

Indicadores de plasticidade fisiológica como ferramenta para avaliar a tolerância a seca em plantas de girassol¹

Physiological plasticity indicators as a tool to evaluate drought tolerance in sunflower plants

Leane Lima de Freitas¹

Universidade Estadual do Ceará- UECE, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central- FECLESC, <https://orcid.org/0000-0002-7007-9389>,

leane.lima@aluno.uece.br

Mário Jeová Dos Santos²

Universidade Estadual do Ceará- UECE, Faculdade de Educação, Ciências e Letras do Sertão Central- FECLESC, <https://orcid.org/0000-0002-9007-2950> ,

mariojeova241@gmail.com

Evandro Nascimento da Silva

Universidade Estadual do Ceará- UECE, <https://orcid.org/0000-0002-4493-7474>,

evandro.silva@uece.br

Resumo

Objetivou-se com esse estudo avaliar parâmetros como indicadores de plasticidade em plantas de girassol. As plantas foram divididas em dois grupos: um bem regado (controle) e outro sob condições de estresse hídrico (tratamento). Parâmetros de MS em folhas e raízes, CRA em folhas e raízes e DM em folhas e raízes, DF/FM', ETR, CI, FV/FM e EUA foram menores que 0,5. A taxa de assimilação fotossintética apresentou IPF médio. Parâmetros de gs e ETR/A, mostraram IPF altos, ou seja, superior a 0,8. O IPF da transpiração apresentou resultado médio em girassol. Nossos resultados sugerem que plantas de girassol apresentam mudanças em processos fisiológicos-chaves que permitem se ajustar ao déficit hídrico. Essas mudanças estão relacionadas à queda na taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática, transpiração e a presença de drenos alternativos de elétrons em plantas de girassol.

Palavras-chaves: girassol; plasticidade fisiológica; déficit hídrico.

Abstract

The objective of this study was to use parameters as plasticity indicators in sunflower plants. The plants are divided into two groups: one well-watered (control) and another under water stress conditions (treatment). DM parameters in leaves and roots, ARC in leaves and roots and DM in

¹ Este trabalho foi financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

leaves and roots, $\Delta F / FM'$, ETR, CI, FV / FM and EUA were less than 0.5. The average IPF presentation photosynthetic assimilation rate. Parameters of gas and ETR / A, high IPF high, ie greater than 0.8. The IPF of transpiration showed an average result in sunflower. Our results show that sunflower plants show changes in key physiological processes that allow them to adjust to water deficit. These changes are related to the drop in the CO₂ assimilation rate, stomatal conductance, transpiration and the presence of alternative electron sinks in sunflower plants.

Keywords: Revista; Ensino; Pesquisa; Extensão.

1 Introdução

O estresse hídrico é um dos mais importantes fatores ambientais que regula o crescimento e o desenvolvimento. A redução da absorção de água e de nutrientes do solo, associada à intensa restrição fotossintética, são alguns dos impactos negativos do estresse hídrico no metabolismo vegetal, que resulta na redução da produtividade agrícola de várias espécies de importância econômica no mundo todo (CATTIVELLI et al., 2008).

O girassol (*Helianthus annuus* L.), juntamente com a soja e a canola, representa grande importância na economia mundial, sendo uma das três mais importantes culturas anuais produtoras de óleo do mundo (Carneiro et. al., 2011). Além disso é uma cultura de ampla adaptabilidade, alta tolerância, alto rendimento (...) (ARAÚJO et. al., 2014).

A plasticidade fisiológica ocorre em diferentes níveis fisiológicos e morfológicos, que implica em diferentes custos, mecanismos e interações ecológicas (GRIME; MACKAY, 2002, apud JESUS, 2017). De acordo com Stencel (2016), entende-se que a plasticidade atua nos genótipos causando variabilidade genética que implica em mutações adaptativas. Dessa forma, objetivou-se com essa pesquisa identificar os principais indicadores de plasticidade fisiológica envolvidos na tolerância a seca em plantas de girassol.

2 Metodologia

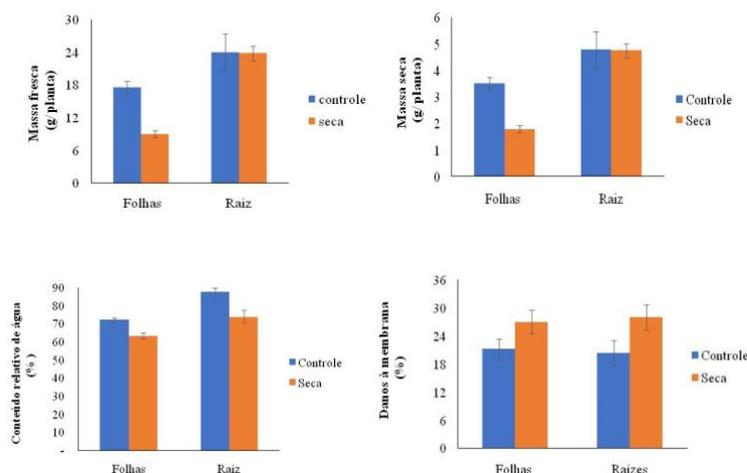
Sementes de girassol foram desinfetadas em hipoclorito de sódio 2,5% (v/v) durante 5 minutos, lavadas com água destilada e germinadas em bandejas em bandejas de 30 x 40 x 10 cm com areia lavada de rio, sob condições de casa de vegetação. Essas foram irrigadas diariamente com água destilada, mantendo-se a umidade do substrato próxima da capacidade de campo. Após a emissão do primeiro par folhas cotiledonares, as plantas foram, então, transferidas para vasos de 2 L contendo vermiculita, onde permaneceram

por 30 dias em condições de casa de vegetação. Nesse período, as plantas foram irrigadas diariamente e de forma alternada com solução nutritiva de Hoagland e Arnon (1950) com 1/4 (primeiros quinze dias) e 1/2 (restante) da diluição e água destilada. Em seguida, foram escolhidas as plantas mais homogêneas (8 folhas) para a aplicação dos respectivos tratamentos. Após o período de aclimação (30 dias), as plantas mais homogêneas foram separadas em dois grupos cada: um grupo que continuou recebendo irrigação diária (tratamento controle) e o outro onde a rega foi suspensa por 10 dias (tratamento de déficit hídrico). No início e final dos experimentos foram realizadas medidas de parâmetros que avaliam o status hídrico e a eficiência fotossintética. Em paralelo, as plantas foram coletadas, pesadas e suas folhas congeladas imediatamente em nitrogênio líquido e armazenadas a -80 °C para posteriores análises bioquímicas. Cada experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e quatro repetições, sendo uma planta por vaso totalizando oito plantas da espécie. Para analisar o índice de plasticidade fisiológica, subtraímos as médias dos tratamentos expostos a seca por seus respectivos controles, e em seguida dividimos novamente pelo grupo controle. Os dados foram submetidos ao teste F a 0,05 de significância, através de análise de variância, e as médias das variáveis submetidas ao teste de Tukey no mesmo nível de probabilidade.

3 Resultados e Discussão

O déficit hídrico causou alterações significantes em muitos parâmetros em plantas de girassol, tanto em folhas como em raízes. Houve uma diminuição na massa fresca (MF) e massa seca (MS) de aproximadamente 49% e em folhas de girassol em plantas estressadas quando comparadas ao controle (Fig.1A e 1B). Com relação ao conteúdo relativo de água (CRA), a redução foi de 12% em folhas de girassol em condições de estresse, em comparação ao controle (Fig. 1C). Sobre os danos da membrana (DM) em folhas e raízes, observou-se um aumento de aproximadamente 27% e 37%, respectivamente em plantas estressadas de girassol em comparação ao controle (Fig. 1D).

Figura 1. Massa fresca em folhas e raízes (A), massa seca em folhas e raízes (B), conteúdo relativo de água (C) e danos de membrana (D) em plantas de girassol sob déficit hídrico.



Fonte: elaborado pelos autores

Com relação a condutância estomática (gs) houve diminuição de aproximadamente 80% em plantas de girassol estressadas em relação ao controle. A transpiração (E) diminuiu aproximadamente 76% em girassol quando expostas ao déficit hídrico quando comparado ao controle. (Tabela 1).

Tabela 1. Fotossíntese (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), eficiência quântica efetiva do fotossistema II ($\Delta F/F_m'$), concentração interna de CO_2 , eficiência do uso de água (EUA), índice instantâneo de carboxilação A/C_i , indicativo de dreno alternativo de elétrons (ETR/A) e eficiência quântica potencial do fotossistema II (F_v/F_m) em plantas de girassol sob déficit hídrico.

	A	gs	E	$\Delta F/F_m'$	ETR	C_i	EUA	A/C_i	ETR/A	F_v/F_m
	($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	($mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)	($mmol\ m^{-2}\ s^{-1}$)		($\mu mol\ e^{-}\ m^{-2}\ s^{-1}$)	($\mu mol\ m^{-2}\ s^{-1}$)			($\mu mol\ \mu mol^{-1}$)	
controle	15,77 ± 0,86	0,528 ± 0,03	4,52 ± 0,14	0,276 ± 0,03	116,80 ± 11,72	300,14 ± 1,42	3,48 ± 0,15	0,52 ± 0,03	7,409 ± 0,68	0,82 ± 0,00
seca	4,48 ± 1,20	0,066 ± 0,02	1,1 ± 0,29	0,190 ± 0,03	80,62 ± 11,35	225,99 ± 8,51	4,36 ± 1,28	0,19 ± 0,05	18,86 ± 2,82	0,80 ± 0,02

Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação ao índice de plasticidade fenotípica, há três classificações que são consideradas: $IPF > 0,5$ (baixo), IPF entre 0,5 e 0,8 (médio) $IPF > 0,8$ (alto). Parâmetros de MS em folhas e raízes, CRA em folhas e raízes e DM em folhas e raízes em girassol mostraram IPF inferiores a 0,5. A taxa de assimilação fotossintética apresentou IPF médio. Parâmetros de gs e ETR/A, mostraram IPF altos, ou seja, superior a 0,8. O IPF da transpiração apresentou resultado médio em girassol. O IPF em parâmetros de $\Delta F/FM'$, ETR, C_i , FV/FM e EUA foram menores que 0,5 (tabela 2).

Nesse estudo a maioria das variáveis estudadas mostrou IPF baixo. Por exemplo, Silva et al. (2015), em trabalho com pinhão manso sob estresse salino observaram uma baixa na relação do IPF sobre o conteúdo relativo de água, assemelhando-se de girassol, em que o IPF foi baixo. Em trabalho com temperatura, Matos (2010) a fotossíntese mostrou IPF alto, conforme a presente pesquisa, porém, o resultado para condutância estomática foi divergente, sendo nessa pesquisa bastante elevado. A plasticidade fenotípica pode contribuir para a sobrevivência de espécies em ambientes heterogêneos, trata-se de uma visão ecológica relacionada com a capacidade do genótipo apresentar diferentes fenótipos em resposta à mudança do ambiente (Valladares et al., 2006, apud MATOS, 2011).

Tabela 2. Índice de plasticidade fisiológica em plantas de girassol sob déficit hídrico.

ÍNDICE DE PLASTICIDADE FISIOLÓGICA EM PLANTAS DE GIRASSOL								
MF folhas	MF raízes	MS folhas	MS raízes	CRA folhas	CRA raízes	DM folhas	DM raízes	A
0,48	0,005	0,48	0,005	0,12	0,15	0,27	0,37	0,71
g_s	E	$\Delta F / F_m'$	ETR	C_1	F_v / F_m	A / C_1	ETR/A	EUA
0,86	0,75	0,3	0,3	0,24	0,02	0,62	1,54	0,25

Fonte: elaborado pelos autores

4 Considerações Finais

Nossos resultados sugerem que plantas de girassol apresentam mudanças em processos fisiológicos chaves que permitem se ajustar ao déficit hídrico. Essas mudanças estão relacionadas à queda na taxa de assimilação de CO₂, condutância estomática, transpiração e a presença de drenos alternativos de elétrons em plantas de girassol.

Referências

- ARAÚJO, D.L.; CHEVES, L. H. G.; GUERRA, H; O. C.; VÉRAS, M. L. M.; OLIVEIRA, T. L. Efeito da adubação fosfatada e estresse hídrico nas características fenológicas do girassol (*Helianthus annuus* L.) - **ACSA Agropecuária Científica no Semiárido**, v.10, n4, p 26 31, out - dez, 2014.
- CARNEIRO, M. M. L. C. **Trocas gasosas e Metabolismo Antioxidativo em plantas de girassol em resposta ao déficit hídrico**. 2011. 42f. Dissertação (Mestrado)- Programa de Pós-graduação em Fisiologia vegetal- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2011.

CATTIVELLI, L.; RIZZA, F.; BADECK, F-W.; MAZZUCOTELLI, E.; MASTRANGELO, A.M.; FRANCIA, E.; MARÉ, C.; TONDELLI, A.; STANCA, A.M. Drought tolerance improvement in crop plants: An integrated view from breeding to genomics. **Field Crops Research**, v.105, p.1-14, 2008.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experiment Station**, Berkeley, 32p. (Circular 347), 1950.

MATOS, F, S. **CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA DA SENESCÊNCIA FOLIAR EM POPULAÇÕES DE *Jatropha curcas* L.** 2010. 58 f. Tese (doutorado em fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais, 2010.

MATOS, F, S. GAMBOA, I. RIBEIRO, R, P. MAYER, M,L. GALVÃO, T, N. LEONARDO, B, R, L. SOUZA, A, C. **Revista Agrarian**, Dourados, v.4, n.14, p.265-272, 2011

SILVA, E. N; SILVEIRA, J. A. G; RODRIGUES, C. R. F; VIÉGAS, R.A. Physiological adjustment to salt stress in *Jatropha curcas* is associated with accumulation of salt ions, transport and selectivity of K^+ , osmotic adjustment and K^+/Na^+ homeostasis. **Plant biology**. 2015

STENCEL, M. BERTIN, R, L. SOUZA- LEAL, T. MORAIS, C, P. Plasticidade fenotípica- vegetativa de maculata (LINDL.) LINDL. (Orchidaceae) em dois ambientes de área florestada. **Rev. Agro. Amb.**, v.9, n.3, p. 635-655, jul./set. 2016