

Verónica Ergo<sup>1\*</sup>, Rodolfo Veas<sup>2</sup>, Ramiro Lascano<sup>1,2,3</sup>, Claudia Vega<sup>4</sup>, Javier Mattio<sup>5</sup>, Nicolás Somale<sup>5</sup>, Constanza Carrera<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Fisiología Vegetal, FCEyN-UNC, Córdoba; <sup>2</sup>IFRGV-CIAP-INTA, Córdoba; <sup>3</sup>CONICET; <sup>4</sup>EEA INTA Manfredi, Córdoba; <sup>5</sup>FA-UNVM, Villa María, Córdoba \*E-mail: [veronicaergo@gmail.com](mailto:veronicaergo@gmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Actualmente se discute si el estrés térmico (ET) o el estrés hídrico (EH) limitan la fotosíntesis en los cultivos debido al cierre de estomas, a cambios metabólicos o a la combinación de ambos factores (Chaitanya *et al.*, 2001; Haldimann y Feller, 2004; Mutava *et al.*, 2015). En particular, es menos conocido el efecto de la combinación de ET y EH sobre los procesos que participan en la fotosíntesis (Prasad *et al.*, 2008).

## OBJETIVO

Evaluar la variación temporal de la fotosíntesis y los procesos fisiológicos involucrados en soja sometidos a ET, EH y la combinación de ambos estreses (ET×EH) durante el llenado de granos (DLLG) en ensayos a campo.

## MATERIALES Y MÉTODOS



**Sitio experimental:** INTA Manfredi (31° 49' S, 63° 46' O).

**Campaña:** 2016-2017 **Genotipos:** ALIM 5.09 y JOCKETTA (grupo de madurez V, hábito de crecimiento indeterminado).

**Niveles térmicos:** i) sin estrés (temperatura ambiente) y ii) episodios de 6 h diarias con T > 32 °C a partir de R5.5 (según la escala de Fehr y Caviness (1977)) durante 15 d.

**Niveles hídricos:** i) sin estrés (próximo a capacidad de campo mediante riego por goteo) y ii) EH (20% de agua útil) a partir de R5.5 hasta madurez fisiológica.



**Determinaciones:** Una semana antes y a los 5, 8, 18 y 22 días del inicio de los estreses (R5.5) se determinó en hojas del estrato superior: fotosíntesis, conductancia estomática y temperatura de hoja (análizador portátil 400XT, Li-Cor); temperatura de canopeo (termómetro infrarrojo, Testo 845); contenido de clorofilas (SPAD CL-01, Hansatech Instruments); permeabilidad de membrana (conductímetro eléctrico individual, SAD 9000-S) y parámetros OJIP (Fluorómetro Pocket PEA, Hansatech Instruments).

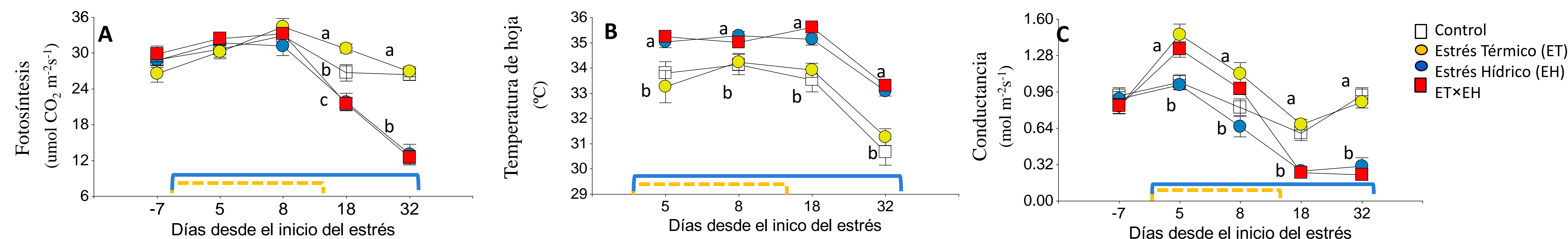
## RESULTADOS

**a)** El ET DLLG no modificó la fotosíntesis ni la temperatura de hoja con respecto al control (Fig. 1A,B y 2A)

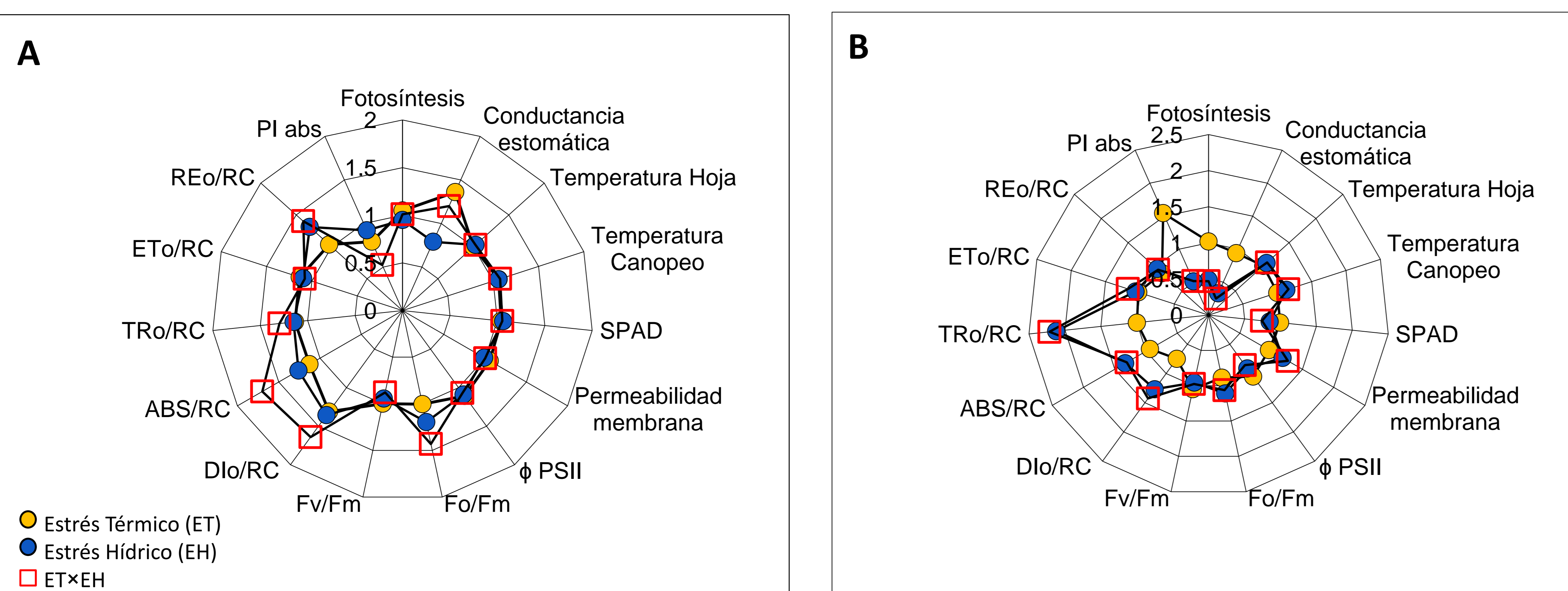
**b)** Durante el ET, aumentó la conductancia estomática (Fig. 1C y 2A) y se alteraron los parámetros OJIP (valores de fluorescencia que indican funcionamiento del fotosistema dos; Fig. 2A y 3). Finalizado el ET, en parcelas bajo riego, estas variables se recuperaron (Fig. 2B).

**c)** El EH, independientemente del ET, redujo fotosíntesis (52%), conductancia estomática (70%) e incrementó temperatura de hoja (8%) con respecto al control (Fig. 1 y 2).

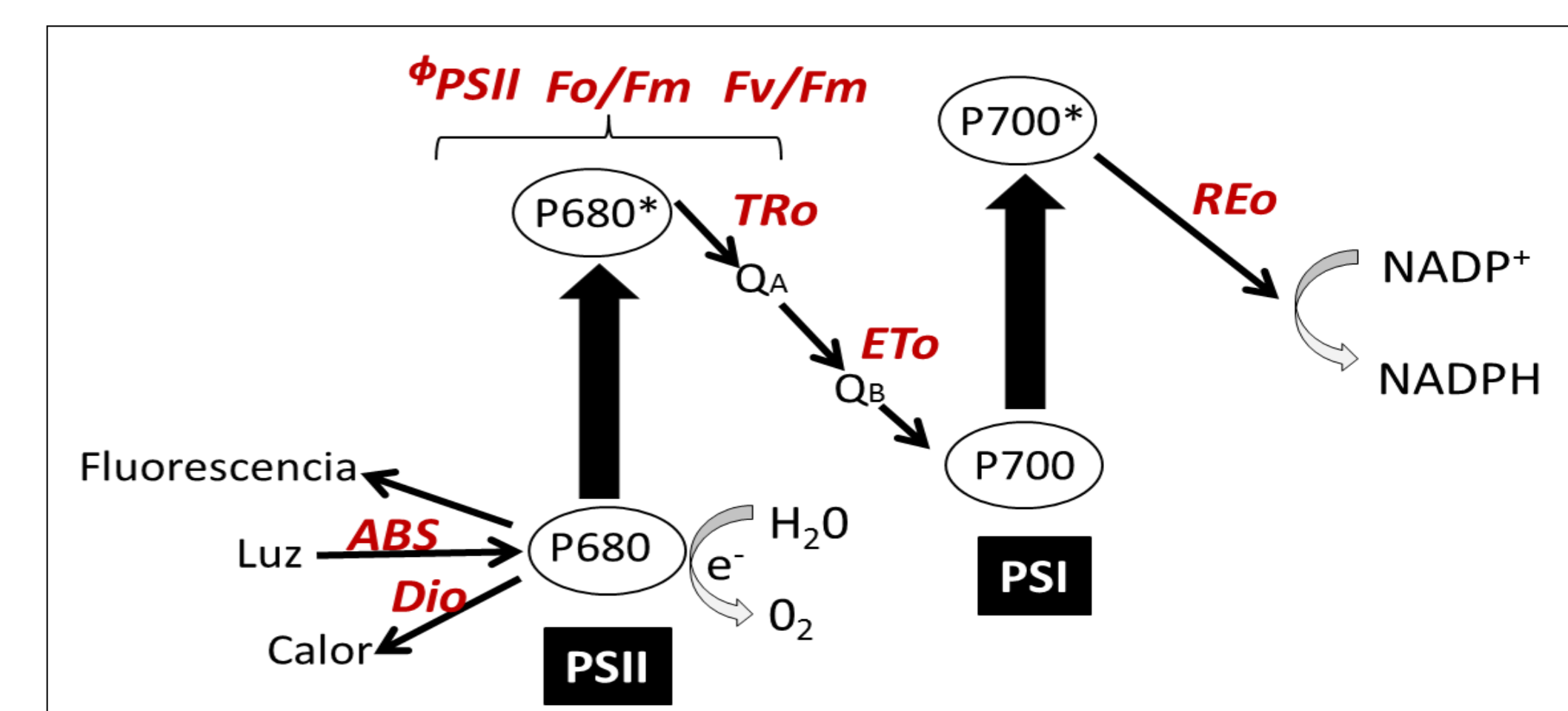
**d)** El EH, independientemente del ET, alteró irreversiblemente los parámetros OJIP, aumentó la permeabilidad de membrana y disminuyó el contenido de clorofilas foliar (valor SPAD) (Fig. 2)



**Fig. 1:** Progreso de la fotosíntesis (A), temperatura de hoja (B) y conductancia estomática (C) en soja bajo cuatro tratamientos de disponibilidad hídrica y condición térmica generadas a partir del comienzo del llenado de granos (R5.5). Líneas punteadas amarillas y continuas azules indican duración del estrés térmico e hídrico, respectivamente. Letras distintas indican diferencias significativas entre las medias de los tratamientos ( $P < 0.05$ ).



**Fig. 2:** Gráfico radar a los 8 (A) y 32 (B) días del inicio de los estreses, que muestran las diferencias entre los tratamientos en los parámetros involucrados en la fotosíntesis. La isolínea 1 corresponde al control. (Parámetros OJIP =  $\phi$ PSII: rendimiento cuántico del PSII; Fo/Fm: estabilidad del PSII; Fv/Fm: eficiencia cuántica del PSII; RC: centros de reacción; Dio/Rc: energía disipada por calor; ABS/Rc: flujo de absorción de energía; TRo/Rc: captura de electrones; ETo/Rc: transporte de electrones; REo/Rc: reducción final de electrones; Pi abs: índice de rendimiento fotosintético).



**Fig. 3:** Representación esquemática del transporte de electrones de la fase clara de la fotosíntesis donde se observan las etapas en las cuales se determinan cada uno de los parámetros OJIP:  $\phi$ PSII, Fo/Fm, Fv/Fm, Dio/Rc, ABS/Rc, TRo/Rc, ETo/Rc y REo/Rc (en rojo). PSII: fotosistema dos; PSI: fotosistema uno.

## CONCLUSIÓN

**El estrés hídrico durante el llenado de granos afectó negativamente la fotosíntesis a través, no sólo de factores estomáticos, sino también a través de alteraciones en el flujo de electrones.**

## BIBLIOGRAFÍA

Chaitanya, K. V., *et al.*, (2015). Current Biochemical Engineering, 2, 24-32.  
Fehr, W., Caviness, C., (1977). Special Report 80. Pp. 11.  
Haldimann, P., Feller, U., (2004). Plant, Cell and Environment, 27, 1169-1183.  
Mutava, R. N., *et al.*, (2015). Plant Physiology and Biochemistry, 86, 109-120.  
Prasad, P., *et al.*, (2008). Advances in Agricultural Systems Modeling Series 1, Pp. 301-135.

La realización de este trabajo fue posible a través de fondos provistos por INTA (Proyectos : PNCYO 1127042 y PNAGUA 133032 ), Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Córdoba (SECyT-UNC) y Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas ( CONICET).