



## Anegamientos breves durante el llenado de grano de girasol (*Helianthus annuus* L.): efectos sobre el rendimiento y sus componentes

Nora Trápani(1), Mónica López Pereira(2), Guillermo V. Indaco(1), Antonio J. Hall(1). (1) IFEVA, (2) Cátedra de Cultivos Industriales. Facultad de Agronomía, UBA.  
E-mail: trapani@ifeva.edu.ar

**PROBLEMA:** precipitaciones abundantes que producen anegamientos temporarios alrededor y/o después de floración ocasionan mermas en los rendimientos del girasol (Magrín et al., 1998; de la Vega y Chapman, 2000). Es frecuente atribuir dicha merma a la mayor incidencia de enfermedades o al estrés por radiación. Queda por averiguar si el anegamiento constituye además un estrés a nivel de procesos fisiológicos que determine, al menos en parte, la disminución del rendimiento.

**OBJETIVO:** determinar si existe un componente fisiológico en la respuesta del girasol al anegamiento y si ésta depende de la duración y del tipo de sustrato en el que se desarrolla el anegamiento.

### Materiales y Métodos

Experimentos durante tres campañas (98-99, 99-00, 02-03) en FAUBA. Diseño completamente al azar (n= 9). Híbrido Paraíso 20 (Nidera) cultivado en macetas de 30 litros, con control de drenaje, ordenadas simulando un cultivo de densidad 4,2 pl m<sup>-2</sup>. Condiciones hídricas y nutricionales no limitantes, salvo durante el anegamiento de las macetas. Control de la sanidad de las plantas.

### \*Tratamientos:

Anegamientos de 1, 2 (Exp. 1 y 2, Tratamientos A, B y C) y 7 días (Exp. 3, Tratamiento B), aplicados durante el período de llenado de granos según se esquematiza en la Figura 1.

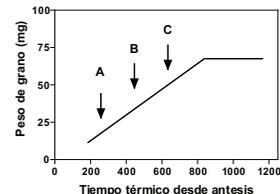
### Sustratos:

Exp. 1: 50% tierra negra, 25% turba, 25% arena.  
Exp. 2: 33% tierra negra, 33% turba, 33% arena.  
Exp. 3: Sustrato 1 (S1): 33% tierra negra, 33% turba, 33% arena;  
Sustrato 2 (S2): 55% tierra negra, 30% turba, 15% arena.

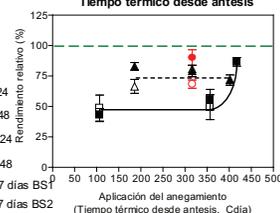
### \*Variables de respuesta medidas:

Área foliar por planta en antesis.  
Evolución de la senescencia foliar durante el llenado del grano.  
Rendimiento en grano por planta.  
Número de granos llenos por planta.  
Peso del grano.

**Figura 1:** Esquema de la evolución del peso de granos individuales de plantas no anegadas en función del tiempo térmico (°C día) desde antesis. Las flechas indican los inicios de los distintos tratamientos de anegamiento (A, B y C) durante el llenado de granos.



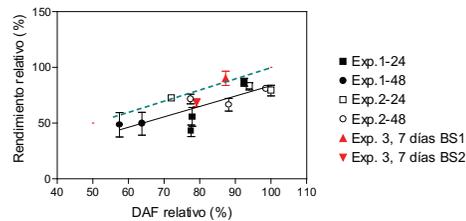
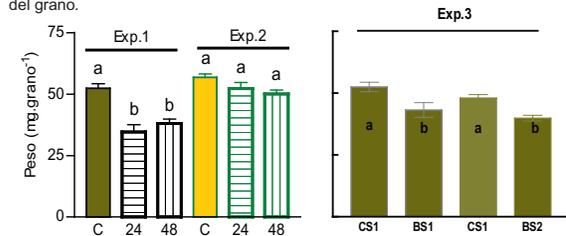
**Figura 2:** Reducción del rendimiento por efecto de anegamientos de distintas duraciones aplicados en distintos momentos (indicados en tiempo térmico, T<sub>b</sub> = -10°C) durante el llenado de granos de plantas de girasol. Las plantas no anegadas alcanzaron rendimientos promedio de 99,8±1,75 (Exp. 1); 92,9±3,03 (Exp. 2); 76,8±5,4 (Exp.3, BS1) y 72,5±4,62 (Exp. 3, BS2) g planta<sup>-1</sup>. Las reducciones del rendimiento respecto de los controles resultaron significativas (p<0,05) en todos los casos. Las barras sobre los símbolos indican ± error estándar de la media (n=7-9).



### Resultados

El rendimiento en grano disminuyó como consecuencia de los anegamientos. Las mermas en el rendimiento dependieron de la oportunidad en que se aplicaron los tratamientos en el Experimento 1 no así en los Experimentos 2 y 3 (Figura 2). Según el tipo de sustrato en el que se desarrollaron los anegamientos se obtuvieron diferentes respuestas del rendimiento, que dieron lugar, al menos en parte, a las diferencias halladas entre el Experimento 1 y 2 (Figura 2). En el Experimento 3 el anegamiento determinó mermas mayores del rendimiento en las plantas que crecieron bajo las mismas condiciones ambientales en el sustrato más arcilloso (Figura 2).

El estrés por anegamiento afectó diferencialmente el número de granos llenos (datos no presentados) y el peso unitario del grano (Figura 3). En los tratamientos A se afectaron ambos componentes en tanto que en los tratamientos B y C las mermas del rendimiento resultaron sólo de un menor peso unitario de los granos (Figura 3). En el Experimento 1 las tasas de crecimiento y la duración del llenado de granos de las plantas bajo estrés disminuyeron significativamente (p< 0.05 (Tabla 1). En los Experimentos 2 y 3, si bien no se detectaron diferencias significativas, la reducción del valor medio de ambas variables determinó el menor peso individual de los granos de las plantas anegadas. La merma en rendimiento en grano provocada por el anegamiento se asoció (p<0,05) con la reducción de la duración del área foliar post antesis (DAF) (Figura 4). Sin embargo, si se analizan los resultados de los experimentos 1 y 2 individualmente, la asociación entre ambas variables no resulta significativa. Además, en algunos de los tratamientos del Experimento 2 se registraron mermas del rendimiento aun con nulas o leves reducciones del DAF (Figura 4) poniéndose de manifiesto una reducción de la capacidad fotosintética de las hojas verdes remanentes. Tomados en conjunto estos resultados sugieren que el anegamiento actuaría por tres vías : i) mayor senescencia foliar (Experimentos 1 y 3); ii) disminuyendo la funcionalidad del aparato fotosintético (Experimento 2); iii) posibles efectos directos del estrés sobre el crecimiento del grano.



**Figura 3:** Peso individual de granos de plantas de girasol no anegadas (C) y anegadas durante 1 (24) ó 2 (48) días (Experimentos 1 y 2) y 7 días (Experimento 3) a mediados del llenado de granos (Tratamiento B) en diferentes sustratos (BS1 y BS2). Las líneas verticales sobre las barras indican ± error estándar de la media. Letras diferentes indican diferencias significativas (p<0,05) dentro de cada experimento.

**Figura 4:** Rendimiento en grano de las plantas anegadas en función de la duración del área foliar post antesis (DAF). Ambas variables se expresan en forma relativa a sus respectivos controles dentro de cada experimento y, del Experimento 3, respecto del control de cada sustrato (S, ver Materiales y Métodos). Las líneas sobre los símbolos indican ± error estándar de la media, n=7-9). Regresión: R<sup>2</sup> = 0,68; p< 0,01. La línea punteada indica la relación 1:1.

	Experimento 1		Experimento 2	
	Tasa	Duración	Tasa	Duración
Control	0,058 0,0001 a	1050 10 a	0,059 0,0005 a	942 29 a
A-24	0,043 0,0001 b	980 27 ac	0,064 0,0002 a	885 16 a
A-48	0,059 0,0015 a	788 20 b	0,061 0,0051 a	781 80 a
B-24	0,044 0,0018 b	924 37 c	0,059 0,0005 a	899 2 a
B-48	0,048 0,0007 b	953 14 ac	0,058 0,0012 a	788 31 a
C-24	0,052 0,0016 ab	1006 31 ac	0,057 0,0022 a	839 22 a
C-48			0,060 0,0270 a	806 41 a

	Experimento 3			
	Sustrato 1		Sustrato 2	
	Tasa	Duración	Tasa	Duración
Control	0,082 0,0098 a	614 35,5 a	0,069 0,0054 a	692 28,4 a
Anegado	0,075±0,0097 a	591±36,2 a	0,064±0,0055 a	596±20,9 a

Tabla 1. Tasa (mg,°C día<sup>-1</sup>) y duración del llenado de granos expresada en tiempo térmico (°C día, T<sub>b</sub> = -1), valores medios ± ES, para cada uno de los tratamientos de anegamiento. Letras distintas indican diferencias significativas (p<0,05; n=3) dentro de cada experimento.

### Conclusiones

∅ Existe un componente fisiológico importante en la respuesta del rendimiento de girasol al anegamiento. Esta respuesta depende del momento del período de llenado de grano en el que ocurre el anegamiento y del tipo de sustrato utilizado. En los sustratos más arcillosos los efectos del anegamiento tendieron a ser más severos.

∅ El estrés por anegamiento afectó las tasas y/o las duraciones del llenado de granos.

∅ El anegamiento determinó una reducción de la duración del área foliar en postantesis que pudo explicar en parte la merma en rendimiento. Sin embargo, no deben descartarse efectos sobre la funcionalidad del aparato fotosintético y efectos directos del estrés sobre el crecimiento del grano.

∅ Determinar la importancia relativa de estos mecanismos fisiológicos de respuesta al estrés por anegamiento constituirá un avance hacia la identificación de caracteres potencialmente útiles para su uso en el mejoramiento de la tolerancia a este estrés en girasol, mediante herramientas tradicionales y biotecnológicas.

### Bibliografía

de la Vega y Chapman, 2000. 15th International Sunflower Conference, Toulouse- Francia, pp: D - 112-116.  
Magrín, G.O.; Grondona, M.O.; Travasso, M.I.; Boullón D.R.; Rodríguez, G.R. y Messina, C.D. 1998. INTA, Instituto de Clima y Agua. Castelar, Pp. 16.