

# Influencia de algunas sales potásicas en la germinación

por

CARLOS BAS

## INTRODUCCION

Los estudios que sobre el efecto de diversas sales del ácido  $\alpha$ -naftil-acético en la germinación de leguminosas y gramíneas se han venido realizando, nos han inducido a estudiar el comportamiento de semillas de *Pisum sativum* frente a diversas soluciones de sales potásicas cuyos aniones o cationes asociados puedan tener interés en la vida vegetal. Gracias al decidido apoyo de don Carlos FAUST, en cuyo jardín se han verificado los ensayos, hemos podido llevar éstos a la práctica con la máxima comodidad.

## MATERIAL Y METODO

Como material de experimentación se han empleado semillas de *Pisum sativum* de las variedades tardías y de pequeño desarrollo. Se han utilizado las siguientes sales:  $(\text{COO})_2\text{K}_2$ ,  $\text{IO}_3\text{K}$ ,  $\text{IK}$ ,  $(\text{SO}_4)_2\text{AlK}$  y  $\text{MnO}_4\text{K}$ , de cada una de las cuales se prepararon las concentraciones siguientes: N, N/2, N/10, N/50 y N/100; el  $\text{IO}_3\text{K}$  se empleó en concentraciones mitad respecto a las anteriores. Posteriormente y en un segundo ensayo se han utilizado las dos últimas de las sales anteriormente citadas a concentraciones N/10, N/50, N/100, N/500, N/1000, a fin de comprobar en una mayor extensión los resultados favorables obtenidos en la prueba anterior.

Una vez preparadas las soluciones, se sumergieron las semillas, previa eliminación de las defectuosas, durante 24 horas, colocándose en la oscuridad. Junto a estos lotes se ha utilizado un lote testigo sumergiendo las semillas en agua destilada. Transcurridas las 24 horas las semillas

fueron plantadas en macetas de tierra previamente cribada y muy rica en humus, cubriéndose con una capa de tierra de unos 1'5 cm. en el primer ensayo y de 4 cm. en el segundo, por parecernos que quizás ciertas deformaciones y anomalías de la raíz principal eran debidas al poco espesor de tierra que cubría las semillas. Las siembras fueron hechas a primeros de agosto y septiembre respectivamente, habiéndose realizado siempre en los lugares más frescos del jardín, suministrándoles los riegos oportunos.

### INFLUENCIA SOBRE LA GERMINACION

Los datos anotados en la Tabla I nos suministran una visión de principio sobre los resultados obtenidos. Ya desde este momento podemos considerar dos grupos en las sales de experimentación empleadas: unas cuyos resultados indican un efecto favorable sobre algunos aspectos de la germinación y otras cuyos resultados son inferiores al lote testigo. En el primer grupo tenemos el permanganato potásico y el sulfato aluminico-potásico: la acción favorable del manganeso está en perfecta consonancia con los resultados obtenidos por NAUNDORFF-OLIVER (1949) con la sal manganosa del ácido  $\alpha$ -naftil-acético.

TABLA I

*Influencia de las sales estudiadas sobre la energía y poder germinativo. Se expresa el número de semillas germinadas en cada uno de los días.*

Sal utilizada	C	Semillas germinadas						T. %
		Días 7	8	9	10	11	12	
(COO) <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	N/100	1	2					30
»	N/50		2					20
(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> AlK	N/100		6	1			1	77·5
»	N/50	1	3	1	3	2		85
»	N/10		1	1	1	3		72·5
»	N		2	1				30
IO <sub>3</sub> K	N/200		X 21	1	2			60
»	N/100				1			10
IK	N/100		4	3	1	1		90
MnO <sub>4</sub> K	N/100		8	1	1			75
»	N/50		7	1	1			85
»	N/10		7	2				75
»	N/2		2	2	1			45
Testigo			2		4	2	4	80

A diferencia de los resultados obtenidos por los autores antes citados, los cuales no acusan aumento del poder germinativo, nosotros encontramos un ligero aumento que quizás sea debido, como les ocurre a ellos, para las semillas de trigo, a tratarse de semillas con poder germinativo

bajo, aunque los resultados señalados, 80 % de semillas germinadas, en el lote testigo no parecen indicarlo. Por lo que hace referencia a la energía germinativa, los resultados han sido bastante satisfactorios, pues aunque en general no se logró acortar de una manera notable, y aun de una forma irregular, el tiempo de germinación, sí en cambio se logró disminuir bastante el tiempo de nacimiento de las semillas, que en las tratadas por permanganato N/100 y N/50 quedó reducido a dos días en vez de 5 que emplearon los testigos, habiendo germinado en el segundo la casi totalidad de las semillas sembradas. En resumen se aprecia el efecto favorable que, tanto sobre el poder germinativo, como sobre la energía germinativa, ejercen en primer lugar las soluciones N/100, N/50 y N/10 de permanganato potásico y en segundo lugar la influencia menor, aunque también positiva, de las soluciones N/100 y N/50 del sulfato aluminico-potásico.

INFLUENCIA SOBRE LA FORMACION DE RAICES LATERALES Y SOBRE LA LONGITUD DE LA RAIZ PRINCIPAL

Teniendo en cuenta que nuestras experiencias tenían por objetivo dilucidar la influencia de las sales empleadas sobre la germinación, resulta sumamente interesante estudiar su efecto para un adecuado enraizamiento de las nuevas plántulas. Para ello las plantitas fueron arrancadas a los 10-12 días de la siembra, procediéndose a medir la longitud de la raíz principal y el número de raíces secundarias, así como su longitud total en multitud de ejemplares. Con estos tres datos hemos procurado encontrar una relación que nos diera una visión lo más perfecta posible del estado de enraizamiento. A este fin hemos empleado el mismo índice que utilizó NAUNDORF en su trabajo de enraizamiento de esquejes empleando sustancias de crecimiento, si bien en nuestro caso se ha establecido una graduación teniendo en cuenta los tres caracteres antes citados a fin de lograr un mejor encasillado de los distintos ejemplares estudiados.

$$\text{Índice de enraizamiento} = i = \frac{0 a + 1 b + 2 c + 3 d}{a + b + c + d}$$

	Long. raíz principal	N.º raíces secundarias	Long. secundarias
a :	0	0	0
b :	0 — 50	0 — 100	0 — 10
c :	50 — 90	100 — 250	10 — 20
d :	90 —	250 —	20 —

Los resultados obtenidos son un poco heterogéneos, principalmente porque, de las pruebas efectuadas, una de ellas presentó en conjunto una germinación muy deficiente. A pesar de este inconveniente, los resultados expresados en la Tabla n.º II nos revelan de una manera clara el efecto altamente beneficioso de las sales estudiadas en las concentraciones N/100 para el permanganato y N/50 para el sulfato aluminico potásico.

TABLA II

*Enraizamiento de semillas de Pisum sativum tratadas por permanganato y sulfato aluminico potásico.*

Sal utilizada	C	a	b	c	d	Indice
(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> AlK	N/1000	4	4	9	1	1'25
»	N/500	3	9	4	4	1'15
»	N/100	2	1	3	4	2'1
»	N/50	0	0	2	8	2'8
»	N/10	2	3	3	1	1'2
MnO <sub>4</sub> K	N/1000	9	6	4	1	0'85
»	N/500	12	5	1	1	0'5
»	N/100	1	0	1	8	2'6
»	N/50	5	1	2	4	1'4
»	N/10	4	0	6	2	1'5
Testigo		5	2	5	0	0'8

Estos resultados están de acuerdo con los señalados en las gráficas de las figs. 1 y 2, en las que queda bien patente la influencia del permanganato sobre la formación de las raíces laterales. La acción del sulfato aluminico-potásico es menos clara, pues, si bien nos presenta un máximo en N/100, no obstante éste es superado en N/1000, donde también se presenta un ligero aumento para el permanganato. En conjunto la curva del sulfato aluminico-potásico es muy regular. Un paralelismo mucho más claro presentan las curvas referentes a la longitud de la raíz principal; en ellas el valor en N/100 señala el máximo para ambas sales. Por lo demás, las gráficas se hallan casi superpuestas. Es característico que, al igual que en la figura 1, presentan ambas curvas un ligero aumento en N/1000 para ambas soluciones; a pesar de ello los índices son bajos. Esto quizás pueda explicarse por la formación de gran número de raíces laterales de cortas dimensiones.

Los resultados son en conjunto beneficiosos por cuanto en el lote testigo el número de raíces laterales es de 9'4 y la longitud media de la raíz principal de 60 mm. siendo el índice de enraizamiento de 0'87, resultados ampliamente superados.

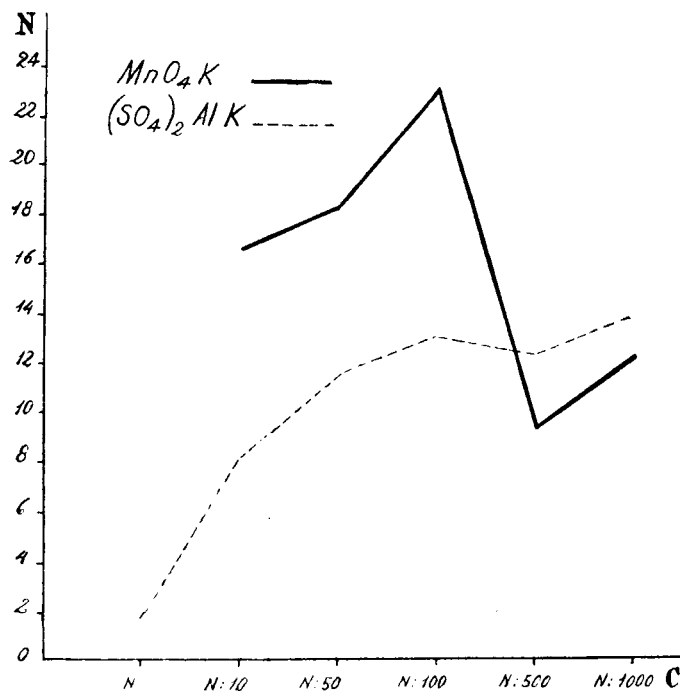


FIG. 1.—Influencia de diversas concentraciones del sulfato aluminico potásico y del permanganato potásico en la formación de raíces laterales. En abscisas, se expresan las concentraciones y en ordenadas, el número de raíces laterales.

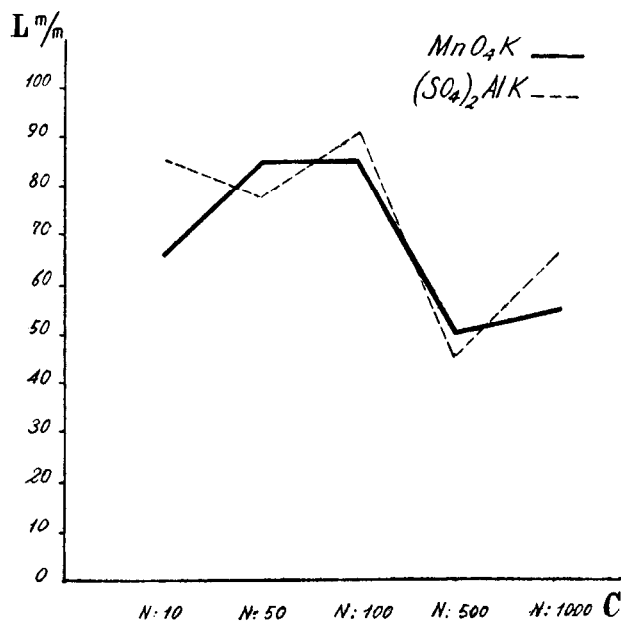


FIG. 2.—Influencia de diversas concentraciones del sulfato aluminico potásico y del permanganato potásico sobre la longitud de la raíz principal. En abscisas, se expresan concentraciones y en ordenadas, las longitudes en milímetros.

## EFECTOS SOBRE EL DESARROLLO

A pesar de los índices anteriormente expuestos, es preciso todavía estudiar un factor que influye grandemente en los estados iniciales de la vida vegetal: se trata de la relación entre la parte aérea y el aparato subterráneo. Es indudable que una desproporcionalidad de cualquiera de estas partes influirá desfavorablemente en el desarrollo vegetal. Para ello hemos escogido tres índices alométricos que nos darán idea exacta de este desarrollo. Las normas están tomadas de un trabajo de F. CHODAT sobre la raíz de *Daucus carota*. Los resultados se exponen en la Tabla n.º III.

Del examen de los pesos absolutos encontrados inferimos (lo cual está de acuerdo con lo observado en el capítulo anterior) un efecto beneficioso para el desarrollo de la raíz en total. Claro está que aquí una curva de pesos sería paralela a la del número de raíces laterales y nos mostraría el mismo carácter ascendente para el sulfato amónico-potásico y la influencia destacada del permanganato N/100. Los máximos de los pesos foliares los encontramos a concentraciones inferiores.

Comparando los resultados obtenidos con el testigo observamos que la influencia es manifiesta —especialmente en la parte aérea—, pues se obtiene un incremento del doble y doble y medio respectivamente.

TABLA III

*Influencia de diversas sales sobre el desarrollo de la parte aérea y subterránea de Pisum sativum en sus aspectos absoluto y relativo.*

Sal utilizada	C	P. raíz mg.	P. hoja mg.	P. total mg.	R/T	H/T	R/H
(SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> AlK	N/10	171	270'7	441'7	0'38	0'61	0'63
»	N/50	281'1	433'6	721'7	0'39 m	0'60	0'66
»	N/100	289'2	458'5	747'7	0'38	0'61	0'63
»	N/500	334'1	370'5	704'6	0'47	0'52	0'90
»	N/1000	288'7	403'1	691'8	0'41	0'58	0'71
MnO <sub>4</sub> K	N/10	195'4	390'—	585'4	0'33	0'66	0'50
»	N/50	342'3	532'3	874'6	0'39	0'60	0'67
»	N/100	409'2	513'8	923'—	0'44	0'55	0'79
»	N/500	200'—	—	—	—	—	—
»	N/1000	283'6	425'5	709'1	0,39	0'60	0'66
Testigo		199'2	208'3	407'5	0,48	0'51	0'95

En las columnas donde se expresan los valores de los índices R/T y H/T observamos que los incrementos han favorecido extraordinariamente el aparato aéreo en la generalidad de los casos en detrimento del subterráneo, lo cual no ocurre en el testigo. Con las concentraciones que vienen mostrándose beneficiosas desde los anteriores puntos de vista,

especialmente para el permanganato potásico, estas diferencias del testigo son de escasa importancia. Estos resultados se expresan mejor en los índices de la última columna que relacionan el peso de la raíz con el peso del follaje y es el llamado por CHODAT índice de economía para el caso de raíces con materiales de reserva (*Daucus*). Nosotros lo empleamos como simple relación. Según lo expresado por estos índices, la substancia que mejor mantiene un equilibrio entre ambas partes, a semejanza del mostrado por el lote testigo, es el sulfato aluminico-potásico N/500, cuyo valor de 0'90 es clara expresión de lo que acabamos de afirmar.

### DEFORMACIONES DEL APARATO RADICULAR

Lo que más llamó la atención desde el primer momento, fueron gran número de raíces principales atróficas, y arrolladas y acabadas brusca-mente, todo lo cual da a la mayoría de las raíces una disposición fascicula-da con pérdida del plagiotropismo al adquirir el geotropismo positivo de la raíz principal desaparecida. La gran abundancia de raíces deformes nos indujo a pensar que quizás hubiera incluido en ello la poca profun-didad a la que germinaron las semillas; a fin de subsanar esta dificultad en el segundo ensayo las hicimos germinar a mayor profundidad (4 cm.) con análogos resultados, habiéndose de notar aquí la extraordinaria abun-dancia en muchos casos de pequeñas raicillas en la región del hipocotilo. A pesar de ello el permanganato potásico, a diferencia del sulfato alu-mínico-potásico, ha dado un gran tanto por ciento de raíces de caracteres normales, perfectamente desarrolladas. La presencia de raíces aglome-radas, bi o trifurcadas, es insignificante.

Por lo que hace referencia a la parte aérea, cabe notar lo atrófico de algunos ejemplares, pero que no hemos podido atribuir a ninguna cau-sa derivada de nuestras experiencias. También se han observado algunos casos muy notorios de doble y hasta triple aparato foliar, aunque se trató de ejemplares muy atrasados en su desarrollo. En algunos casos la des-aparición del primer brote explicaría la aparición del segundo; sin em-bargo hemos podido observar la presencia de tres brotes simultáneos.

### DISCUSION

Del efecto favorable que en el desarrollo radicular y de las ventajas que para la germinación en general se obtienen de la aplicación del per-manganato potásico, puede deducirse en primer lugar siguiendo a NAUN-DORF-OLIVER una estimulación de las substancias de crecimiento ya exis-tentes en los cotiledones sobre los cuales se aplicó la solución de la sal

estudiada. En otro aspecto del problema se ha conseguido aumentar, aunque ligeramente, el poder germinativo, lo cual podría explicarse por una mayor concentración del manganeso. También logró aumentarse la energía germinativa de una forma notable.

Los efectos favorables acusados por el sulfato aluminico-potásico necesitan nuevos trabajos para su confirmación y aplicación adecuadas.

Finalmente las deformaciones apreciadas en las raíces son seguramente debidas a efectos perniciosos de las concentraciones empleadas en las sales de experimentación.

#### SUMMARY

Some experiences are described on the effect of potassium salts, chiefly  $\text{KMnO}_4$  and  $\text{AlK}(\text{SO}_4)_2$ , on the germination of peas. A favourable effect has been verified, on the energy of germination and germinating power of the seeds, and also on the number of lateral roots and on the length of the main root. The correlative development of aerial and subterranean parts of the plant has been studied. A part of the results may be explained through a favourable stimulating effect of the manganese ion. Some abnormalities of development are described.

#### BIBLIOGRAFÍA

- ARTTURI, I., VIRTANEN.—1949. On the substances presents in the seeds and arising in them during germination in the Growth of Plants, *Experientia*. Vol. V, Fasc. 8, p. 113.
- BUSTINZA y CABALLERO.—1946. Contribución al estudio de la influencia de los antibióticos en la germinación de las semillas, *Anales del J. Bot. de Madrid*. T. VII, p. 177.
- CHODAT, F.—1949. *Experientia*. Vol. V, Fasc. 7, p. 287.
- HARVEY, H. W.—1947. Manganese and the growth of phytoplankton. *Jour. of the marine Biol. Assoc.* Vol. XXVI, n.º 4, p. 562.
- HARVEY, H. W.—1939. Substances controlling the growth of a diatom. *Jour. of the marine Biol. Assoc.* Vol. XXIII, n.º 2, p. 499.
- MARSHALL.—1948. Further experiments on the fertilization of a sea loch (Loch Graiglin). The effect of diferent plant nutrients on the phytoplankton, *Jour of the marine Biol. Assoc.* Vol. XXVII, n.º 2, p. 360.
- NAUNDORF, G. y NARBERHAUS, G.—1948. Investigaciones comparativas sobre el enraizamiento de algunos esquejes y estacas mediante substancias de crecimiento. *Pbl. I. Biol. Apl.* T. IV, p. 91.
- NAUNDORF, G. y L. VILLAMITJANA.—1948. Contribución al estudio de las substancias de crecimiento en relación con el desarrollo de la raíz principal y de la formación de raíces laterales en *Vicia Faba*, *Pbl. I. Biol. Apl.* T. IV, p. 107.



- NAUNDORF, G. y J. M. DE LA VEGA.—1948. Variación de la forma de las raíces después de un tratamiento con sales de metales pesados del ácido naftil-acético. *Pbl. I. Biol. Apl.* T. IV, p. 133.
- NAUNDORF, G. y C. OLIVER.—1949. Influencia de las sales de metales pesados del ácido naftil-acético sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Pbl. I. Biol. Apl.* T. V, p. 53.
- PERELLÓ-SERRANO.—Sulfamidas en el crecimiento. *Anales de Farmacog.* Volumen VII, n.º 12, p. 35.
- REBELLO, C.—1938. Nota previa sobre o emprego do ácido indolyl-acético no enraizamento das estacas da *naranjeira aseda*. *Bol. da Soc. Brot.* Vol. XIII, 2.ª serie, p. 117.
- KAMETARO, KONISI, TOSIHIRA TUGE y AKIO KAWAMURA.—1939. Effects of certain minerals on the growth of root-nodule bacteria. *J. Agr. Chem. Soc. Japan.* 15-139, 46 (Chem. abstracts 1948).