELTRÃO; FIRMINO, 2009).

Sob condições de estresse hídrico ocorre alterações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas (FERRARI; PAZ; SILVA, 2015). O fechamento estomático é resposta direta da redução do potencial de água na folha, induzido pelo falta da água, alterando as trocas gasosas, que compromete o crescimento devido as reduções de equilíbrio de carbono na planta, dependente da interação respiração e fotossíntese sendo que a proporção de O₂ aumenta em relação a de CO₂ favorecendo a fotorrespiração (PEREIRA et al., 2012).

No contexto de proteção celular sob desidratação o ácido Salicílico destaca-se por favorecer a proteção da integridade membranar do DNA e RNA, além de estar envolvido na regulação e sinalização das plantas frente a estresses abióticos. Mardani et al. (2012) acrescentam que trata-se de um composto promissor na redução da sensibilidade dos cultivos aos estresses abióticos, como atenuador dos efeitos resultantes das condições ambientais estressantes, a exemplo da deficiência hídrica.

Portanto, torna necessário estudar os mecanismos fisiológicos e estratégias de mitigação dos efeitos da seca, visando prover o conhecimento e consequentemente a exploração viável e sustentável desta pedaliácea, além disso, o entendimento da ação do ácido salicílico na atenuação dos efeitos do déficit hídrico auxiliará a pesquisa na seleção de genótipos tolerantes às condições de seca e os resultados aqui obtidos poderão representar um avanço na agricultura, especialmente para as regiões semiáridas.

Assim, objetivou-se com esse trabalho verificar os danos do estresse hídrico no comportamento fisiológico do *Sesamum indicum* quando submetido à deficiência hídrica e tratamento com ácido Salicílico.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Bananeiras, Paraíba (6°46' S e 35°38' W, 617 m).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco repetições em esquema fatorial 4×2 , o primeiro fator constituído pelos níveis de ácido salicílico (AS) de 0, 4, 8 e 12 mg L⁻¹ e o segundo por dois tratamentos hídricos (ID - irrigação diária e SR - com suspensão hídrica por oito dias), resultando em 8 tratamentos e 40 parcelas experimentais. O solo utilizado como substrato proveniente de uma área de horticultura orgânica do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA), sendo o mesmo autoclavado á temperatura de 70 °C por 30 minutos. De acordo com a análise de fertilidade do solo (Tabela 1) foram procedidas a calagem e a adubação.

A unidade experimental constituiu-se de um vaso com capacidade de 60 litros de cor prata com a finalidade de refletir a luz e evitar o aquecimento do substrato. Onde foram semeadas a 2,5 cm de profundidade dez sementes de gergelim da cultivar "BRS Seda", e após 15 dias de emergência fez-se o desbaste final ficando duas plantas por vaso.

Aos 30 dias após a emergência das plantas realizou-se a aplicação hormonal via pulverização na parte abaxial e adaxial das folhas até o ponto de escorrimento. Concomitante a aplicação do AS iniciou-se o estresse hídrico via suspensão da rega por oito dias consecutivos, após este período manteve-se a rega até o final do ciclo da cultura.

A estimativa do consumo diário de água foi calculada a partir dos seguintes dados climáticos: Evapotranspiração de referência (ETo) obtidos em estação agrometeorológica automática e o Coeficiente de correção do consumo de água pela cultura (Kc), de acordo com a equação (HARGREAVES; SAMANI, 1985):

$$ETc = ETo \times Kc \quad (1)$$

Em que: ETc = evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹; ETo = evapotranspiração potencial diária, em mm dia⁻¹ e Kc = coeficiente de cultivo da cultura.

As variáveis de trocas gasosas da planta, fotossíntese líquida (*A*), transpiração (*E*), condutância estomática (*gs*), temperatura da folha (*Tf*) e concentração interna de CO₂ (*Ci*) foram analisadas no oitavo dia da suspensão da rega e da aplicação do tratamento hormonal, ou seja ao final do período de supressão hídrica e por fim 48 horas após a reidratação. As avaliações foram realizadas em folhas completamente expandidas na porção mediana da planta, por meio do analisador de gás infravermelho (IRGA).

Através da relação entre a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) e a transpiração (*E*), obteve-se a eficiência instantânea no uso da água (EUA) (*A/E*) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mol m⁻² s⁻¹)⁻¹]. Estimou-se, também, a eficiência intrínseca da carboxilação (*EiC*) (*A/Ci*) obtida pela relação entre a taxa de assimilação de CO₂ (*A*) e a concentração interna de CO₂ (*Ci*) [(μmol. m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹].

O déficit de pressão de vapor folha-ar (DPV) foi obtido calculando-se a diferença entre as pressões de saturação (*es*) e real (*e*) do ar, utilizando-se medidas da Temperatura foliar (*Tf*), °C, Temperatura média do ar (*Tar*), °C e Umidade Relativa média do ar (*URar*), %.

Assim, $DPV(\text{folha-ar}) = (e_f - e_{ar})$, em kPa, onde e_f = pressão de vapor na câmara subestomática da folha (kPa), e_{ar} = pressão de vapor no ar atmosférico (kPa), por meio da equação (LOBO et al., 2007):

$$DPV_{\text{folha} - \text{ar}} = 0,61078 \times 10^{\frac{17,5 \times T_f}{287,5 + T_f}} - \frac{0,61078 \times 10^{\frac{17,5 \times T_{ar}}{287,5 + T_{ar}}} \times U_{Rar}}{100} \quad (2)$$

Tabela 1. Análise química do solo utilizado como substrato.

pHH ₂ O	Mmolc/dm ³							%	Mg dm ³	G Kg	
1:2,5	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Na ⁺	K ⁺	S	H+Al	T	Al ⁺³	V	P	MO
6,7	52,3	22,6	1,3	6,9	83,1	20,1	103,7	ND*	80,1	229,4	52,7

*ND: Não detectado

O teor relativo de água (TRA) foi analisado no mesmo período que as trocas gasosas, por intermédio da equação:

$$TRA = [(W_f - W_d) / (W_t - W_d)] * 100 \quad (3)$$

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa estatístico SAS[®] (Statistical Analysis System, 1999), versão 9.1 e, apenas os dados sem distribuição normal foram transformados em Logx. Posteriormente foram submetidos à análise de variância pelo teste F, os resultados quando significativos a 5% de probabilidade para o fator níveis de AS, foram ajustadas regressões polinomiais entre os níveis de AS (variável independente) e as demais variáveis dependentes buscando-se o modelo que melhor representasse essa relação com maior coeficiente de determinação.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

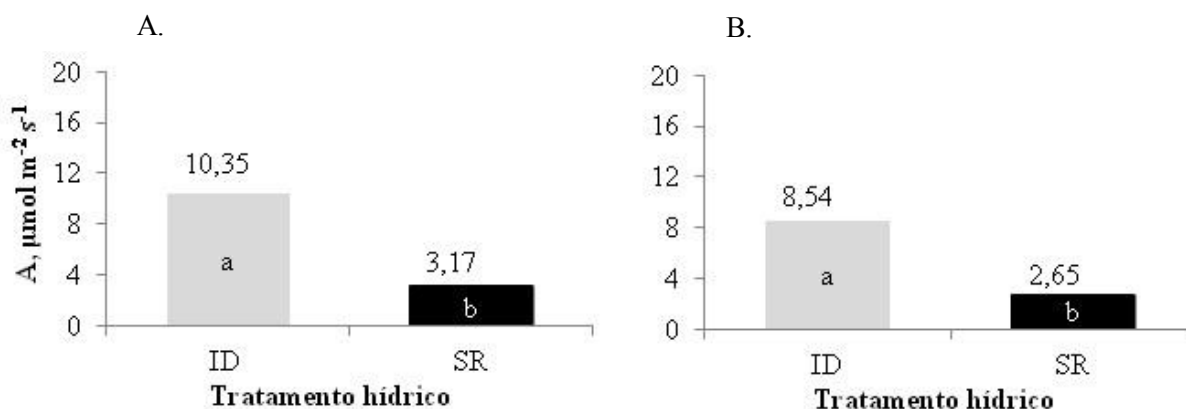
Verificaram-se diferenças significativas no oitavo dia da suspensão da rega para os efeitos principais do fator estresse, para todas as variáveis analisadas, com exceção do C_i , enquanto que, para os efeitos principais do fator nível apenas a T_f foi significativa, assim como a interação significativa para g_s . Após a reidratação foi observado significância para a interação apenas para a T_f , enquanto a A e a E foram significativos para o fator estresse.

Sendo a A 70% inferior nas plantas com suspensão da rega. Em cafeeiro (*Coffea arabica*) a deficiência hídrica provocou reduções em A , g_s e E a medida que avançou até o décimo dia da suspensão da rega (SOUZA, 2012). Inicialmente a fotossíntese decresce em razão do fechamento dos estômatos e, com o agravamento da deficiência hídrica, também se evidenciam limitações no seu metabolismo (LOPES et al., 2011).

O decréscimo na taxa fotossintética do oitavo dia da suspensão da rega até 48 h após a reidratação foi de 16,5% naquelas induzidas ao estresse hídrico, portanto, não houve recuperação da capacidade fotossintética (Figura 1). Este comportamento provavelmente, pode ser devido ao comprometimento da absorção de CO₂ através dos estômatos em resposta às reduções na condutância estomática ou, possivelmente, devido ao efeito direto do próprio estresse hídrico sobre o metabolismo fotossintético (ENDRES et al., 2010).

Resultados que corroboram os aqui encontrados foram reportados em cafeeiro, que após a reirrigação, não exibiu recuperação da fotossíntese nas plantas submetidas a 10 e 31 dias de suspensão da rega na primeira semana, bem como para as plantas com 24 dias de

Figura 1. Assimilação líquida de CO₂ (A) em *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A. (oitavo dia de estresse) e B. (após a reidratação).



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Suspensão da rega após duas semanas (SOUZA, 2012). Em geral o cafeeiro (*Coffea arabica*) teve uma baixa capacidade de ajuste estomático das trocas gasosas, uma vez que o decréscimo na assimilação de CO₂ foi observado nos estágios iniciais do estresse hídrico em concomitância com as baixas taxas fotossintéticas.

De forma a corroborar Arruda et al. (2015) mencionaram que em condições de deficiência hídrica há diminuição na taxa fotossintética, ocasionando redução no crescimento da planta e afetando a formação e desenvolvimento de sementes, os quais influenciam diretamente na produção.

A taxa de transpiração teve resposta apenas nos tratamentos hídricos, de maneira análoga a fotossíntese, onde os maiores valores de transpiração ocorreram nas plantas com irrigação diária. Observou-se que a taxa transpiratória aumentou nas plantas reirrigadas após um período de 48 horas, porém, não conseguiu recuperar-se a patamares similares as do tratamento controle (Figura 2).

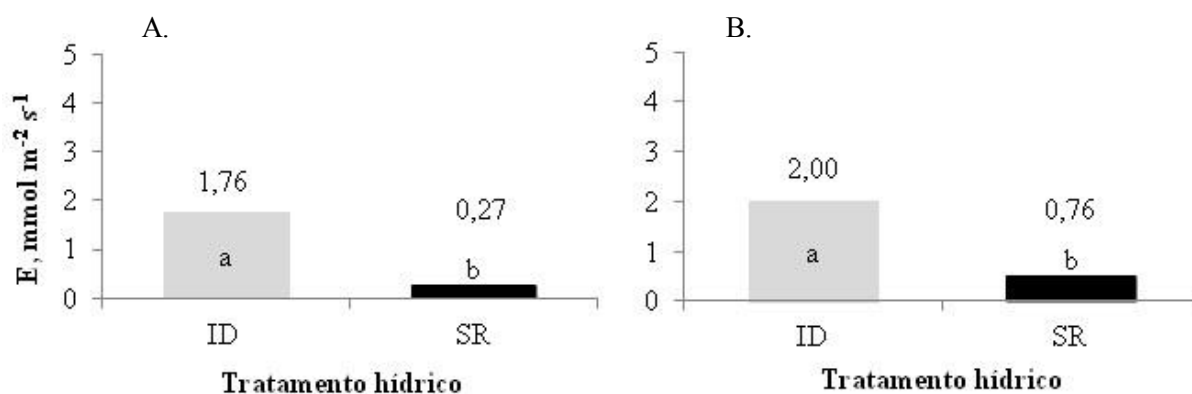
Resultados diferentes foram verificados por Silva et al. (2010), ao estudar o comportamento diário das trocas gasosas em feijoeiro sob deficiência hídrica, com reposição de 25% da água evapotranspirada, observaram redução na taxa transpiratória e ressaltam que a diminuição da fotossíntese líquida durante deficiência hídrica se deve ao fechamento estomático, logo, diminuição da transpiração e restrição à difusão de gás carbônico.

Resultado semelhante foi verificado por Lelis (2014) em capim limão (*Cymbopogon citratus*) com oito dias de imposição da suspensão da rega verificaram que 48 horas após a reirrigação das plantas estressadas não foi tempo suficiente para promover a recuperação das taxas transpiratórias.

Para a condutância estomática houve efeito significativo do fator estresse durante a suspensão da rega. Plantas que receberam irrigação diária apresentaram maior valor de *g_s* em relação aquelas sob suspensão da rega (Figura 3A). Observou-se ligeira recuperação para esta variável após a reidratação, sem contudo, apresentar diferenças significativas (Figura 3B).

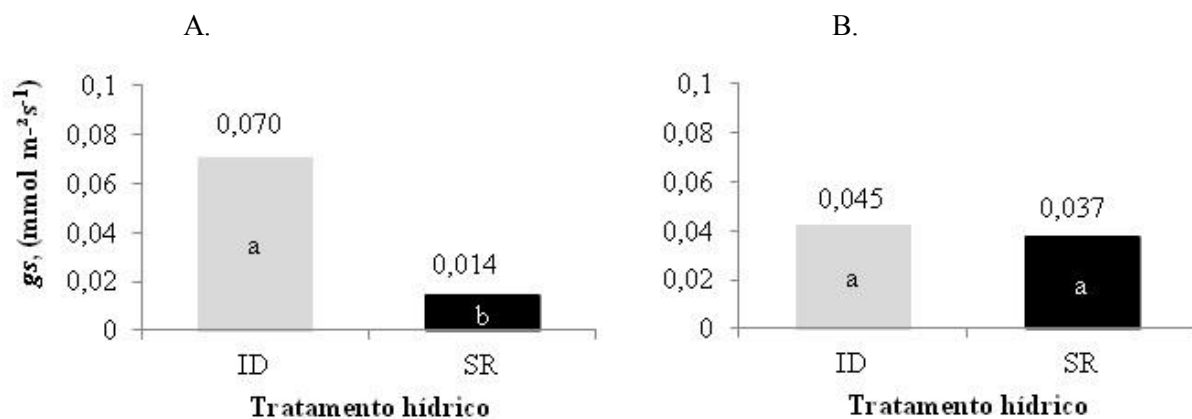
Este comportamento pode estar associado à condição de baixa umidade, segundo Chaves et al. (2010) tal condição afeta a condutância estomática pelas excessivas perdas de água por transpiração, causando o fechamento dos estômatos, que compromete a difusão do CO_2 para o mesófilo.

Figura 2. Taxa de Transpiração (E) em *S. indicum* submetido à tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A (oitavo dia de estresse) e B (após a reidratação).



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Figura 3. Condutância estomática (g_s) em *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A. (oitavo dia de estresse) e B. (após a reidratação).



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Ainda, segundo Gonçalves (2013), em razão do controle da abertura dos estômatos, ocorre diminuição da condutância estomática, que é fundamental na manutenção da turgescência, sendo a água considerada por Carneiro (2011), um elemento essencial para a manutenção da turgescência. Nascimento et al. (2011) verificaram diminuições de até 72%, na condutância estomática, quando avaliaram a tolerância de genótipos de feijão ao déficit hídrico.

Para a temperatura foliar no oitavo dia de estresse verificou-se diferenças significativas para os efeitos principais (Figura 4A). Todavia, estes fatores variaram de modo independente entre si, e não foi verificada significância da interação, porém, após a reidratação houve efeitos significativos da interação (Tabela 2). A maior amplitude de

temperatura da folha entre os tratamentos foi observada quando as plantas receberam o nível zero de AS, na presença do tratamento hormonal a temperatura da folha é semelhante em ambos os tratamentos hídricos (Figura 4B).

Figura 4. Temperatura foliar (T_f) em *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, e aos níveis de ácido Salicílico (AS), sendo • ID (irrigação diária) e x SR (suspensão da rega). A. (oitavo dia de estresse) e B. (após a reidratação).

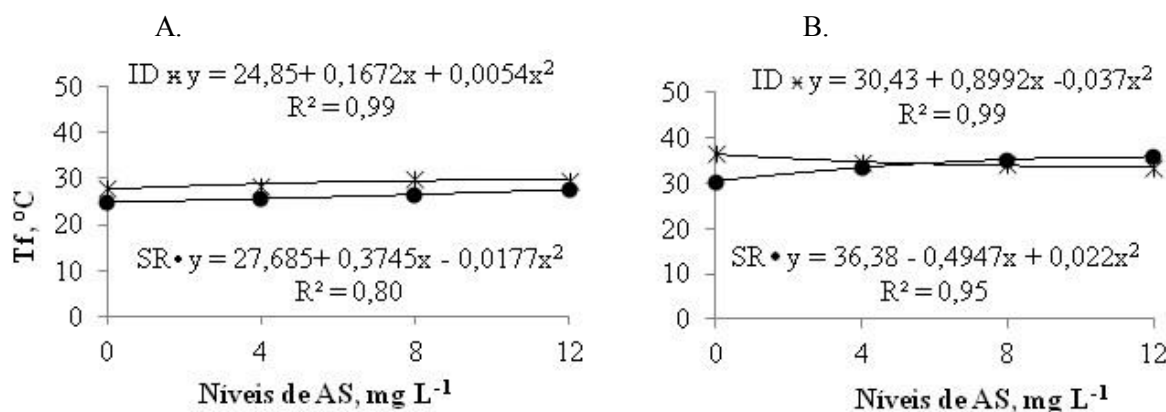


Tabela 2. Desdobramento da interação de níveis de ácido Salicílico (AS) e tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), na temperatura foliar (T_f), °C de *Sesamum indicum*.

Período	Tratamentos	Níveis de ácido Salicílico, mg L ⁻¹			
		0	4	8	12
Reidratação	ID	30,37Aa	33,59Aa	35,06Aa	35,89Aa
	SR	36,49Ba	34,43Aa	34,17Aa	33,55Aa
DMS		2,74			

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Logo, provavelmente associa-se aos efeitos do ácido Salicílico como atenuador das consequências do estresse, visto, que na sua presença as plantas de gergelim apresentaram menor temperatura foliar.

Nascimento et al. (2011) verificaram que ao se reduzir a lâmina de irrigação de 300 para 190 mm, deu-se aumento de 11,7% na temperatura foliar (T_f) de plantas de feijoeiro comum.

Para Oliveira, Fernandes e Rodrigues (2005) a manutenção da temperatura da folha igual ou ligeiramente inferior à do ambiente, comprova a capacidade de refrigeração das plantas, via transpiração por meio da manutenção de elevada condutância estomática, com o objetivo de manter a planta protegida das altas temperaturas. Porém, esse comportamento não foi observado na presente pesquisa, onde a temperatura média do ar registrada foi em torno de 21 °C e a temperatura foliar acima dos 30°C.

A elevação da temperatura foliar em resposta ao estresse hídrico pode ser explicada pela redução na perda de calor latente através da transpiração que, normalmente, reduz nessas condições, segundo Endres et al. (2010).

Ainda, Ribeiro et al. (2009) acrescentam, que a temperatura foliar apresenta estreita relação com a resistência estomática pois, com o aumento da resistência estomática, tem-se

diminuição da transpiração foliar e aumento na temperatura das folhas. Além disso, altas temperaturas podem degradar clorofilas e também ocorrer estímulo da atividade oxigenase da Rubisco (fotorrespiração).

O déficit de pressão de vapor entre a folha e o ar ($DPV_{\text{folha-ar}}$) teve maior valor em plantas que tiveram a supressão da rega por oito dias em ambos os períodos avaliados (Figura 5). Atribui-se este comportamento em função do fechamento dos estômatos para evitar a perda de água em condições de deficiência hídrica, permitindo assim a planta manter seu status hídrico.

Resultados que corroboram foram descritos por Lelis (2014) que obteve maior valor de $DPV_{\text{folha-ar}}$ a medida que decrescia a condutância estomática ao oitavo dia de supressão da rega em plantas de capim limão. No entanto, após a reidratação $DPV_{\text{folha-ar}}$ aumentou, o que pode ter ocorrido em consequência da temperatura foliar não diminuir o suficiente após a reidratação ao ponto de influenciar nesta variável.

Araújo et al. (2010) mencionam que a deficiência hídrica pode causar o fechamento estomático, o que reduz a taxa transpiratória, em consequência aumenta a temperatura foliar e o $DPV_{\text{folha-ar}}$, levando à redução da fotossíntese.

Em relação a EUA e EiC não verificaram-se diferenças significativas. Observou-se que as plantas aos oito dias da suspensão da rega obtiveram melhor desempenho quanto a estas taxas em relação ao observado após a reidratação. Porém, observou-se que as plantas induzidas ao estresse hídrico recuperaram a EUA após a reidratação em relação ao controle (ID) (Figura 6A e 6B). Enquanto para a EiC houve decréscimo após a reidratação (Figura 6C e 6D).

Provavelmente, em função do acionamento do mecanismo de defesa, fechamento dos estômatos, que diminui a condutância estomática e consequentemente a redução na transpiração que levam ao aumento da eficiência do uso da água (TAIZ; ZEIGER, 2011).

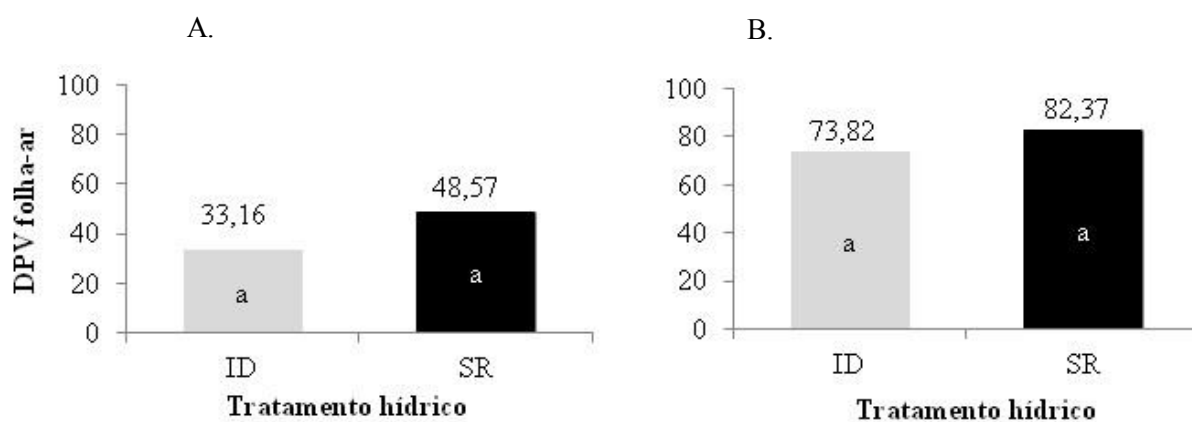
Em tomateiro observaram-se a mesma tendência quando cultivado sob estresse hídrico, onde respondeu positivamente no fornecimento das lâminas de água de aproximadamente 85% da ETr , obtendo-se, nesta, a máxima EUA das plantas, sendo que, reduzindo a irrigação a partir desta lâmina, ocorreu redução desta variável fisiológica (SOARES et al., 2012).

Em gergelim Sousa et al. (2014) ressaltaram que reduções nas lâminas de irrigação a partir de 185,44 mm promoveram a redução na taxa transpiratória. Estes autores creditam este resultado ao ajustamento osmótico apresentado pela planta naquelas condições, ajustando-se a abertura estomática e a taxa fotossintética.

Uma característica quantificável da tolerância a seca é o potencial de recuperação, crescimento e capacidade de se desenvolver após a planta passar do estado de estresse hídrico com a reidratação. Na Tabela 3 constam os percentuais de recuperação e perda nos componentes das trocas gasosas, onde, observou-se que para as variáveis E , Ci e Tf houve recuperação após a reidratação comparado com o aferido aos oito dias da suspensão da rega. Por outro lado, houve decréscimo nas taxas de A , gs , EiC e EUA, resultados estes semelhantes aos verificados por Sousa et al. (2014) em plantas de gergelim após estresse hídrico, sendo observadas alterações na fotossíntese líquida, transpiração e na abertura estomática.

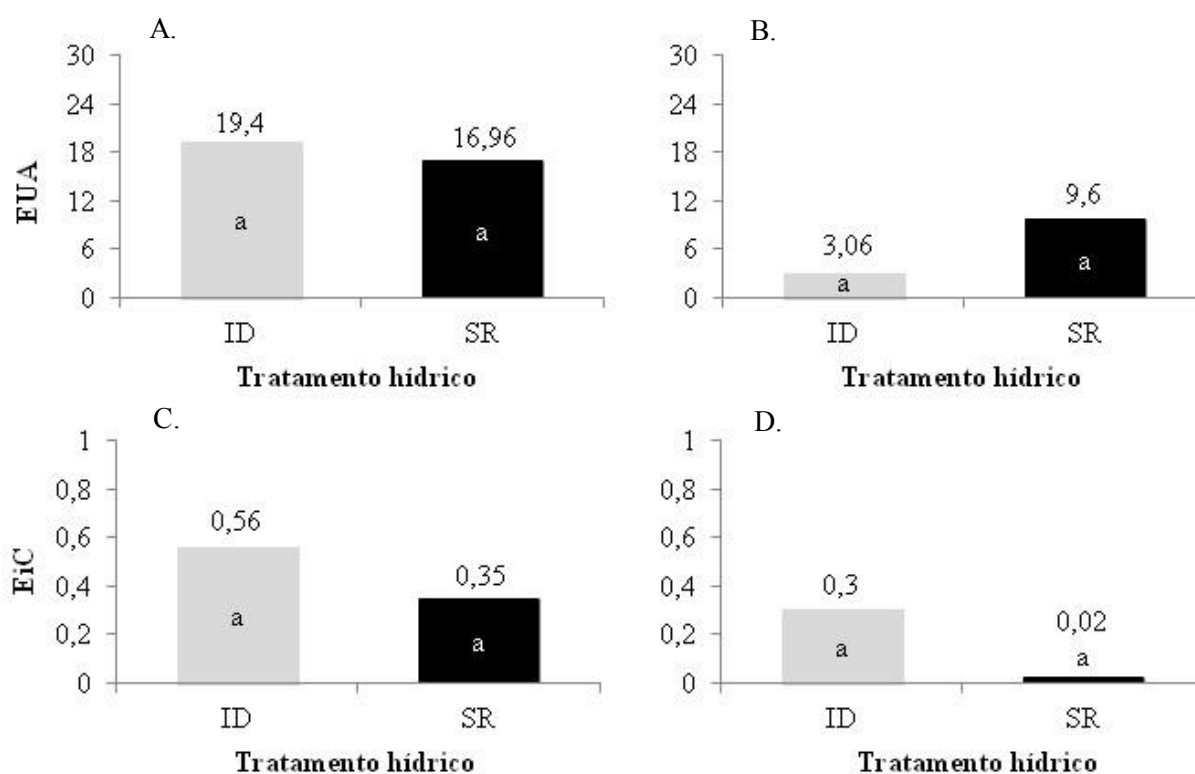
De acordo com a análise de variância o TRA foi significativo apenas para os efeitos do estresse no período da suspensão da rega, que manteve-se com valores médios em torno de 70% para as plantas com irrigação diária, enquanto naquelas submetidas a suspensão da rega foi de 57,5% durante a suspensão da rega e de 64% após a reidratação, observando-se uma ligeira recuperação (Figura 7).

Figura 5. Déficit de pressão de vapor folha-ar ($DPV_{\text{folha-ar}}$) em *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A. (oitavo dia de estresse) e B. (após a reidratação).



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Figura 6. Eficiência instantânea do uso da água (EUA) e Eficiência intrínseca de carboxilação (EiC) em *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A. e C. (oitavo dia de estresse) e B. e D. (após a reidratação).

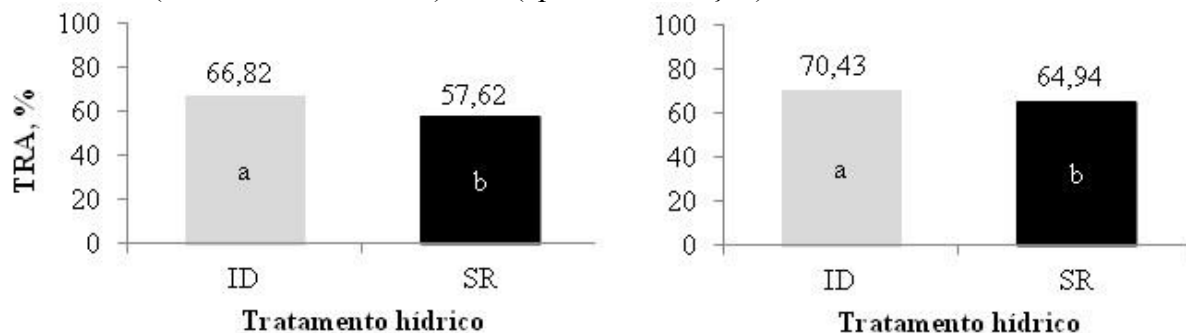


Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Tabela 3. Recuperação e perda (%) das variáveis fisiológicas do *Sesamum indicum*, da suspensão da rega à reidratação. SR (suspensão da rega).

	Recuperação				Perda		
	E	Ci	Tf	A	gs	EiC	EUA
SR	76,53	98,75	19,76	16,50	9,61	94,37	43,37

Figura 7. Teor relativo de água na folha (TRA) de *Sesamum indicum* submetido à tratamentos hídricos, sendo ID (irrigação diária) e SR (suspensão da rega), A. (oitavo dia de estresse) e B. (após a reidratação).



Médias com a mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

Hsiao (1973) considera que queda no TRA de 10 a 20% indica estresse moderado, no presente estudo observou queda de 12,5%, o que sugere que o tratamento de estresse hídrico não foi suficiente para causar estresse severo ao ponto de ser letal.

Portanto, este comportamento parece estar associado ao menor controle estomático das perdas de água, em resposta à diminuição da disponibilidade de água no solo.

Sinclair e Ludlow (1986) indicaram que, para a manutenção do TRA é necessário que tenha baixos valores de condutância estomática sob condições de deficiência hídrica severa, em que os estômatos permanecem fechados na maior parte do dia, portanto, a sensibilidade dos estômatos à redução da umidade do solo torna-se um comportamento desejável no desenvolvimento de novos genótipos mais tolerantes ao déficit hídrico, que apresentem uma rápida retomada da atividade fotossintética após a reidratação.

Resultados que corroboram os aqui encontrados foram verificados em feijoeiro onde os valores de TRA das plantas foram utilizados como indicador fisiológico do nível de estresse hídrico. Quando sob restrição hídrica de quatro dias as plantas atingiram TRA em torno de 70%, considerado por estes autores como estresse severo, e após a reidratação houve ganho de 30% aproximadamente nesta variável (SILVA et al., 2012).

6 CONCLUSÕES

O estresse hídrico reduziu a taxa de fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração, enquanto, aumentou a temperatura foliar de plantas do *Sesamum indicum*;

A CNPA Seda não sustentou o Teor relativo de água foliar no período de déficit hídrico;

Consideram-se necessárias pesquisas para determinar a concentração ótima de ácido Salicílico, fenofase a ser aplicado e o limite crítico (dias de estresse) para *S. indicum*.

7 AGRADECIMENTO

Ao mentor e idealizador deste trabalho Dr. Napoleão Esberard de Macêdo Beltrão (*In memoriam*).

8 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F. A.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, A. M. A.; OLIVEIRA, M. I. P.; CARDOSO, G. D. Ecofisiologia do gergelim (*Sesamum indicum* L.). In: BELTRÃO, N. E. M.; OLIVEIRA, M. I. P. **Ecofisiologia das culturas de algodão, amendoim, gergelim, mamona, pinhão manso e sisal**. Brasília, DF: Embrapa Informação tecnológica, 2011. p. 163-194.

ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, B. B.; CAMPOSTRINI, E.; A. TORRES NETTO, DEMINICIS, B. B.; LIMA, E. S. Características fotossintéticas de genótipos de capim-elfante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) em estresse hídrico. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, PR, v. 32, n. 1, p. 1-7, 2010.

ARRIEL, N. H. C.; BELTRÃO, N. E. M.; FIRMINO P. T. (Ed.). **Gergelim: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Campina Grande: Embrapa Algodão, 2009. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).

ARRUDA, I. M.; MODA-CIRINO, V.; BURATTO, J. S.; FERREIRA, J. M. Crescimento e produtividade de cultivares e linhagens de amendoim submetidas a déficit hídrico. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 2, p. 146-154, 2015.

BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; MARACAJÁ, P. B. Época relativa de plantio no consórcio mamona e gergelim. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, PB, v. 5, n. 5, p. 67- 73, 2010.

CARNEIRO, M. M. L. C. **Trocas gasosas e metabolismo antioxidativo em plantas de girassol em resposta ao déficit hídrico**. 2001. 43 f. Dissertação (Mestrado em Fisiologia vegetal)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

CHAVES, M. M.; ZARROUK, O.; FRANCISCO, R.; COSTA, J. M.; SANTOS, T.; REGALADO, A. P.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C. M. Grapevine under deficit irrigation: hints from physiological and molecular data. **Annals of Botany**, Oxford, v. 105, n. 5, p. 661-676, 2010.

ENDRES, L.; SOUZA, J. L. S.; TEODORO, I.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M. S.; BRITO, J. E. D. Gas exchange alteration caused by water deficit during the bean reproductive stage. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p. 11-16, 2010.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, Sinop, v. 3, n. 1, p. 67-77, 2015.

GONÇALVES, J. G. R. **Identificação de linhagens de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tolerantes à seca**. 2013. 82 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical e Subtropical)-Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2013.

GRILO JÚNIOR, J. A. S.; AZEVEDO, P. V. Crescimento, desenvolvimento e produtividade do gergelim 'BRS Seda' na agrovila de Canudos, em Ceará Mirim (RN). **Revista Holos**, Natal, v. 2, p. 19-33, 2013.

HARGREAVES, G. H.; SAMANI, Z. A. Reference crop evapotranspiration from temperature. **Applied Engineering in Agriculture**, St Joseph, v. 01, n. 02, p. 96-99, 1985.

HSIAO, T. C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 24, p. 519-570, 1973.

LELIS, R. T. **Efeito de diferentes períodos de estresse hídrico sobre a capacidade fotossintética, o crescimento e o teor de óleo essencial em *Cymbopogon citratus* (Poaceae)**. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos de Goytacazes, 2014.

LOBO, F. A. CAMPELO JÚNIOR, J. H.; PARTOTSKI, M.; OLIVEIRA, K. V.; ORTÍZ, C. E. R. Intercâmbio gasoso em plantas jovens e adultas de *Tectona grandis* cultivadas no cerrado do Brasil central. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 9, p. 126-143, 2007.

LOPES, M. S.; ARAUS, J. L.; HEERDEN, P. D. R. V.; FOYER, C. H. Enhancing drought tolerance in C4 crops. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 62, n. 9, p. 3135-3153, 2011.

MARDANI, H., BAYAT, H.; SAEIDNEJAD, A. H.; REZAIE, E. Assessment of Salicylic Acid Impacts on Seedling Characteristic of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) under Water Stress. **Notulae Scientia Biologicae**, Romania, v. 4, n. 1, p. 112-115, 2012.

NASCIMENTO, S. P.; BASTOS, E. A.; ARAÚJO, E. C. E.; FREIRE FILHO, F. R.; SILVA, E. M. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.

OLIVEIRA, A. D.; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. J. D. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em Feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005.

PEREIRA, J. W.; MELO FILHO, P. A.; ALBUQUERQUE, M. B.; NOGUEIRA, R. M. M.; SANTOS, R. C. Mudanças bioquímicas em amendoim submetidos a déficit hídrico moderado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 4, p. 766-773, 2012.

RIBEIRO, R. V.; MACHADO, E. C.; SANTOS, M. G.; OLIVEIRA, R. F. Seasonal and diurnal changes in photosynthetic limitation of young sweet orange trees. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v. 66, p. 203-211, 2009.

SILVA, C. D. S.; SANTOS, P. A. C.; LIRA, J. M. S.; SANTANA, M. C.; SILVA JÚNIOR, C. D. Curso diário das trocas gasosas em plantas de feijão-caupi submetidas a deficiência hídrica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 23, n. 4, p. 7-13, 2010.

SILVA, H. A. P.; GALISA, P. S.; OLIVEIRA, R. S. S.; VIDAL, M. S.; SIMOES-ARAÚJO, J. L. Expressão gênica induzida por estresses abióticos em nódulos de feijão caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 47, n. 6, p. 797-807, 2012.

SINCLAIR, T. R.; LUDLOW, M. M. Influence of soil water supply on the plant water balance of four tropical grain legumes. **Australian Journal of Plant Physiology**, Sydney, v. 13, p. 329-341, 1986.

SOARES, L. A. A.; SOUSA, J. R. M.; BRITO, M. E. B.; ANDRADE, E. M. G.; SÁ, F. V. S.; SILVA, E. C. C. Respostas fisiológicas tomateiro na fase de floração sob estresse hídrico. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 8, n. 1, p. 51-55, 2012.

SOUSA, G. G.; VIANA, T. V. A.; DIAS, C. N.; SILVA, G. L. S.; AZEVEDO, B. M. Lâminas de irrigação para cultura do gergelim com biofertilizante bovino. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 26, n. 3, p. 347-356, 2014.

SOUZA, V. F. **Estudo de rede para compreender as respostas fotossintéticas de cafeeiros em condições de deficiência hídrica**. 2012. 56 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2011. 690 p.