

CAMBIOS EN PARÁMETROS FISIOLÓGICOS, DE RENDIMIENTO Y DE CALIDAD DE ACEITE EN GIRASOL BAJO ESTRÉS SALINO

Costamagna Agustín Andrés^A, Buttner Maximiliano Nicolás^A, Trossero Rodrigo^A

^A Laboratorio de Investigaciones en Fisiología y Biología Molecular Vegetal (LIFIBVe), Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional del Litoral (UNL).

Área: Ingeniería
Sub-Área: Agronomía
Grupo: X

Palabras clave: girasol, salinidad, fisiología del estrés.

INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo de girasol bajo salinidad

El cultivo de girasol tiene una elevada relevancia a nivel local y mundial, debido a que en el mercado mundial de aceites ocupa el cuarto lugar en orden de importancia. (Céccoli y col., 2015). La producción comercial de girasol en la República Argentina comenzó en 1930. La Argentina es uno de los principales actores del mercado mundial de aceite y harinas proteicas derivados de dicho cultivo (Céccoli y col., 2015).

La salinización de los suelos es una causa importante de restricción en el uso productivo de las tierras (Sanderson y col., 1997) dado que reduce el crecimiento y la productividad en la mayoría de los cultivos (Flowers, 2004) imponiendo a las plantas limitaciones de dos tipos: hídricas (osmóticas) y desbalances iónicos (Greenway y Munns, 1980). El K⁺ juega un rol central en el ajuste osmótico para mantener la turgencia, y en el control de la apertura estomática de plantas bajo condiciones fisiológicas o estresantes (Maathuis y Amtmann, 1999).

El girasol ha avanzado en los últimos años hacia zonas marginales, incluyendo áreas salinizadas y existe interés explícito en incrementar su tolerancia al estrés abiótico (Chimenti y Hall 1993; Chimenti y Hall, 1994; Chimenti y col., 2002). En general, las respuestas a déficit hídrico han sido abordadas por muchos grupos de trabajo; por el contrario, es relativamente escasa la información acerca de cambios en parámetros fisiológicos y de rendimiento para estrés salino (Céccoli y col., 2015).

OBJETIVOS

General: Evaluar parámetros fisiológicos en híbridos de girasol sometidos a estrés salino y correlacionarlos con el rendimiento y los cambios en la calidad de aceite producidos por este estrés.

Específicos: 1-Determinar los efectos de un nivel predeterminado de salinidad sobre la concentración foliar de Na⁺ y K⁺ y su relación en girasol. 2-Determinar el

Proyecto: "Modelización de la arquitectura y el desarrollo en diferentes genotipos de soja para maximizar los rendimientos y el uso de la tierra.

Director del proyecto: Dr. (Ing. Agr.) Gabriel Céccoli

Director del becario/tesista: Dr. (Ing. Agr.) Gabriel Céccoli

rendimiento y sus componentes sometidos a salinidad. 3-Cuantificar cambios en el contenido y composición de aceite en híbridos contrastantes en inclusión foliar de sodio sometidos a salinidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones de cultivo: Dos experimentos se realizaron en el Campo Experimental “Juan Donnet” de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Litoral (Esperanza, Santa Fe) en cámaras de crecimiento de tipo “Walk in” bajo condiciones controladas de temperatura, fotoperíodo, radiación PAR y humedad.

Se utilizaron 18 híbridos comerciales en el primer experimento y luego se seleccionaron 4 con características contrastantes en inclusión foliar de Na^+ para estudios de rendimiento y calidad de aceite.

Concentración foliar de Na^+ y K^+ : La concentración de iones se determinó en el medio de suspensión utilizando un fotómetro de llamas marca Jenway PFP7 Flame PhotometerTM. Las determinaciones se realizaron en el Centro de Investigaciones Agropecuarias (CIAP, INTA, Córdoba).

Rendimiento en grano y sus componentes: Una vez que las plantas llegaron a madurez fisiológica, se determinó:

1-Número de granos por planta; 2-Peso de granos por planta y, 3-Peso promedio de cada grano por planta.

Contenido y calidad de aceite: La determinación del contenido de materia grasa de las semillas de girasol se realizó de acuerdo a la norma IRAM 5544 para semillas oleaginosas y subproductos.

El perfil de ácidos grasos (calidad de aceite) de las muestras de aceite de girasol extraído de las semillas se realizó de acuerdo a las normas IRAM 5652 e IRAM 5651 (determinación de ácidos grasos por cromatografía gaseosa de sus ésteres metílicos para aceites y grasas vegetales y animales), utilizando un cromatógrafo gaseoso PerkinElmer, modelo Calrus.

RESULTADOS

Concentración foliar de Na^+ y K^+

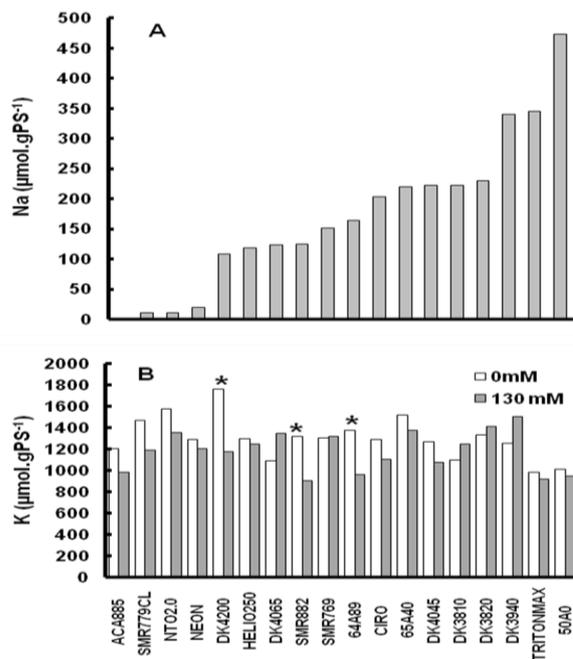
En el primer experimento se evaluaron las concentraciones de Na^+ y K^+ de 18 híbridos de girasol. En la figura 1 se representan las variaciones en la concentración de iones de estos 18 híbridos estudiados.

Hubo un gradiente de concentraciones y se detectaron híbridos con muy bajas concentraciones de Na^+ y otros híbridos que superaron los 350 μmol de Na^+ por gramo de peso seco de lámina (figura 1 A). Los híbridos que más acumularon Na^+ fueron: DK3940, TRITÓN MAX y 50 A0 (con 340, 83; 345,33 y 472,84 $\mu\text{mol/gPS}$, respectivamente). Por el contrario, se pudo verificar que ACA885 no acumuló Na^+ en hoja. SMR779CL, NTO2.0 y Neón acumularon solamente 10,53, 11,49 y 19,3 $\mu\text{mol/gPS}$ de sodio en láminas (figura 1.A).

La salinidad modificó las concentraciones de K^+ (figura 1.B) de diferente forma para los distintos híbridos estudiados.

Figura 1. A: Concentración foliar de Na^+ en 18 híbridos de girasol sometidos a 130 mM de NaCl en la solución del medio y B: concentración foliar de K^+ en los mismos híbridos bajo condiciones control y con

130 mM de NaCl añadido a la solución nutritiva de riego. Los asteriscos indican diferencias estadísticamente significativas con un nivel de significancia del 5 % (Test LSD de Fisher, ANAVA).



Rendimiento en grano y sus componentes

La salinidad redujo en forma significativa el número de granos por planta en los cuatro híbridos estudiados (Tabla 1), tal como se observa en ensayos realizados por Francois (1996) y Di Caterina y *col.* (2007). El híbrido TRITÓN MAX fue el que mayores reducciones presentó en los componentes evaluados y SRM 779 CL fue el menos afectado por dicho estrés. Comparando los tres parámetros analizados en la Tabla 1, la salinidad afectó en mayor medida el peso de los granos por planta.

Tabla 1. Efecto de la salinidad (130 mM NaCl) sobre el número y peso de granos por planta, y peso promedio de grano en cuatro híbridos de girasol que contrastan en inclusión foliar de Na⁺. Letras distintas en una fila indican diferencias estadísticamente significativas (ANAVA, test LSD de Fisher. P<0,05. DMS n° granos/planta = 315,99; DMS peso granos/planta = 17,78; DMS peso promedio grano = 0,00903).

	SRM 779 CL		ACA 885		TRITÓN MAX		SRM 769	
	Control	Salino	Control	Salino	Control	Salino	Control	Salino
N° granos/planta	1576,5 bc	888,25 a	1402,75 b	742,5 a	1841 c	751.5 a	1401 b	618.5 a
% disminución		-43,65		-47,07		-59.18		-55.85
Peso promedio grano (mg)	35,0 a	20,9 b	43,0 a	25,9 b	36,0 a	13,0 b	39,0 a	21,6 b
% disminución		-40,15		-39,85		-55.49		-44.58
Peso granos/planta (Rto, g)	55,82 a	18,76 b	60,73 a	19,49 b	65.58 a	11.64 b	55.83 a	13.26 b
% disminución		-66,40		-67,92		-82.25		-76.25

Contenido y calidad de aceite

La salinidad disminuyó el contenido porcentual de aceite en todos los genotipos (tabla 2), pero de manera más acentuada en los genotipos incluyentes foliares de Na⁺. El contenido de ácido palmítico no varió por salinidad (tabla 2). El porcentaje de ácido esteárico aumentó por efecto de la salinidad, siendo este aumento más acentuado en los genotipos incluyentes foliares de Na⁺.

Tabla 2. Efecto de la salinidad (130 mM NaCl) sobre el porcentaje de aceite y calidad de aceite de semillas en cuatro híbridos de girasol que contrastan en inclusión foliar de Na⁺ y en el nivel de daño de membranas. Letras distintas en

una fila indican diferencias estadísticamente significativas (ANAVA, test LSD de Fisher. $P < 0,05$. Los recuadros en color verde indican diferencias significativas para esa variable y ese genotipo (en híbridos incluyentes). Los recuadros en rojo indican diferencias significativas para un parámetro determinado en los híbridos incluyentes.

	SRM 779 CL		ACA 885		TRITÓN MAX		SRM 769	
	Control	Salino	Control	Salino	Control	Salino	Control	Salino
% aceite	38,66 c	20,6 a	35,78 c	36,91 c	39,3 c	16,43 a	40,75 c	29,39 b
% cambio	-47		+3		-58		-28	
Ácido palmítico (16:0)	6,12abc	5,04 a	6,32 abc	6,94 bc	5,28 ab	6,61 abc	5,61 ab	6,12 abc
% cambio	-17		+10		+25		+9	
Ácido esteárico (18:0)	2,44 a	3,05 a	1,82 a	2,12 a	3,09 a	5,37 b	2,07 a	2,54 a
% cambio	+25		+16		+74		+22	
Ac. Oleico (18:1)	50,81 d	27,34 a	40,22 bc	34,28 ab	47,62 cd	31,44 ab	43,7 cd	27,71 a
% cambio	-46		-15		-34		-37	
Ac. Linoleico (18:2)	38,22 a	47,52 abc	48,55 bc	53,39 cd	40,69 ab	49,4 bcd	43,32 ab	58,49 d
% cambio	+24		+10		+21		+35	
Ac. Linolénico (18:3)	0,26 a	1,75 a	0,16 a	0,05 a	0,06 a	0,08 a	0,05 a	0,08 a
% cambio	+573		-70		+33		+60	
Relación 18:1/18:2	1,33 e	0,59 ab	0,83 bc	0,65 ab	1,17 de	0,65 ab	1,01 cd	0,48 a
% cambio	-56		-22		-45		-52	

CONCLUSIONES

1. Se pudieron detectar genotipos de girasol que excluyeron sodio de sus láminas foliares.
2. En general, la salinidad disminuyó la concentración de K^+ .
3. Hubo una disminución en el rendimiento en grano, siendo más afectados los genotipos incluyentes. El contenido de aceite también disminuyó más marcadamente en los genotipos incluyentes foliares de sodio.

BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

- Céccoli G., Bustos D., Ortega L.I., Senn M.E., Vegetti A.C., Taleisnik E.L. 2015. Plasticity in sunflower leaf and cell growth under high salinity. *Plant Biology*, 17, 41-51.
- Chimenti C.A., Hall A.J. 1993. Genetic variation and changes with ontogeny of osmotic adjustment in sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Euphytica*, 71, 201-210.
- Chimenti C.A., Hall A.J. 1994. Responses to water stress of apoplastic water fraction and bulk modulus of elasticity in sunflower (*Helianthus annuus* L.) genotypes of contrasting capacity for osmotic adjustment. *Plant Soil*, 166, 101-107.
- Chimenti C.A., Pearson J., Hall A.J. 2002. Osmotic adjustment and yield maintenance under drought in sunflower. *Field Crops Res.*, 75, 235-246.
- Flowers T.J. 2004. Improving crop salt tolerance. *J. Exp. Bot.* 55: 307-319.
- Greenway H., Munns R. 1980. Mechanisms of salt tolerance in non halophytes. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 31: 149-190.
- Maathuis F.J.M., Amtmann A. 1999. K^+ nutrition and Na^+ toxicity: the basis of cellular K^+/Na^+ ratios. *Ann. Bot. (Lond.)*, 84, 123-133.
- Sanderson M., Stair D., Hussey M. 1997. Physiological and morphological responses of perennial forages to stress. *Adv. Agron.* 59: 171-224.