



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

## **Trocas gasosas e temperatura foliar em plantas de girassol submetidas a déficit e excesso hídrico<sup>1</sup>**



*Jocélia Rosa da Silva<sup>2</sup>, Luis Henrique Loose<sup>3</sup>, Arno Bernardo Heldwein<sup>4</sup>, Tiago Silveira Ferrera<sup>5</sup>,  
Júnior Cesar Somavilla<sup>6</sup>, Mateus Leonardi<sup>7</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 23 ago. a 28 ago. 2015

<sup>2</sup> Agronomia, Estudante, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, joceliarosa.s@gmail.com

<sup>3</sup> Agrônomo, Me., Doutorando PPG-Agronomia, UFSM, Santa Maria – RS, luisloose@yahoo.com.br

<sup>4</sup> Agrônomo, Dr., Prof. Titular, Depto de Fitotecnia, UFSM, Santa Maria – RS, heldweinab@smail.ufsm.br

<sup>5</sup> Biólogo, Dr., Prof., Centro de Ciências da Saúde e Agrárias, UNICRUZ, Cruz Alta – RS, tsferrera@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Agronomia, Estudante, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, somavillajr@gmail.com

<sup>7</sup> Agronomia, Estudante, Centro de Ciências Rurais, UFSM, Santa Maria – RS, mateus-leonardi@hotmail.com

**RESUMO:** A disponibilidade de água no solo é um fator limitante para a produtividade do girassol, uma vez que déficit e excesso hídrico causam estresse às plantas. Tais estresses podem acarretar em diferentes respostas ecofisiológicas nas plantas, porém há pouco estudo sobre essas respostas no girassol. O objetivo desse trabalho foi avaliar a taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e temperatura foliar em plantas de girassol quando submetidas a déficit e excesso hídrico. O experimento foi conduzido em Santa Maria sob três condições hídricas: controle, déficit e excesso. O monitoramento da umidade do solo foi realizado pelo balanço hídrico diário. A taxa fotossintética, transpiração e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram medidas pelo aparelho *Infrared Gas Analyser* (IRGA), a condutância estomática através de um pômetro e a temperatura foliar com termopares de cobre-constantan inseridos na nervura central da parte inferior das folhas. As avaliações ocorreram durante a fase reprodutiva do ciclo do girassol. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ). A taxa fotossintética apresentou diferença significativa entre os tratamentos e as maiores médias foram no encontradas no tratamento controle. O excesso hídrico apresentou maior concentração intercelular de CO<sub>2</sub> enquanto no déficit hídrico a transpiração foi menor. A condutância estomática variou entre tratamentos em apenas uma data de medições onde o tratamento controle apresentou maior condutância estomática. Em relação à temperatura foliar, o tratamento de déficit hídrico apresentou temperatura foliar maior que a temperatura do ar. Estas evidências ecofisiológicas e micrometeorológicas permitem embasar que as condições de estresse pelo déficit ou excesso hídrico impactam diretamente nos resultados do metabolismo fisiológico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Helianthus annuus*, fotossíntese, condutância.

### **Gas exchange and leaf temperature in sunflower plants under water deficit and excess**

**ABSTRACT:** Water availability in the soil is a limiting factor to sunflower yield, once the water deficit and water excess cause stress to plants. Such stresses can result in different physiological responses in plants, however there is little research on these responses in Sunflower. This study aimed at evaluating the photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration, intercellular CO<sub>2</sub> concentration, and the leaf temperature in sunflower plants when submitted to water excess and deficit. Experiment was carried out at Santa Maria with three water conditions: control, deficit and excess. The monitoring of soil moisture was performed by daily water balance. The variables of photosynthetic rate, transpiration and intercellular CO<sub>2</sub> concentration were measured by the *Infrared Gas Analyser* device (IRGA), the stomatal conductance through a porometer and leaf temperature with copper-constantan thermocouples inserted into the main rib in abaxial side of the leaves. The evaluations occurred during the reproductive phase of sunflower cycle. The results were submitted to analysis of variance and the means were compared by Tukey test ( $p < 0.05$ ). The photosynthetic rate showed a significant difference between

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

treatments, and the highest means were found in the control treatment. The water excess treatment showed higher intercellular CO<sub>2</sub> concentration while in water deficit the transpiration was lower. The stomatal conductance varied among treatments in just one measurement date where the control treatment showed the highest stomatal conductance. As for leaf temperature, deficit treatments showed foliar temperature greater than the air temperature. These ecophysiological and micrometeorological evidences allow to infer that stress conditions caused by either deficit or excess of water have a direct impact on physiological metabolism results.

**KEY WORDS:** *Helianthus annuus*, photosynthesis, conductance.

## INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus*) é uma dicotiledônea anual da família Asteraceae, originária do continente norte-americano e cultivado em todo o mundo. De grande importância agrônômica, está entre as quatro principais culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal em utilização no mundo, também é amplamente usada para a geração de energia renovável (biodiesel) e para alimentação animal. No Brasil, estima-se uma área cultivada de 109,9 mil hectares e produtividade média de 1548 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2014/2015 (CONAB, 2015).

Já no Estado do Rio Grande do Sul, o girassol tem grande importância como alternativa no sistema de rotação com as culturas do milho e da soja, principalmente em anos de estiagem por ser considerada uma planta resistente a estresses hídricos, devido principalmente ao seu sistema radicular profundo. Conforme Freitas et al. (2012), a disponibilidade de água no solo é um fator limitante para a produtividade do girassol, uma vez que déficit e excesso hídrico causam estresse às plantas. Em condições de déficit e excesso hídrico as taxas de assimilação de CO<sub>2</sub> podem diminuir, principalmente porque uma das formas de defesa da planta a estresse hídricos é o fechamento dos estômatos, com a redução do suprimento de CO<sub>2</sub> poderá ocorrer diminuição na produção de biomassa e conseqüentemente redução na produtividade (PAIVA et al., 2005). Tais estresses hídricos podem acarretar em diferentes respostas ecofisiológicas nas plantas, porém há pouco estudo sobre essas respostas no girassol.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração, concentração intercelular de CO<sub>2</sub> e temperatura foliar em plantas de girassol quando submetidas a déficit e excesso hídrico.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfa, subtropical úmido sem estação seca definida com verões quentes (Heldwein et al., 2009). A semeadura foi realizada no dia 6 de janeiro de 2015 com o híbrido de girassol Hélio 250, com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 0,45 m entre plantas, resultando na população de 44.444 plantas ha<sup>-1</sup>.

O experimento foi conduzido com três tratamentos de condição hídrica do solo. Os tratamentos foram controle (CONT), mantendo-se o armazenamento (Armaz) entre 75 e 100% da capacidade de armazenamento de água disponível (CAD); déficit hídrico (DEF), mantendo-se o Armaz entre 40 e 60% da CAD; excesso hídrico (EXC), mantendo-se o Armaz acima de 90% da CAD, em que as irrigações serão feitas até o solo encharcar. Assim que os tratamentos chegaram ao seu limite inferior de armazenagem (40%, 75% e 90%), foram irrigados até completarem o limite superior (60%, 100% e saturação do solo) a irrigação foi feita por tubos gotejadores. A entrada de água no tratamento de déficit hídrico foi controlada pelo uso de cobertura plástica de PEBD no momento das precipitações

***O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros***

pluviométricas. O monitoramento do conteúdo de água no solo (Armaz, em mm) foi calculado pelo balanço hídrico sequencial diário de Thornthwaite e Matter (1955) adaptado por Maldaner (2012). Os dados meteorológicos de temperatura média, máxima e mínima do ar foram obtidos da estação meteorológica automática do INMET, localizadas em Santa Maria. Os tratamentos foram aplicados após o estágio de seis folhas expandidas (V6), quando as plantas já estiverem estabelecidas.

A taxa fotossintética, transpiração e concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foram medidas pelo aparelho *Infrared Gas Analyser* (IRGA), a condutância estomática através de um pômetro e a temperatura foliar com termopares de cobre-constantan inseridos na nervura central da parte inferior das folhas de girassol, as avaliações foram realizadas durante a fase reprodutiva do ciclo do girassol. As medidas de condutância estomática foram avaliadas no dia 03 de março em dois horários (9:30 e 11:30) e dia 13 de março de 2015 (12:30). As avaliações com o IRGA foram realizadas no dia 13 de março de 2015. Os termopares foram instalados nas folhas de girassol no dia 01 de março e retiradas dia 28 de março de 2015.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey (p<0,05).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A taxa fotossintética obtida através do IRGA apresentou diferença entre os tratamentos, onde as maiores médias foram encontradas no tratamento controle (Tabela 1). Os tratamentos déficit e excesso não obtiveram diferença entre si, uma das razões para esse resultado se dá pelo mecanismos de defesa da planta a estresses hídricos, o fechamento estomático, que diminui a assimilação de CO<sub>2</sub>, reduzindo a taxa fotossintética em plantas submetidas a déficit e excesso hídrico, Taiz & Zeiger (1991).

O tratamento excesso hídrico apresentou maior concentração intercelular de CO<sub>2</sub> com uma média de 253 μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>, diferindo dos demais tratamentos, controle e déficit hídrico não diferiram entre si. As plantas de girassol que apresentaram menor transpiração foram as submetidas ao déficit hídrico, visto que a diminuição da transpiração está relacionada com a tentativa da planta em diminuir as perdas de água, esse mesmo resultado foi obtido por Medina et al. (1999) com laranjeiras Valência sob deficiência hídrica.

**Tabela 1** - Taxa fotossintética (mmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração intercelular de CO<sub>2</sub> (μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup>) e transpiração (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) em plantas de girassol em estágio reprodutivo submetidas a déficit, controle e excesso hídrico.

Tratamento	Taxa fotossintética	Concentração intercelular de CO <sub>2</sub>	Transpiração
DEF	30,798 b	244,815 b	10,939 b
CONT	33,485 a	243,132 b	11,8941 a
EXC	29,888 b	253,537 a	11,885 a
CV(%)	6,63	3,28	4,42

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Tratamentos: CONT (manutenção da umidade do solo entre 75 e 100% da CAD); EXC (manutenção da umidade do solo entre 90% da CAD e a saturação do solo); e DEF (manutenção da umidade do solo entre 40 e 60% da CAD).

A condutância estomática variou entre tratamentos somente nas medições do dia 03 de março de 2015 às 9:30 horas, o tratamento controle apresentou maior condutância estomática com uma média de 2494,16 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, as demais médias de condutância estomática podem ser vistas na tabela 2.

**Tabela 2** – Condutância estomática ( $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) em plantas de girassol em estágio reprodutivo submetidas a déficit, controle e excesso hídrico.

Tratamento	Condutância Estomática		
	03/03/2015		13/03/2015
	09:30	11:30	12:30
DEF	1751,67 b	2110,0 a	2054,16 a
CONT	2494,16 a	2497,66 a	2247,5 a
EXC	1975,0 b	2295,83 a	2440,83 a
CV(%)	11,34	28,71	41,34

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Tratamentos: CONT (manutenção da umidade do solo entre 75 e 100% da CAD); EXC (manutenção da umidade do solo entre 90% da CAD e a saturação do solo); e DEF (manutenção da umidade do solo entre 40 e 60% da CAD).

Em relação à temperatura foliar, o tratamento de déficit hídrico apresentou temperatura foliar maior que a temperatura do ar, quando comparado ao tratamento controle e excesso hídrico, como pode ser visto na figura 1. No tratamento déficit o coeficiente angular é de 0,5337, coeficiente linear de 10,163 e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,57, significando que a temperatura da folha é superior a temperatura do ar. Nas plantas submetidas ao tratamento controle e excesso hídrico nota-se que a variação da temperatura da folha quando comparada a temperatura do ar não foi muito grande. No tratamento controle o coeficiente angular é de 0,6534, coeficiente linear de 8,431 e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,851 e tratamento excesso com coeficiente angular é de 0,135, coeficiente linear de 9,1698 e  $R^2$  de 0,88. Tanto o tratamento controle quando excesso hídrico apresentaram  $R^2$  igual ou superior que 0,85, significando que a temperatura da folha tem alta correlação com a temperatura do ar.

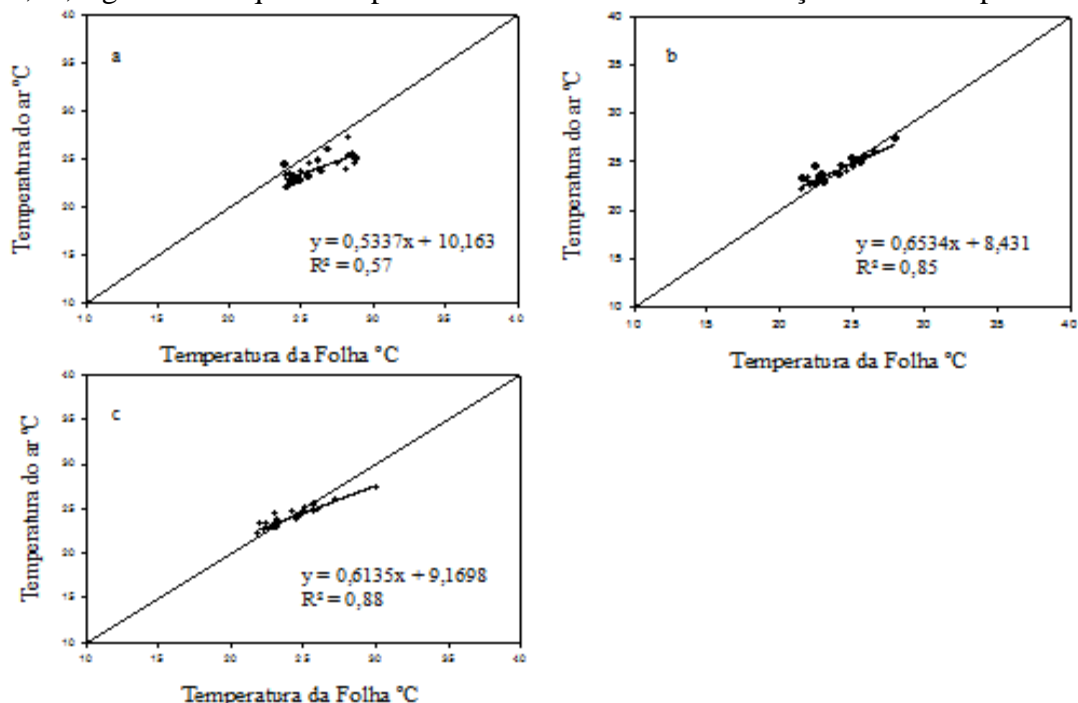


Figura 1 – Temperatura da folha ( $^{\circ}\text{C}$ ) em relação a temperatura do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ) em plantas de girassol submetidas aos tratamentos de déficit hídrico (a), tratamento controle (b) e tratamento excesso hídrico, durante 24 horas do dia 03 de março de 2015. Santa Maria, RS.

A maior taxa fotossintética e condutância estomática foram encontradas em plantas submetidas ao tratamento controle. A maior concentração intercelular de CO<sub>2</sub> foi encontrada no tratamento excesso hídrico. A transpiração foi menor em plantas sob déficit hídrico. A temperatura foliar foi mais alta no tratamento déficit hídrico quando comparada a temperatura do ar. Estas evidências ecofisiológicas e micrometeorológicas permitem embasar que as condições de estresse ou pela falta ou excesso hídrico impactam diretamente nos resultados do metabolismo fisiológico das plantas de girassol.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB, Companhia Nacional do Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira**, Brasília, junho 2015. Disponível em:  
[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15\\_06\\_11\\_09\\_00\\_38\\_boletim\\_graos\\_junho\\_2015.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_06_11_09_00_38_boletim_graos_junho_2015.pdf).

FREITAS, Cley A. S. de et al . Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 16,n. 10,p. 1031-1039, Out. 2012 .

HELDWEIN, A. B.; BURIOL, G. A.; STRECK, N. A. O Clima de Santa Maria. **Revista Ciência Ambiente**, v.38, p.43-58, 2009.

MALDANER, I.C. **Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica na cultura do girassol na Região Central do Rio Grande do Sul**. 2012. 141 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2012.

MEDINA, C.L.; MACHADO, E.C.; GOMES, M.M.A. Condutância estomática, transpiração e fotossíntese em laranjeira ‘Valência’ sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.11, p.29-34, 1999.

PAIVA, Auricleia S. et al . Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal , v. 25, n. 1, p. 161-169,Abr. 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER. *Plant Physiology*. California: The Benjamin/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, vol. VIII, n.1)