

ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO DE SEMILLA DE PIMIENTO
(*Capsicum annuum* L.) Y SUS EFECTOS SOBRE LA
GERMINACION Y EMERGENCIA¹

Osmotic conditioning of sweet pepper seeds (*Capsicum annuum* L.) and its effects on germination and emergence

Agustín Aljaro U.² y Leonor Wyneken H.³

S U M M A R Y

During 1983/84, seeds of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cv. Yolo Y, were conditioned osmotically by soaking in -3 to -18.6 bar solutions of polyethylene glycol, magnesium sulphate and sodium chloride, at 25° C for 9 days. Treated seeds were dried and exposed to laboratory germination tests, cold tests and seedling growth tests. Primed seeds were also sown in the field, evaluating seedling emergence and performance up to two months after establishment. Non treated seeds were considered as control.

The priming did not affect the final germination percentage, but shortened germination time and gave more uniform germination, reducing in about 7 days the period to get 95 per cent of final germination. Also the necessary time to obtain 5 to 95 per cent of final germination was reduced between 20 to 70 per cent. Results of seedling growth tests demonstrated a high respiratory rate in treated seeds, accelerating the germination process. Osmo-conditioning also accelerated the germination under low temperature (10° C; 15° C and 20° C).

Likewise, conditioned seed emerged faster than the check during the cold test.

Priming did not affect the final emergence percentage and the uniformity of this process in the field. However, it improved the emergence rate and speed, reducing the number of days necessary to obtain 95 per cent of final emergence in about 6 days. Some treatments induced a greater plant development, measured by the number of true leaves.

After priming, some seeds were also kept in dry storage for 140 days. After this storage period, effects on the germination and emergence process were still detected. Best results were obtained by conditioning the seed with solutions at osmotic potentials between -11 and -18.6 bar.

INTRODUCCION

El establecimiento de algunas especies hortícolas de importancia comercial, entre ellas el pimiento, se ve dificultado por su mecanismo germinativo lento y por la alta desuniformidad que presenta el proceso de germinación y de emergencia. Por otra parte, las condiciones ambientales variables y a menudo adversas que existen en el campo, impiden la obtención de un adecuado nivel poblacional. El uso de diversos métodos, para escapar a estas condiciones, se basa en el logro de un acelerado y rápido proceso de germinación, de manera de disminuir el tiempo que transcurre entre la siembra y la emergencia del cultivo.

¹ Recepción de originales: 21 de agosto de 1984.

Parte de la tesis presentada por Leonor Wyneken H., para optar al título de Ingeniero Agrónomo. Se agradece la colaboración del Comité de Tesis, Depto. de Ciencias Vegetales, U. Católica de Chile, especialmente del Profesor Joaquín Marsal D. Trabajo presentado en XXXV Jornadas Agronómicas, Santiago, 1984.

² Estación Experimental La Platina (INIA), Casilla 5427, Santiago, Chile.

³ Hernán Cortés 2818-H, Santiago, Chile.

Algunas formas de reducir este período, altamente sensible para el cultivo, y de mejorar la uniformidad de las plántulas, son entre otras, el uso de semillas pregerminadas (Gray y Steckel, 1977), el endurecimiento o rusticación (Wickham y Nichols, 1976) y la aplicación de algunas hormonas específicas (Thomas, 1981).

Un nuevo tratamiento, desarrollado recientemente, corresponde al acondicionamiento osmótico, que consiste en exponer la semilla en una solución acuosa, de un potencial osmótico tal, que aquella embeba agua, iniciando el metabolismo germinativo, pero que, cuando los potenciales osmóticos de la solución y de la semilla llegan al equilibrio, se detenga el fenómeno de absorción de agua, paralizándose el proceso germinativo, antes de que ocurra la aparición de la radícula. De esta forma, la semilla acondicionada estará pronta y uniformemente apta para germinar cuando sea sembrada. Se han determinado efectos considerables de este tipo de tratamiento sobre la velocidad y uniformidad de germinación (Yaklich y Orzolek, 1977; Aljaro, 1978; Ely y Heydecker, 1981). Incluso, se menciona un efecto de vigorización, que permitiría la obtención de mayores rendimientos, cuando el cultivo es establecido bajo temperaturas subóptimas (Szafirowska, Kahn y Peck, 1981).

Este trabajo contempla los siguientes objetivos: estudiar los efectos del acondicionamiento osmótico de la semilla sobre: su germinación, medida en laboratorio, y la emergencia de plántulas, a nivel de campo; su comportamiento bajo temperaturas subóptimas; la perdurabilidad de estos eventuales efectos, a través de su almacenaje, hasta por un período de 140 días.

MATERIALES Y METODOS

Durante la temporada agrícola 1983/84, se acondicionó osmóticamente semilla de Pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. Yolo Y. Como solutos, se utilizaron los compuestos polietilenglicol 6000 (PEG), cloruro de sodio y sulfato de magnesio, en cuatro concentraciones diferentes cada uno, constituyendo los doce tratamientos osmóticos señalados en el Cuadro 1. El tiempo de exposición de la semilla a la solución osmótica fue de 9 días, manteniéndose bajo una temperatura constante de 25° C (± 1) durante todo el período. Luego la semilla fue lavada y secada, bajo una corriente de aire a 30° C, durante tres horas.

Como tratamiento testigo, se consideró semilla del mismo origen, pero sin ser sometida al proceso de acondicionamiento.

La evaluación se efectuó a través de diversas pruebas, tanto de laboratorio como de campo (almácigos), en

CUADRO 1. Concentraciones y potenciales osmóticos de soluciones acuosas de PEG 6000, NaCl y MgSO₄ a 25° C

TABLE 1. Concentrations and osmotic potentials of solutions of PEG 6000, NaCl and MgSO₄ at 25° C

Compuesto Químico	Concentración (g/lit agua)	Potencial Osmótico (bar) ¹
PEG	243,6	- 7,0
PEG	279,5	- 9,0
PEG	295,9	- 10,0
PEG	311,5	- 11,0
NaCl	16,5	- 13,1
NaCl	21,3	- 15,6
NaCl	23,6	- 16,8
NaCl	26,0	- 18,6
MgSO ₄	69,7	- 3,0
MgSO ₄	89,6	- 9,5
MgSO ₄	99,6	- 13,0
MgSO ₄	109,5	- 14,0

¹ Determinación experimental, mediante sicrometría de termocupla, excepto las soluciones de PEG, determinadas por Michel y Kaufmann (1973). Se agradece la colaboración del Depto. Fitotecnia, Fac. de Ciencias Agrarias, Veterinarias y Forestales, U. de Chile.

dos fechas distintas, con el objeto de determinar la perdurabilidad de los eventuales efectos. La primera evaluación fue inmediatamente después de terminado el acondicionamiento y la segunda, a los 140 días, para lo cual parte de la semilla tratada fue almacenada, junto a la testigo, a 10° C.

Bajo condiciones controladas de laboratorio, se hicieron las siguientes pruebas: de germinación a 25° C, considerando como tal las semillas con radículas de 5 mm de longitud; de frío (semilla en suelo húmedo a 10° C durante 7 días y luego a 25° C); de vigor, basada en el crecimiento de radícula e hipocotilo, al término de 12 días a 25° C en oscuridad; y de germinación a temperaturas subóptimas (10°, 15° y 20° C).

Bajo condiciones de terreno (almácigos), se realizó la prueba de emergencia, considerando como tales plántulas con 50% de los cotiledones libres sobre la superficie del suelo. Además, se estudió el desarrollo de las plantas, hasta 60 días después de efectuada la siembra en línea, con una dosificación de semilla de 3 g/m². La siembra fue el 10 de septiembre, disponiéndose una esterilización preventiva del suelo con Bromuro de Metilo (Haltax - C 50 g/m²) y una fertilización de 133 kg de N y 44 kg de P/ha. La superficie de cada parcela fue de 1 m², evaluándose sólo el sector central de cada una (0,25 m²). Dadas las bajas temperaturas, durante el primer período los almácigos fueron cubiertos con túneles de plástico, retirándose a los 45 días de efectuada la siembra. La evaluación final se realizó a los 60 días de la siembra, época de cosecha de los almácigos.

El experimento se realizó bajo un diseño estadístico completamente al azar, con 4 repeticiones, y los resultados logrados se sometieron a un análisis de variancia, considerando una estructura simple de 13 tratamientos, para comparar el testigo con cada uno de los tratamientos, por medio de la prueba de Dunnett (50/o). Un segundo análisis de variancia, de estructura jerarquizada de 3 x 4 (3 productos en 4 concentraciones), permitió comparar las distintas dosis utilizadas en un mismo compuesto y los productos entre sí. Posteriormente, se efectuó una prueba de comparación múltiple Duncan (50/o), para los promedios de cada factor en estudio (producto y concentraciones).

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación en Laboratorio

Germinación a 25° C: La semilla acondicionada mostró una mayor velocidad y uniformidad de germinación, determinándose una tasa también superior de este proceso. Sin embargo, el acondicionamiento osmótico no afectó los porcentajes finales de germinación. En el Cuadro 2 se señalan los valores observados en germinación total o final y en velocidad de este proceso, considerada como el tiempo tomado en alcanzar el 50/o y 950/o de la germinación total. En este mismo cuadro se presentan los valores de uniformidad alcanzados por cada tratamiento, considerando como tal el número de días tomado entre el 50/o y 950/o de germinación final.

En la Figura 1, se grafica el comportamiento de la semilla sometida a un tratamiento en particular para cada soluto, el que basado en los resultados del análisis estadístico, puede considerarse representativo del efecto de los cuatro niveles estudiados en cada uno. Por último se observó que los efectos del acondicionamiento osmótico resultaron similares, tanto en las evaluaciones efectuadas inmediatamente después del tratamiento, como a los 140 días posteriores.

Prueba de frío: Los resultados, que se indican en el Cuadro 3, evidencian un comportamiento significativamente superior en las semillas tratadas. Esta superioridad se observó en todos los tratamientos — producto y dosis — y se expresó en un mayor porcentaje de emergencia al día 7º de la evaluación, comparado con el testigo, que no presentaba plántulas emergidas. Dado que esta diferencia tiende a desaparecer en los recuentos realizados con posterioridad, en especial en la semilla tratada con 140 días de antelación, se deduce que el vigor observado se basaría en la notable mayor velocidad de germinación de las semillas tratadas.

Prueba de vigor: Basado en el menor peso seco medido en las plántulas provenientes de semillas acondicio-

nadas (Cuadro 4), se puede deducir una tasa de respiración superior al testigo. Este hecho estaría determinando un proceso germinativo más acelerado, el que, sin embargo, no se manifestó en un mayor crecimiento de las plántulas, dada la etiolación provocada por la ausencia total de luz durante la prueba. Este resultado se observó tanto en semillas recién tratadas como aquellas acondicionadas con 140 días de antelación. Por otra parte, en general, se detectó que no hubo diferencias en los resultados de los distintos niveles utilizados en cada soluto, ni tampoco entre los promedios de estos últimos.

Germinación a temperaturas subóptimas: Cuando las semillas se sometieron a 10º, 15º ó 20º C, con un período de recuento de 30 días, las respuestas fueron variables.

A 10º C, se observaron valores fluctuantes entre 2 y 190/o, correspondiendo los mayores niveles al tratamiento MgSO₄ (-13 y -14 bar). La semilla testigo evidenció un proceso de embebeción de agua, pero no se detectó semilla germinada.

Los resultados de los análisis a 15º y 20º C se indican en el Cuadro 5 y la Figura 2, en que se ha graficado el comportamiento germinativo sólo de los mejores niveles de cada producto, contrastándolos con los respectivos testigos. De estos antecedentes, se desprende que no existen variaciones en los porcentajes finales de germinación de la semilla tratada, en relación a los testigos. Se exceptuaron los tratamientos de bajos potenciales osmóticos (-3 a -9 bar), que presentaron valores inferiores, posiblemente debido a que se hayan dañado radículas prontas a emerger, al secar la semilla después de tratada, lo que representa una pérdida del potencial germinativo.

En relación a otras variables de germinación como son la tasa y su velocidad, esta última medida en el número de días para alcanzar 50/o y 950/o, los resultados demuestran efectos de significación del acondicionamiento. Este hecho estaría sugiriendo que el tratamiento osmótico imprimiría a la semilla la potencialidad de germinar más rápido y con una mejor tasa de desarrollo, bajo condiciones de temperaturas ambientales subóptimas.

Evaluaciones de Campo

Emergencia: Las evaluaciones realizadas demostraron que el acondicionamiento osmótico no afectó los niveles finales de emergencia ni tampoco la uniformidad de esta etapa del desarrollo de las plantas (Cuadro 6). Se exceptúan los tratamientos con bajos potenciales osmóticos (-3 a -9 bar), los que presentaron valores inferiores, incluso al testigo sin tratar. Como promedio para cada soluto, la emergencia final fluctuó entre

CUADRO 2. Análisis de germinación de semilla pimienta cv. Yolo Y, acondicionada osmóticamente¹

TABLE 2. Germination tests results of pepper seeds Yolo Y., osmotically conditioned

Tratamiento	Potencial osmótico	Porcentaje germ.	Tasa germ. ²	Días al 5º/o germ.	Días al 95º/o germ.	Días entre 5º/o y 95º/o germ.
A. EN SEMILLA INMEDIATAMENTE DESPUES DE TRATADA						
PEG	- 7,0	80 a	3,8 a*	1,2 a*	7,9 a*	6,8 ab*
PEG	- 9,0	77 a	4,3 a*	1,2 a*	9,6 a*	8,4 b*
PEG	- 10,0	82 a	4,2 a*	1,1 a*	9,4 a*	8,3 b*
PEG	- 11,0	82 a	3,7 a*	1,3 a*	7,2 a*	5,8 a*
Promedio		80 A	4,0 B	1,2 A	8,5 B	7,3 B
NaCl	- 13,1	81 ab	3,4 a*	1,3 a*	5,5 a*	4,2 a*
NaCl	- 15,6	83 a	3,3 a*	1,3 a*	5,5 a*	4,2 a*
NaCl	- 16,8	73 bc	3,5 a*	1,3 a*	5,7 a*	4,5 a*
NaCl	- 18,6	70 c*	3,8 a*	1,6 a*	6,0 a*	4,5 a*
Promedio		77 A	3,5 AB	1,4 A	5,7 A	4,3 A
MgSO ₄	- 3,0	78 b	2,4 a*	1,0 a*	3,9 a*	2,9 a*
MgSO ₄	- 9,5	81 ab	3,6 a*	1,2 a*	6,5 a*	5,3 b*
MgSO ₄	- 13,0	80 ab	3,3 a*	1,6 a*	5,2 a*	3,6 ab*
MgSO ₄	- 14,0	89 a*	3,2 a*	1,1 a*	5,1 a*	4,0 ab*
Promedio		82 A	3,1 A	1,2 A	5,2 A	4,0 A
Testigo		80	8,2	4,2	15,4	11,1
B. EN SEMILLA 140 DIAS DESPUES DE TRATADA						
PEG	- 7,0	73 a	4,4 a*	2,2 a*	8,9 ab*	6,7 ab*
PEG	- 9,0	73 a	4,9 b*	2,1 a*	9,1 b*	7,0 b
PEG	- 10,0	68 a	5,0 b*	2,1 a*	10,4 b*	8,3 b
PEG	- 11,0	73 a	4,4 a*	2,1 a*	7,2 a*	5,1 a*
Promedio		72 A	4,7 B	2,1 B	8,9 B	6,8 B
NaCl	- 13,1	77 a	3,8 a*	1,8 ab*	6,0 a*	4,1 a*
NaCl	- 15,6	77 a	3,6 a*	1,5 a*	5,8 a*	4,4 a*
NaCl	- 16,8	74 a	4,0 a*	1,8 ab*	6,8 a*	5,0 a*
NaCl	- 18,6	76 a	3,7 a*	1,8 b*	5,8 a*	4,0 a*
Promedio		76 A	3,8 A	1,7 A	6,1 A	4,4 A
MgSO ₄	- 3,0	40 b*	4,0 a*	2,1 a*	6,2 a*	4,1 a*
MgSO ₄	- 9,5	71 a	3,7 a*	2,0 a*	5,7 a*	3,7 a*
MgSO ₄	- 13,0	80 a	4,0 ab*	1,9 a*	6,9 ab*	5,0 ab*
MgSO ₄	- 14,0	49 b*	4,5 b*	2,1 a*	8,5 b*	6,4 b*
Promedio		60 A	4,1 A	2,0 B	6,8 A	4,8 A
Testigo		73	8,4	4,7	13,5	8,7

¹ Dentro de cada época, los tratamientos marcados con un asterisco difieren estadísticamente del testigo, de acuerdo a la prueba de Dunnet al 5º/o. Las comparaciones realizadas entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen el testigo y se basan en la prueba de Duncan al 5º/o.

² Tasa germinación = \sum (semillas germinadas en el día x días transcurridos) / 0/o germinación total.

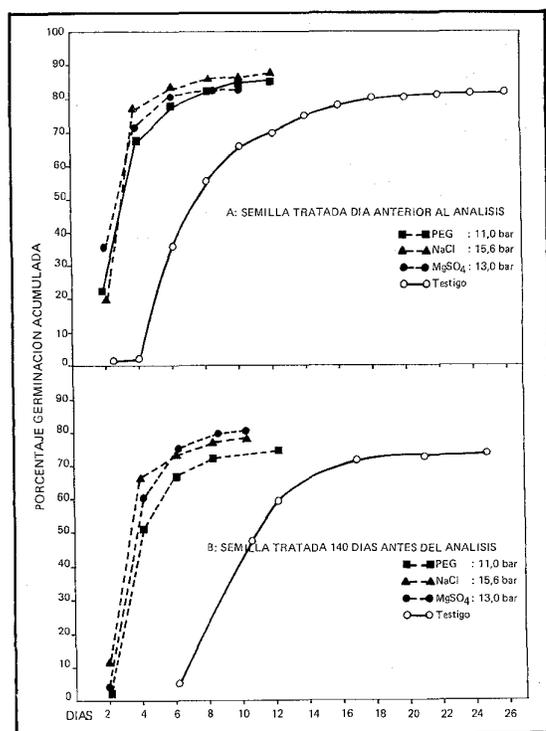


FIGURA 1. Análisis de germinación a 25° C de semillas tratadas osmóticamente.

FIGURE 1. Germination analysis at 25° C of osmotically-conditioned seeds.

el 48 y 61% y la uniformidad, expresada en el número de días transcurridos entre el 50% y 95% de emergencia total, entre 8,4 a 11,9 días.

Por otra parte, sin embargo, se observó una clara superioridad en la tasa y velocidad de emergencia, cuando se empleó semilla acondicionada. En efecto, el tiempo transcurrido, tanto en iniciar como en finalizar el proceso de emergencia, fue reducido en forma significativa, observándose diferencias con el testigo de 6,1 y 4,5 días, respectivamente.

Desarrollo de plántulas: En relación al desarrollo posterior de las plantas emergidas, se efectuaron mediciones semanales de altura y número de hojas hasta 60 días después de efectuada la siembra, época en que se cosecharon los almácigos. Los valores intermedios demostraron en algunos tratamientos un mayor desarrollo. Sin embargo, al momento de cosechar las plántulas, éstas presentaban un número superior de hojas sin detectarse variaciones en su altura, la que en promedio fluctuó entre 4,1 y 5,7 cm. Tendencias similares se deducen de los resultados obtenidos en la evaluación realizada a los 140 días posteriores al acondicionamiento, antecedentes que se indican en el Cuadro 7.

CUADRO 3. Emergencia de plántulas en la prueba de frío, realizada sobre semilla de pimiento cv. Yolo Y, acondicionada osmóticamente¹

TABLE 3. Seedling emergence in the cold test, carried out with pepper seeds cv. Yolo Y, osmotically conditioned

Compuesto químico	Potencial osmótico	Porcentaje de emergencia al 7º día
A. En Semilla Inmediatamente Después de Tratada		
PEG	- 7,0	24 a
PEG	- 9,0	22 a*
PEG	- 10,0	18 a*
PEG	- 11,0	27 a*
Promedio		23 B
NaCl	- 13,1	23 a*
NaCl	- 15,6	20 a*
NaCl	- 16,8	27 a*
NaCl	- 18,6	6 b*
Promedio		19 B
MgSO ₄	- 3,0	34 a*
MgSO ₄	- 9,5	43 a*
MgSO ₄	- 13,0	50 a*
MgSO ₄	- 14,0	45 a*
Promedio		43 A
Testigo		0
B. En Semilla 140 días Después de Tratada		
PEG	- 7,0	17 a*
PEG	- 9,0	12 a*
PEG	- 10,0	7 a*
PEG	- 11,0	19 a*
Promedio		13 B
NaCl	- 13,1	31 a*
NaCl	- 15,6	16 a*
NaCl	- 16,8	26 a*
NaCl	- 18,6	25 a*
Promedio		24 A
MgSO ₄	- 3,0	7 a*
MgSO ₄	- 9,5	8 a*
MgSO ₄	- 13,0	15 a*
MgSO ₄	- 14,0	4 a
Promedio		8 B
Testigo		0

¹ Dentro de cada época, los tratamientos marcados con un asterisco difieren estadísticamente del testigo de acuerdo a la prueba de Dunnet al 5º/o. Las comparaciones realizadas entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen al testigo y se basan en la prueba de Duncan al 5º/o.

CUADRO 4. Porcentajes de plántulas sanas, peso seco y crecimiento promedio obtenidos en la prueba de vigor según crecimiento, realizada inmediatamente después del acondicionamiento osmótico y a 140 días posteriores¹

TABLE 4. Healthy seedling percentage, dry weight and average height results of the growth vigour tests, carried out a day after the osmotic treatment and 140 days after

Compuesto químico	Potencial osmótico	PLANTAS SANAS		
		Porcentaje	Peso seco (mg/planta)	Crecimiento (cm/planta)
A. EN SEMILLA INMEDIATAMENTE DESPUES DE TRATADA				
PEG	– 7,0	57 b	5,5 ab*	3,8 a*
PEG	– 9,0	47 b	5,6 b*	5,3 a
PEG	– 10,0	53 b	4,9 a*	6,6 a
PEG	– 11,0	71 a*	5,6 b*	5,0 a
Promedio		57 A	5,4 A	5,2 A
NaCl	– 13,1	68 a	5,7 a	5,9 a
NaCl	– 15,6	71 a*	5,2 a*	7,5 a
NaCl	– 16,3	76 a*	5,5 a*	5,7 a
NaCl	– 18,6	67 a	5,3 a*	6,6 a
Promedio		70 A	5,4 A	6,4 A
MgSO ₄	– 3,0	70 ab*	4,1 a*	6,0 a
MgSO ₄	– 9,5	75 a*	5,2 b*	7,6 a
MgSO ₄	– 13,0	69 ab*	5,6 b*	6,7 a
MgSO ₄	– 14,0	58 b	4,2 a*	7,2 a
Promedio		68 A	4,8 A	6,9 A
Testigo		55	6,2	5,8
B. EN SEMILLA 140 DIAS DESPUES DE TRATADA				
PEG	– 7,0	53 ab	5,3 a*	4,0 a
PEG	– 9,0	43 b	5,5 a*	6,9 a
PEG	– 10,0	39 b	5,1 a*	8,0 a*
PEG	– 11,0	64 a	5,1 a*	7,0 a
Promedio		50 A	5,2 A	6,5 A
NaCl	– 13,1	74 a*	5,7 a*	6,7 a
NaCl	– 15,6	61 ab	5,6 a*	8,1 a*
NaCl	– 16,8	56 b	5,4 a*	6,6 a
NaCl	– 18,6	64 ab	5,5 a*	5,9 a
Promedio		64 A	5,5 A	6,8 A
MgSO ₄	– 3,0	17 b*	5,5 a*	4,8 a
MgSO ₄	– 9,5	56 a	5,6 a*	5,6 a
MgSO ₄	– 13,0	62 a	5,7 a*	6,2 a
MgSO ₄	– 14,0	26 b*	5,0 a*	6,6 a
Promedio		40 A	5,5 A	5,8 A
Testigo		51	6,7	3,8

¹ Dentro de cada época, los tratamientos marcados con un asterisco son estadísticamente distintos al testigo de acuerdo a la prueba de Dunnet al 5%/o. La comparación realizada entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen al testigo y se basan en la prueba de Duncan al 5%/o.

CUADRO 5. Análisis de germinación a 15° C y 20° C, en semilla acondicionada osmóticamente, con 90 días de anterioridad¹

TABLE 5. Germination tests results at 15° C and 20° C, of osmotically conditioned pepper seed, treated 90 days before

Compuesto químico	Potencial osmótico	Germ. %	Tasa Germ. ²	Días al 50/o Germ.	Días al 950/o Germ.
TEMPERATURA 15° C					
PEG	- 7,0	29 b*	12,3 a*	5,6 a*	18,4 a*
PEG	- 9,0	42 b*	11,3 a*	5,3 a*	17,0 a*
PEG	- 10,0	80 a	10,8 a*	4,4 a*	19,5 a*
PEG	- 11,0	67 a	11,6 a*	4,7 a*	18,4 a*
Promedio		55 A	11,5 B	5,0 A	18,3 B
NaCl	- 13,1	83 a	6,2 a*	4,3 a*	10,9 a*
NaCl	- 15,6	82 a	7,0 a*	4,2 a*	11,5 a*
NaCl	- 16,8	78 a	8,6 a*	4,6 a*	15,0 b*
NaCl	- 18,6	80 a	6,8 a*	5,0 a*	11,0 a*
Promedio		81 A	7,1 A	4,5 A	12,1 A
MgSO ₄	- 3,0	16 c*	9,8 a*	4,9 a*	15,1 b*
MgSO ₄	- 9,5	31 c*	8,1 a*	4,3 a*	13,7 b*
MgSO ₄	- 13,6	58 b	8,3 a*	4,2 a*	14,1 b*
MgSO ₄	- 14,0	87 a	6,3 a*	4,1 a*	8,9 a*
Promedio		48 A	8,1 A	4,4 A	13,0 A
Testigo		67	20,1	13,9	26,4
TEMPERATURA 20° C					
PEG	- 7,0	37 b*	8,4 b*	4,9 b*	12,1 a
PEG	- 9,0	49 b	7,6 b*	3,3 a*	11,8 a
PEG	- 10,6	81 a	6,0 a*	3,1 a*	10,5 a
PEG	- 11,0	67 a	7,0 ab*	3,2 a*	14,3 a
Promedio		59 A	7,3 B	3,6 A	12,2 B
NaCl	- 13,1	76 a	4,6 a*	3,1 a*	6,5 a*
NaCl	- 15,6	83 a	5,0 a*	3,1 a*	8,4 a*
NaCl	- 16,8	82 a	4,6 a*	3,1 a*	5,0 a*
NaCl	- 18,6	76 a	5,0 a*	3,1 a*	7,1 a*
Promedio		79 A	4,8 A	3,1 A	6,7 A
MgSO ₄	- 3,0	23 c*	8,3 c*	3,6 a*	12,4 a
MgSO ₄	- 9,5	53 b	5,5 ab*	3,2 a*	8,2 a*
MgSO ₄	- 13,0	55 b	6,1 b*	3,2 a*	10,6 a
MgSO ₄	- 14,0	78 a	4,6 a*	3,1 a*	7,1 a*
Promedio		52 A	6,2 AB	3,3 A	9,6 AB
Testigo		66	10,2	6,6	14,5

¹ Dentro de cada nivel los tratamientos marcados con un asterisco son estadísticamente distintos al testigo de acuerdo a la prueba de Dunnet al 50/o. Las comparaciones realizadas entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen el testigo y se basan en la prueba de Duncan al 50/o.

² Tasa de germinación = \sum (semillas germinadas en el día x días transcurridos) / 0/o de germinación total.

CONCLUSIONES

El acondicionamiento osmótico (entre -11 y -18 bares) de semilla de pimienta, afectó favorablemente las características de germinación, emergencia y desarrollo de plántulas, perdurando estos efectos hasta los 140 días después de realizado el tratamiento.

Las semillas acondicionadas germinaron con mayor velocidad y uniformidad, presentaron una mejor tasa y velocidad de emergencia en el campo y sometidas a análisis de germinación bajo temperaturas subóptimas, presentaron características de germinación superiores al testigo.

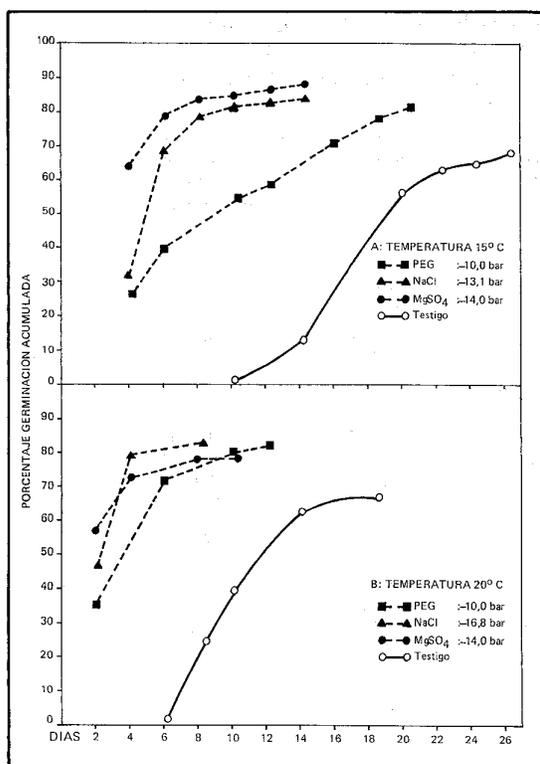


FIGURA 2. Análisis de germinación a 15° C (A) y 20° C (B) de semilla acondicionada osmóticamente.

FIGURE 2. Germination analysis at 15° C (A) and 20° C (B) of osmotically-conditioned seeds.

CUADRO 6. Análisis de emergencia en el campo de semilla de pimienta acondicionada osmóticamente¹

TABLE 6. Emergence analysis results of osmotic-conditioned pepper seed, sown in the field

Compuesto químico	Potencial osmótico	Porcentaje emerg.	Tasa de emerg. ²	Días al 5°/o de emerg.	Días al 95°/o de emerg.	Días entre 5°/o y 95°/o de emerg.
EPOCA 1. INMEDIATAMENTE DESPUES DE TRATADA						
PEG	- 7,0	45 b*	21,5 a*	16,0 b*	28,6 b	12,6 a*
PEG	- 9,0	49 b*	20,0 a*	14,5 ab*	26,1 ab*	11,6 a
PEG	- 10,7	66 a	19,9 a*	13,8 a*	26,0 ab*	12,2 a
PEG	- 11,0	67 a	19,5 a*	14,0 a*	25,2 a*	11,2 a
Promedio		57 A	20,2 A	14,6 A	26,5 A	11,9 B
NaCl	- 13,1	57 a	18,3 a*	13,3 a*	24,5 a*	11,3 a
NaCl	- 15,6	63 a	19,3 a*	14,8 b*	25,1 a*	10,2 a
NaCl	- 16,8	60 a	19,4 a*	16,4 bc*	24,3 a*	7,9 a
NaCl	- 18,6	64 a	20,1 a*	16,5 c*	25,8 a*	9,3 a
Promedio		61 A	19,3 A	15,2 A	24,9 A	9,7 A
MgSO ₄	- 3,0	32 b*	21,9 b*	16,2 b*	28,0 b*	11,9 a
MgSO ₄	- 9,5	49 a*	18,3 a*	13,4 a*	24,2 a*	10,7 a
MgSO ₄	- 13,0	51 a	18,7 a*	13,9 a*	24,3 a*	10,5 a
MgSO ₄	- 14,0	62 a	17,5 a*	13,1 a*	23,3 a*	10,1 a
Promedio		49 A	19,1 A	14,1 A	24,9 A	10,8 AB
Testigo		64	25,8	21,6	31,0	9,4

Continuación Cuadro 6. Análisis de emergencia en el campo de semilla de pimiento acondicionada.....

Compuesto químico	Potencial osmótico	Porcentaje emerg.	Tasa de emerg. ²	Días al 50/o de emerg.	Días al 950/o de emerg.	Días entre 50/o y 950/o de emerg.
EPOCA 2. DESPUES DE 140 DIAS DE TRATADA						
PEG	- 7,0	43 b	15,0 a*	11,3 a*	18,8 a*	7,5 a
PEG	- 9,0	45 ab	16,1 a*	11,9 a*	20,6 a*	8,7 a
PEG	- 10,0	58 a	16,1 a*	11,9 a*	21,3 a*	9,4 a
PEG	- 11,0	49 ab	17,1 a*	12,5 a*	20,5 a*	8,0 a
Promedio		49 A	16,1 A	11,9 A	20,3 A	8,4 A
NaCl	- 13,1	58 a	16,2 a*	11,9 a*	20,4 a*	8,6 a
NaCl	- 15,6	61 a	15,3 a*	11,7 a*	20,4 a*	8,7 a
NaCl	- 16,8	58 a	16,4 a*	12,3 a*	22,6 a	10,3 a
NaCl	- 18,6	60 a	16,5 a*	12,7 a*	23,7 a	11,0 a*
Promedio		59 A	16,1 A	12,2 A	21,8 A	9,6 A
MgSO ₄	- 3,0	39 b*	17,1 a*	12,5 a*	24,5 a	11,9 a*
MgSO ₄	- 9,5	54 a	16,3 a*	11,7 a*	21,5 a	9,8 a
MgSO ₄	- 13,0	36 b*	16,6 a*	11,7 a*	22,2 a	10,5 a
MgSO ₄	- 14,0	62 a	16,0 a*	12,1 a*	20,0 a*	7,9 a
Promedio		48 A	16,5 A	12,0 A	22,0 A	10,0 A
Testigo		52	20,6	17,4	24,8	7,4

¹ Dentro de cada época, los tratamientos marcados con un asterisco difieren estadísticamente del testigo de acuerdo a la prueba de Dunnet al 50/o. Las comparaciones realizadas entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen el testigo y se basan en la prueba de Duncan al 50/o.

² Tasa de emergencia = \sum (plántulas emergidas en el día x días transcurridos) / 0/o de emergencia total.

CUADRO 7. Altura de plantas y número de hojas verdaderas, dos meses después de la siembra de semilla de pimiento acondicionada osmóticamente¹**TABLE 7. Height of plants and number of leaves, two months after the establishment of osmotically conditioned pepper seeds**

Tratamiento	Potencial osmótico	Días transcurridos entre el acondicionamiento de la semilla y su siembra en el campo			
		0 días		140 días	
		Altura cm	Hojas/planta	Altura cm	Hojas/planta
PEG	- 7,0	5,3 a	8,9 a*	4,9 a	8,2 a*
PEG	- 9,0	5,2 a	9,5 a*	4,5 a	8,1 a
PEG	- 10,0	6,3 a	9,7 a*	3,6 a	7,4 a
PEG	- 11,0	6,0 a	9,1 a*	4,1 a	8,0 a
Promedio		5,7 A	9,3 A	4,3 A	7,9 A
NaCl	- 13,1	5,2 ab	8,6 a*	3,0 a	7,1 a
NaCl	- 15,6	6,1 a	9,2 a*	6,8 a*	9,2 a*
NaCl	- 16,8	4,9 b	7,7 a	4,9 a	8,1 a
NaCl	- 18,6	4,1 b	7,7 a	4,7 a	8,4 a*
Promedio		4,8 A	8,3 A	4,9 A	8,2 A
MgSO ₄	- 3,0	4,0 b	7,6 a	3,6 a	7,3 a
MgSO ₄	- 9,5	4,5 b	7,6 a	4,9 a	8,8 a*
MgSO ₄	- 13,0	5,1 ab	8,4 a	4,2 a	8,7 a*
MgSO ₄	- 14,0	6,3 a	8,9 a*	4,6 a	7,5 a
Promedio		5,0 A	8,1 A	4,3 A	8,0 A
Testigo		4,7	6,8	2,9	6,3

¹ Dentro de cada período, los tratamientos marcados con un asterisco difieren estadísticamente del testigo, de acuerdo a la prueba de Dunnet al 50/o. Las comparaciones efectuadas entre promedios de productos (letras mayúsculas) y entre dosis de un mismo producto (letras minúsculas) excluyen el testigo y se basan en la prueba de Duncan al 50/o.

RESUMEN

Se acondicionó osmóticamente semilla de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cv. Yolo Y, utilizando polietilenglicol 6000, cloruro de sodio y sulfato de magnesio, a 25° C durante 9 días, estableciendo soluciones de potenciales osmóticos fluctuantes entre -3,0 y -18,6 bares. La semilla acondicionada y secada, se sometió a análisis de germinación y a pruebas de frío y de vigor según crecimiento, en laboratorio; en el campo, se midió la emergencia y el desarrollo de plántulas hasta dos meses después de establecidas. Como testigo, se consideró semilla del mismo origen pero sin tratar.

El acondicionamiento osmótico no afectó, en general, los porcentajes finales de germinación, pero sí aumentó la velocidad y uniformidad de este proceso.

La semilla acondicionada mostró una mayor rapidez de germinación, incluso en las pruebas bajo tempera-

turas subóptimas (10° , 15° y 20° C). Igualmente, la prueba de frío evidenció una mayor velocidad de emergencia en las semillas tratadas. Lo anterior indicaría una alta tasa respiratoria, durante dichos procesos, que se expresó en un menor peso seco medido en las plántulas.

El acondicionamiento osmótico no afectó, en general, los porcentajes finales y la uniformidad de emergencia en el campo. Sin embargo, mejoró la tasa y aumentó la velocidad de este proceso. Algunos tratamientos indujeron un mayor desarrollo de las plantas, expresado en el número de hojas verdaderas.

Estos efectos perduraron después de un período de 140 días de almacenaje, resultando superiores los tratamientos realizados con soluciones de potencial osmótico entre -11 y -18,6 bares.

LITERATURA CITADA

- ALJARO U., A. 1978. Osmotic conditioning of carrot seed (*Daucus carota* L.) cv. Chantenay red cored, and its effects on speed and spread of germination. Thesis M.Sc., University of Edinburgh, Scotland. 64 p.
- ELY, P.R. and HEYDECKER, W. 1981. Fast germination of Parsley seeds. *Scientia Horticulturae* 15: 127-136.
- GRAY, D. and STECKEL, J.R.A. 1977. Effect of pre-sowing treatments of seeds on the germination and establishment of Parsnips. *J. Hort. Sci.* 52: 525-534.
- MICHEL, B.E. and KAUFMANN, M.R. 1973. The osmotic potencial of Polyethylene Glicol 6000. *Plant Physiology* 51: 914-916.
- SZAFIROWSKA, A.; KHAN, A. and PECK, N.H. 1981. Osmo-conditioning of carrot seeds to improve seedling establishment and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 73: 845-848.
- THOMAS, T.H. 1981. Seed treatments and techniques to improve germination. *Scientific Horticulture* 32: 47-57.
- WICKHAM, B.D. and NICHOLS, M.A. 1976. Germination studies with hardened vegetable seeds. *J. Exp. Agric.* 4: 457-461.
- YAKLICH, R.W. and ORZOLEK, M.D. 1977. Effect of Polyethylene Glicol 6000 on Pepper seed. *Hort. Science* 12 (3): 263-264.