

Influencia del boro y del ácido giberélico sobre la transformación de lípidos en glúcidos durante la germinación de semillas de girasol

F. Jiménez, J. P. Donaire y A. Aguilar

Estación Experimental del Zaidín. C.S.I.C.
Granada (España)

(Recibido el 24 de octubre de 1977)

F. JIMENEZ, J. P. DONAIRE and A. AGUILAR. *Influence of B and Giberellic Acid on the Transformation of Lipids in Glucids During the Germination of Sunflower Seeds*. Rev. esp. Fisiol., 34, 269-272. 1978.

The transformation of total lipids in carbohydrates and the evolution of the fatty acids, constituents of these lipids, during the germination of sunflower seeds, soaked previously in B and giberellic acid solutions, was studied. An inverse relationship between the total content in fatty acids and sugars of the blank (H₂O) and AG₃ treatments was found. However, in the whole germinative process, the B and B + AG₃ treatments changed strongly the carbohydrates metabolism and no significant differences of those constituents was observed.

The content in fatty acids in the two last treatments showed a great stability and the percentage of these components remained fixed in all the treatments.

En trabajos precedentes se ha podido comprobar el efecto inhibitor del boro en el proceso de germinación de semillas de girasol (3, 4). Por otra parte, existe una abundante bibliografía sobre la acción estimulante, en el mismo proceso, de las giberelinas, componentes habituales de las semillas y que, en el proceso de la germinación, pasan a forma libre controlándola endógenamente (6).

En el curso de la germinación de ciertas semillas oleaginosas tiene lugar la formación de azúcares a partir de sus reservas lipídicas (5, 9), transformación en la cual juega un importante papel la regulación de los mecanismos de degradación de los

ácidos grasos, como constituyentes principales de los lípidos de reserva.

De acuerdo con estos antecedentes hemos estudiado la influencia que el boro (inhibidor) y el ácido giberélico, AG₃ (estimulante), ejercen sobre el proceso de germinación de semillas oleaginosas (girasol) al controlar la transformación de lípidos en azúcares.

Material y métodos

Lotes de 30 semillas de girasol (*Helianthus annuus* L. var. *Smenna*) se sometieron a imbibición, por triplicado, durante 5 horas, a temperatura ambiente, en las

soluciones que se indican a continuación, manteniendo una relación semillas:solución de 1:1, esto es, 30 semillas en 30 ml de la respectiva solución.

Soluciones aplicadas: BO_3H_3 (2.000 ppm), AG_3 (1.000 ppm), 1:1 y agua, como tratamiento testigo.

Terminado el proceso de imbibición, los lotes de semillas se pasaron a una germinadora. Cada 24 horas, durante 7 días, se fue sacando de la germinadora un lote (por triplicado) de cada uno de los tratamientos antes indicados.

Las determinaciones analíticas se llevaron a cabo según las siguientes técnicas: extracción de lípidos totales según el método de BLIGH y DYER (1). Los homogeneizados obtenidos se centrifugaron a 5.000 rpm (10 min.), separándose dos fases; en la superior se determinaron los azúcares totales (8) y, en la inferior, los ácidos grasos de lípidos totales. Esta última determinación requiere la saponificación y posterior metilación de los lípidos, en presencia de F_3B disuelto en metanol (7).

La separación de los ésteres metílicos se llevó a cabo por cromatografía en fase gaseosa, a 178°C , en un sistema de fase estacionaria etilen-glicol-succinato al 20 % sobre Kielselguhr, 60-100 mesh, longitud de la columna, 2 m. Fue utilizado un cromatógrafo de gases Perkin-Elmer, modelo F-7 y metilheptadecanoato como patrón interno.

Resultados y discusión

El análisis cromatográfico de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de lípidos totales de la semilla madura de girasol revela la presencia de cuatro ácidos grasos principales: palmítico ($\text{C}_{16:1}$), esteárico ($\text{C}_{18:0}$), oleico ($\text{C}_{18:1}$) y linoleico ($\text{C}_{18:2}$), representando el linoleico más del 50 % del total de ácidos grasos. La suma de ácidos grasos insaturados llega a alcanzar el 90 % del total.

En la figura 1 se encuentran representadas las variaciones de la masa total de ácidos grasos y del contenido en azúcares durante los 7 días que dura el proceso de germinación de las semillas, en los diferentes tratamientos.

En el tratamiento con H_2O (testigo) el descenso de la masa de ácidos grasos totales coincide con el incremento gradual de los glúcidos, hecho que ocurre a partir de las primeras 24 horas de comenzado el proceso de germinación. En la represen-

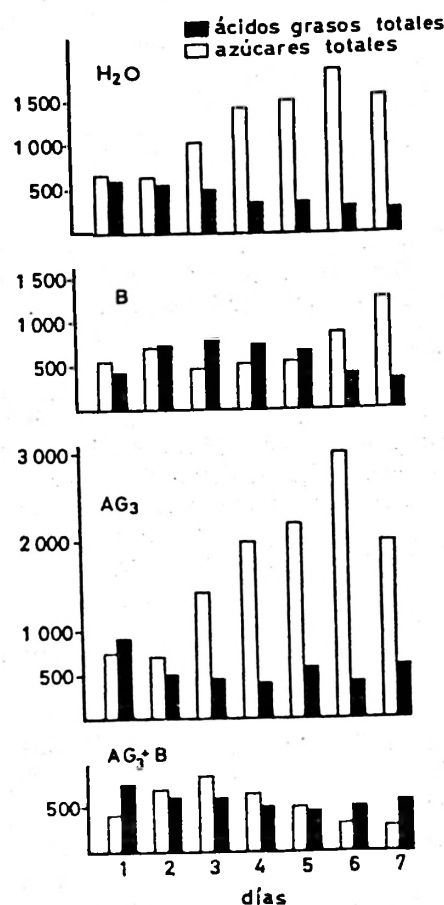


Fig. 1. Variaciones experimentadas, a lo largo de 7 días, por la masa total de ácidos grasos y el contenido en azúcares, en semillas de girasol pretratadas con agua, boro, ácido giberélico y ácido giberélico más boro. Los resultados están expresados en mg/100 semillas. Cada resultado es el valor medio de tres determinaciones.

Tabla I. *Ácidos grasos de lípidos totales de semillas de girasol en germinación, pretratadas con agua (tratamiento testigo), expresados en mg/100 semillas.*

Entre paréntesis figuran los contenidos porcentuales correspondientes. Cada resultado es el valor medio de 3 repeticiones.

Días	C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}
1	38,3 (6,6)	24,6 (4,2)	206,7 (34,3)	331,3 (35,0)
2	37,1 (6,5)	20,6 (3,6)	200,0 (35,2)	311,9 (54,7)
3	35,8 (6,8)	19,8 (3,8)	183,4 (34,5)	292,8 (54,9)
4	22,4 (6,1)	17,1 (3,6)	123,2 (34,6)	197,0 (54,9)
5	30,7 (7,5)	15,2 (3,2)	149,7 (35,2)	227,0 (54,1)
6	22,9 (6,8)	13,4 (3,2)	123,9 (35,8)	177,8 (54,1)
7	15,6 (7,8)	9,7 (3,6)	107,4 (34,6)	156,2 (54,0)

tación correspondiente al tratamiento con boro, los ácidos grasos aumentan hasta el tercer día, descendiendo a continuación. Se entiende que el boro ha retrasado el comienzo del proceso de germinación. A partir del 4.º día, el mecanismo de germinación se impone al efecto inhibitor del boro y la degradación de los ácidos grasos comienza.

Por lo que respecta a la acción del ácido giberélico, se pone de manifiesto que la degradación de los ácidos grasos comienza inmediatamente. A partir del 6.º día se incrementa el contenido en ácidos, que coincide con un descenso en la tasa de glúcidos. En ese momento aparecen en la plántula las primeras hojas y se estima que, prácticamente concluida la germinación, empiezan a tener lugar procesos bioquímicos muy complejos a nivel de raíz y parte aérea que podrían justificar tal cambio.

En el último tratamiento (AG₃ + boro), los efectos de sinergismo y antagonismo entre el microelemento y la fitohormona afectan el desarrollo inicial de las plántulas. La aparición de las radículas y los cotiledones se retrasa en relación a los restantes tratamientos y todo ello podría justificar las anomalías en la transformación de lípidos en azúcares que se observan en la figura.

Por otra parte, en los dos tratamientos en que interviene el boro se observan bajos niveles de azúcares. Parece evidente que este elemento altera el metabolismo glucídico de las semillas en germinación.

En la tabla I, correspondiente al tratamiento testigo, se muestran las variaciones de las masas de los diferentes ácidos grasos analizados, así como los contenidos porcentuales correspondientes, a lo largo de todo el proceso germinativo. Los mismos parámetros correspondientes a los demás tratamientos muestran que los cuatro constituyentes ácidos, en todos los tratamientos, experimentan individualmente las mismas variaciones que su masa total (tabla II).

En este sentido, los estudios sobre el metabolismo lipídico llevados a cabo por HARWOOD (2) con semillas de soja, demuestran que los ácidos grasos de los triglicéridos constituyen las moléculas lipídicas principalmente metabolizadas durante la germinación. Por el contrario, los ácidos grasos de fosfolípidos aumentan ligeramente al principio del proceso germinativo para acentuarse este aumento posteriormente, hecho que define a estas moléculas como un grupo lipídico con actividad metabólica distinta a la de los triglicéridos, a lo largo de todo el proceso germinativo.

De aquí, por lógico paralelismo, no parece aventurado sugerir que el descenso en el contenido de ácidos grasos totales observado en el caso de las semillas de girasol, sea consecuencia de una fuerte disminución en el contenido de triglicéridos.

Tabla II. *Ácidos grasos de lípidos totales de semillas de girasol en germinación, pretratadas con boro, AG₃ y AG₃ + boro, expresados en mg/100 semillas.*

Entre paréntesis figuran los contenidos porcentuales correspondientes. Los resultados son media de tres repeticiones.

Días	C _{16:0}			C _{18:0}			C _{18:1}			C _{18:2}		
	B	AG ₃	AG ₃ +B	B	AG ₃	AG ₃ +B	B	AG ₃	AG ₃ +B	B	AG ₃	AG ₃ +B
1	49,2 (6,7)	63,8 (6,8)	57,4 (7,0)	27,3 (3,6)	31,8 (3,4)	27,3 (3,4)	239,9 (36,9)	354,3 (30,3)	266,6 (36,7)	375,6 (52,8)	460,4 (59,5)	437,6 (52,8)
2	42,5 (5,8)	31,3 (6,3)	60,6 (7,3)	28,3 (3,8)	17,8 (3,4)	15,7 (2,1)	255,1 (34,3)	182,0 (32,2)	288,9 (34,1)	397,0 (55,9)	277,4 (57,8)	439,8 (56,2)
3	52,2 (6,8)	39,7 (7,1)	42,8 (7,2)	25,1 (2,9)	9,3 (1,7)	15,0 (2,6)	255,1 (29,0)	170,8 (34,6)	179,8 (32,5)	405,0 (61,2)	267,1 (51,5)	285,6 (57,6)
4	47,4 (6,2)	38,9 (7,4)	32,8 (6,6)	26,0 (3,6)	11,5 (3,2)	12,6 (2,8)	263,6 (34,1)	140,7 (35,1)	174,7 (35,3)	417,8 (56,1)	223,7 (54,4)	279,0 (55,3)
5	42,3 (6,5)	38,0 (7,8)	30,4 (6,7)	26,6 (3,6)	20,2 (3,5)	14,9 (3,5)	248,9 (34,8)	208,9 (32,5)	157,2 (37,1)	370,7 (55,0)	313,9 (56,1)	253,0 (52,7)
6	29,0 (6,7)	28,0 (6,9)	33,7 (6,4)	11,8 (3,0)	14,2 (3,5)	17,1 (3,3)	150,7 (33,2)	144,2 (35,2)	191,9 (38,6)	219,0 (57,1)	222,5 (54,3)	278,7 (51,6)
7	22,4 (7,0)	45,0 (7,5)	36,3 (6,2)	9,2 (2,9)	20,3 (3,4)	16,3 (2,7)	109,2 (31,9)	204,6 (34,0)	202,0 (35,7)	174,8 (58,1)	332,3 (54,4)	318,1 (55,4)

Resumen

Se estudia la transformación de lípidos totales en azúcares y la evolución de los ácidos grasos, constituyentes de estos lípidos, durante la germinación de semillas de girasol sometidas previamente a imbibición en soluciones de boro y ácido giberélico.

Existe una relación inversa entre el contenido total de ácidos grasos y azúcares de la semilla, para los tratamientos testigo y ácido giberélico. Sin embargo, los tratamientos con boro y con boro más ácido giberélico alteran fuertemente el metabolismo glucídico, no observándose diferencias importantes en estos constituyentes entre el comienzo y el final del proceso germinativo. Estos dos últimos tratamientos muestran, asimismo, un efecto estabilizador sobre el contenido neto en ácidos grasos.

En todos los tratamientos efectuados existe una estabilidad en los porcentajes relativos de ácidos grasos.

Bibliografía

1. BLIGH, E. G. y DYER, W. S.: *Canad. J. Biochem. Biophys.*, **37**, 911-917, 1959.
2. HARWOOD, J. L.: *Phytochem.*, **14**, 1985-1990, 1975.
3. JIMÉNEZ, F.: Tesina de Licenciatura. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada, 1974.
4. JIMÉNEZ, F.: Tesis Doctoral. Facultad de Ciencias. Universidad de Granada, 1977.
5. KRIEDMAN, P. y BEEVERS, H.: *Plant Physiol.*, **42**, 161-173, 1967.
6. LANG, A.: *Ann. Rev. Plant. Phys.*, **21**, 537-570, 1970.
7. LECHEVALLIER, D.: *Nature*, **210**, 372-375, 1966.
8. MOKRAAK, L. C.: *J. Biol. Chem.*, **208**, 55-59, 1964.
9. YAMADA, M. y STUMPF, P. E.: *Plant Physiol.*, **40**, 653-658, 1965.