

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS DE HIDRATACION - DESHIDRATACION
PARA SEMILLAS DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS* L.)

JORGE A. SANCHEZ
ERIC CALVO
RAMON ORTA
BARBARA MUÑOZ

Instituto de Ecología y Sistemática
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
Carretera de Varona km 3.5
Capdevila, Boyeros
Apartado postal 8029
Código postal 10800
Habana 8, Cuba

RESUMEN

En el presente trabajo se determinaron los efectos de los tratamientos pregerminativos de hidratación - deshidratación sobre la capacidad germinativa de semillas frescas y almacenadas de *Cucumis sativus* L. Se utilizaron semillas de dos variedades de pepino (Hatuey-1 y Japonés) cosechadas en Cuba, y se aplicaron siete tratamientos de hidratación parcial con diferentes sustancias. En ambas variedades el acondicionamiento con agua por medio de un ciclo de hidratación - deshidratación resultó ser el procedimiento más efectivo para eliminar dormancia o incrementar el porcentaje de germinación final en semillas frescas de pepino, pero no en las almacenadas.

ABSTRACT

The object of the present paper was to determinate the effects of hydration - dehydration treatments on fresh and storage cucumber seeds (*Cucumis sativus* L.) of two varieties (Hatuey-1 and Japonés), harvested in Cuba. We tested seven solutions of different substances for partial hydration. For both varieties the priming treatment only with water and one cycle of hydration - dehydration proved to be the best to break the dormancy or to increase the rate of germination in fresh cucumber seeds, but not in storage seeds.

INTRODUCCION

La calidad de las semillas de muchas especies de hortalizas depende significativamente de su proceso de obtención y manejo posterior (Snyder, 1974; Gray, 1979; Nienhuis y Lower, 1981).

Según Edwards et al. (1986), los factores que más influyeron en la capacidad germinativa de las variedades de pepino (*Cucumis sativus* L.) estudiadas por estos autores, fueron: a) la correcta maduración de los frutos, b) el tiempo de fermentación del fruto previa a la extracción de las semillas, c) el tiempo de almacenamiento, y d) la temperatura de

germinación. Watts (1938) y Nienhuis y Lower (1981) determinaron además, que las semillas frescas de pepino requieren postmaduración para lograr eliminar la dormancia.

Una vía fisiológica conocida para incrementar la capacidad germinativa son los tratamientos de hidratación - deshidratación de las semillas, que consisten en la inmersión de las mismas en soluciones osmóticas o en cantidades limitadas de agua durante cierto período de tiempo, con o sin deshidratación previa a la siembra (Heydecker et al., 1973; Khan et al., 1978; Henckel, 1982).

Estos procedimientos permiten que una gran proporción de las semillas alcance rápidamente el mismo nivel de humedad y un estado fisiológico que active el aparato metabólico relacionado con el proceso pregerminativo y la autoreparación enzimática de las membranas celulares (Heydecker et al., 1973; Bewley y Black, 1983; Burgass y Powell, 1984). Hegarty (1978), Brocklehurts y Dearman (1983a y b) y Bradford et al. (1990) plantearon también que los efectos dependen fundamentalmente de la temperatura y de la duración del proceso de hidratación, así como de la especie, variedad o lotes de semillas tratadas.

Los tratamientos de hidratación parcial de las semillas han demostrado ser eficientes y actualmente se investigan con diferentes fines: a) acondicionamiento de las semillas para recuperar viabilidad e incrementar la longevidad durante el almacenamiento -seed reinvigoration-, b) acondicionamiento para incrementar, acelerar y uniformar la germinación -seed priming-, c) acondicionamiento para eliminar dormancia o latencia y d) robustecimiento o acondicionamiento de las semillas para incrementar los rendimientos, la germinación y establecimiento de las plántulas o plantas bajo condiciones ambientales adversas -seed hardening- (Heydecker et al., 1975; Khan et al., 1978; 1983; Henckel, 1982; Thanos y Georghiou, 1988; Prisco et al., 1992; Orta et al., 1993a y b).

Sin embargo, la utilización masiva de estos tratamientos en la práctica agrícola se ve limitada principalmente por lo costosas que resultan las soluciones osmóticas (de polímeros perfectos) empleadas en los mismos, lo que hace necesaria la búsqueda de nuevos métodos o modelos de bajo costo de producción, que nos permitan su aplicación en grandes volúmenes de semillas.

El objetivo del presente trabajo es probar la efectividad de los tratamientos pregerminativos de hidratación - deshidratación sobre semillas de *C. sativus*, para revigorizarlas y acondicionarlas de acuerdo con el modelo de hidratación parcial propuesto por Orta et al. (1993a). Este modelo concibe la imbibición en función del tiempo que se mantiene en contacto cualquier volumen de semillas con suficiente cantidad de agua pura, y no a causa del equilibrio de potenciales osmóticos, como plantean los métodos que utilizan soluciones de este tipo, ni tampoco los basados en la limitación de la cantidad de agua añadida, como los propuestos por Heydecker et al. (1973), Henckel (1982) y Rowse (1987).

MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó con semillas frescas de dos variedades de pepino cultivadas en Cuba -Hatuey-1 y Japonés-, obtenidas en diciembre de 1992 y suministradas por el Laboratorio Central de Certificación de Semillas del Ministerio de la Agricultura. Ambas variedades presentaron una viabilidad inicial potencial de 98%, determinada

mediante la prueba de TZ (solución acuosa al 0.1% p/v de cloruro de 2,3,5-trifenil tetrazolium) durante 24 horas a 30°C.

Las semillas fueron embebidas en agua destilada a 25°C, y pesadas cada hora para determinar la dinámica de absorción de agua bajo condiciones de anoxia parcial. Para tal propósito se dispusieron cinco réplicas de 50 semillas cada una, para cada variedad. Los resultados de imbibición no difirieron significativamente entre variedades (Fig. 1), lo que nos permitió utilizar un tiempo único en los tratamientos de hidratación parcial de las semillas.

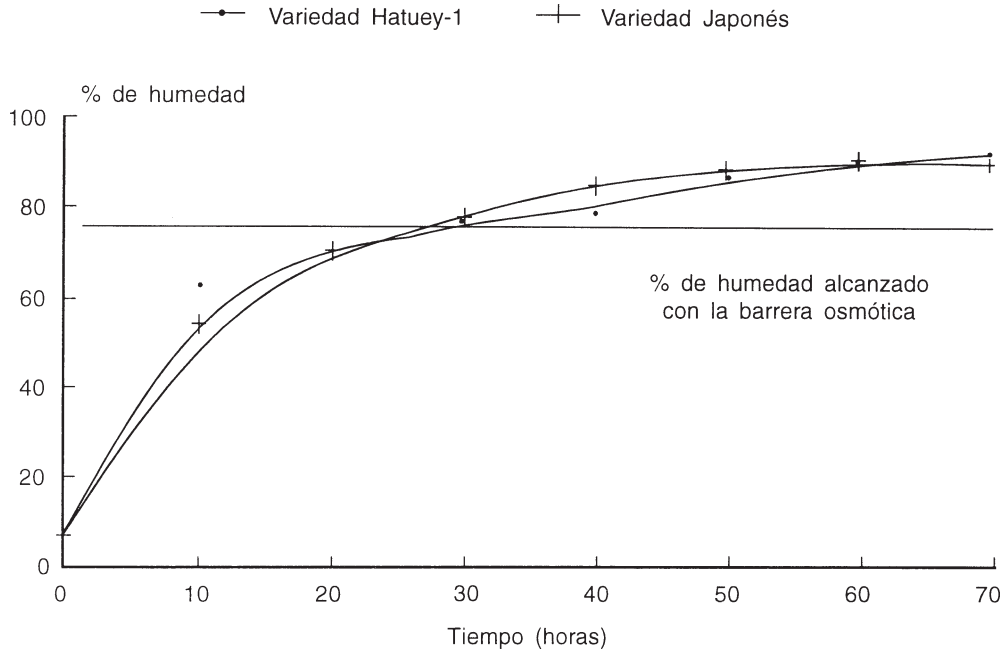


Fig. 1. Curvas de imbibición en semillas de dos variedades de pepino (*Cucumis sativus*), utilizando sólo agua como medio de imbibición.

Paralelo a este experimento se aplicó el tratamiento de hidratación parcial para revigorar y acondicionar semillas por el método convencional, utilizando soluciones osmóticas poliméricas -polietilenglicol 4000- en las siguientes concentraciones: -0.60, -0.81, -1.21 y -1.72 MPa, respectivamente.

Los mejores resultados para incrementar la germinación en ambas variedades se lograron con soluciones hipertónicas de -1.21 MPa (Cuadro 1). Bajo este potencial osmótico las semillas alcanzaron una proporción de 74% de humedad con respecto al peso fresco inicial. Este valor se adoptó como el nivel de hidratación óptimo en ambas variedades, y el mismo se alcanzó al cabo de 27 horas de imbibición en agua a 25°C (Fig. 1).

Cuadro 1. Valores promedio del porcentaje final de germinación (GF) en semillas de *C. sativus* embebidas previamente en soluciones de polietilenglicol 4000 de diferentes potenciales de agua. El ANOVA indicó que existen diferencias significativas entre tratamientos.

Potencial del agua (MPa)	GF (%)	
	Hatuey-1	Japonés
-0.60	63.8	79.4
-0.81	70.3	83.2
-1.21	90.4	92.3
-1.72	16.0	72.0
SE	± 15.7	± 4.2

SE (error estándar de las medias).

Los tratamientos aplicados fueron: semillas no tratadas (T₁); semillas acondicionadas con polietilenglicol al -1.21 MPa por medio de un ciclo de hidratación a 25°C durante 72 horas y desecadas durante 72 horas antes de la siembra (T₂); semillas acondicionadas con agua por medio de dos ciclos de hidratación a 25°C durante 27 horas, alternados con dos períodos de desecación de 48 horas -experimentalmente se había determinado que el lapso de 72 horas de desecación afectaba la viabilidad de las semillas- (T₃); y semillas acondicionadas con agua por medio de un ciclo de hidratación a 25°C durante 27 horas y desecadas durante 48 horas (T₄). Además, otros lotes fueron sometidos a la acción de soluciones de sacarosa (T₅), manitol (T₆) y NaCl (T₇), en la concentración (0.7M) empleada por Thanos y Georghiou (1988) para osmocondicionar semillas de pepino. El método utilizado con estas últimas soluciones fue idéntico al empleado en T₄.

Los tratamientos se efectuaron mediante la sumersión completa en las soluciones respectivas, por lo que esta fase del experimento se llevó a cabo en condiciones de anoxia parcial.

La capacidad revigorizadora de T₄ se comprobó en lotes de semillas almacenadas durante un año a 15°C.

Para cada variedad y tratamiento se establecieron cinco réplicas de 25 semillas cada una y posteriormente éstas se sembraron en placas de Petri de 9 cm de diámetro, sobre papel de filtro humedecido con agua destilada estéril a 25°C. El conteo de la germinación se realizó diariamente durante siete días y se determinó el índice T₅₀ -velocidad de germinación, dado por el tiempo en que el fenómeno alcanza 50% de la muestra-, así como el porcentaje final.

La proporción de semillas vivas que no han germinado y de las muertas se calculó mediante la prueba de TZ.

El procedimiento estadístico se aplicó de manera independiente para cada variedad. Los datos de porcentaje de germinación final se transformaron en $\text{arc sen } \sqrt{\%}$ y se sometieron a un análisis de clasificación simple. Las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSION

En ambas variedades de pepino los tratamientos pregerminativos ensayados resultaron ser adecuados para acelerar e incrementar la germinación (Cuadro 2). El T₄-semillas acondicionadas con agua, por medio de un ciclo de hidratación - deshidratación- resultó ser el más eficiente para aumentar el porcentaje de germinación final. Con este procedimiento se logró incrementar hasta 29 y 12% el porcentaje de germinación final en las variedades Hatuey-1 y Japonés, respectivamente, valores que representan más de 70% del intervalo posible a mejorar, si tenemos en cuenta la viabilidad inicial de los lotes estudiados.

Los menores incrementos de porcentajes de germinación final se obtuvieron con los tratamientos T₅, T₆, T₇ -semillas acondicionadas con sacarosa, manitol y NaCl-, los cuales no difirieron significativamente entre sí (Cuadro 2). Este comportamiento era de esperarse, debido a que la promoción de la germinación se atribuye a las propiedades osmóticas de las soluciones y no a las químicas (Thanos y Georghiou, 1988).

Los tratamientos con polietilenglicol (T₂) y con agua por medio de dos ciclos de hidratación - deshidratación (T₃), también resultaron adecuados para incrementar el porcentaje de germinación final en ambas variedades (Cuadro 2), aunque en la Hatuey-1 los resultados fueron significativamente inferiores a los obtenidos con el tratamiento T₄. Al parecer, dichos procedimientos disminuyeron la capacidad germinativa de las semillas menos vigorosas del lote (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores promedio del porcentaje final de germinación (GF), de la velocidad de germinación (T₅₀), del porcentaje de semillas vivas no germinadas (VNG) y del porcentaje de semillas muertas (SM) en *C. sativus*, como consecuencia de los tratamientos pregerminativos aplicados de hidratación parcial.

Tratamientos	Hatuey-1				Japonés			
	GF	T ₅₀	VNG	SM	GF	T ₅₀	VNG	SM
T ₁	68.0d	3.26a	30.0a	1.7c	81.6b	2.0a	16.4a	2.0b
T ₂	90.4b	0.90c	1.6b	9.0b	92.8a	0.6d	6.5c	0.7c
T ₃	88.4bc	0.71c	—	11.6b	92.0a	0.5d	8.0b	—
T ₄	97.2a	1.20b	2.8b	—	93.6a	0.9c	6.4c	—
T ₅	81.6c	1.26b	1.0b	17.4a	88.2ab	1.2bc	—	11.8a
T ₆	82.4c	1.26b	—	17.0a	88.5ab	1.2bc	—	11.5a
T ₇	81.6c	1.32b	—	18.4a	87.0a	1.2bc	1.0d	12.0a

Las medias marcadas con letras distintas en la misma columna, difieren significativamente a $p < 0.05$ de acuerdo con la prueba de Duncan.

Todos los tratamientos pregerminativos ensayados aceleraron significativamente la germinación de ambas variedades de pepino con respecto al testigo (Cuadro 2). Los mejores resultados se obtuvieron con T₂ y T₃, que lograron disminuir a menos de un día el tiempo necesario para alcanzar 50% de la germinación. Tal efecto podría deberse a la

barrera de absorción del agua que impone la solución osmótica empleada -polietilenglicol 4000-, y a la repetición del ciclo de hidratación - deshidratación, que permite alcanzar rápidamente un adecuado nivel de humedad en una gran proporción de las semillas, y con ello uniformar y acelerar el momento de inicio de la germinación.

Las semillas almacenadas presentaron mayores porcentajes de germinación final que las frescas no tratadas (Cuadro 3). En ambas variedades el almacenamiento durante un año a 15°C, eliminó cualquier tipo de dormancia que pudiera existir en las mismas. Un resultado similar alcanzaron Edwards et al. (1986), almacenando semillas frescas de pepino durante seis meses a 22 ± 2°C. Nikolaeva (1982) planteó la necesidad de este tratamiento -postmaduración en seco- para representantes de algunas familias tropicales, como una vía que permite eliminar la dormancia embrionaria. Roberts (1963) señaló que la velocidad del proceso de postmaduración es termodependiente.

Bajo condiciones óptimas las semillas frescas de pepino exhiben una germinación satisfactoria (Edwards et al., 1986), aunque Shifriss y George (1965) y Nienhuis y Lower (1981) encontraron dormancia en algunas variedades de pepino. Por lo tanto, el objetivo de nuestro almacenamiento no consistió en la eliminación de la dormancia, sino en el envejecimiento de las semillas para recuperar su vigor. Este resultado no se logró con el tratamiento pregerminativo empleado (T₄), debido a que el almacenamiento bajo las condiciones de estudio afectó la viabilidad de las semillas que no pudieron eliminar la dormancia (Cuadro 3).

Cuadro 3. Valores promedio del porcentaje final de germinación (GF), del porcentaje de semillas vivas no germinadas (VNG), y del porcentaje de semillas muertas (SM) de *C. sativus*, como consecuencia de los tratamientos pregerminativos empleados. Las medias marcadas con letras distintas en la misma fila difieren significativamente a P < 0.05 de acuerdo con la prueba de Duncan.

Variedades/Caracteres	Tratamientos			
	I	II	III	IV
Hatuey-1				
GF	68.0c	97.0a	88.0b	88.0b
VNG	30.0	2.8	—	—
SM	2.0b	—	12.0a	12.0a
Japonés				
GF	81.6b	93.0a	88.8ab	92.0a
VNG	16.4	6.4	—	—
SM	2.0b	—	11.8a	8.0a

I Semillas frescas (testigo).

II Semillas frescas sometidas al tratamiento T₄.

III Semillas almacenadas (testigo).

IV Semillas almacenadas y sometidas al tratamiento T₄.

El tratamiento T₄, al igual que los demás ensayados, es recomendable para suprimir la dormancia o acelerar el proceso de postmaduración en semillas frescas de estas dos variedades de pepino, pero no en las almacenadas durante un año a 15°C. Levitt y Hamm

(1943) lograron también apresurar significativamente el proceso de postmaduración en semillas de *Taraxacum kok-saghyz* al osmocondicionarlas en soluciones salinas; lo que indica que la hidratación parcial de las semillas activa reacciones bioquímico-fisiológicas que permiten su maduración, pero en virtud de limitaciones hídricas no induce la germinación.

En general, nuestros resultados permitieron comprobar una vez más la efectividad del modelo de hidratación parcial propuesto por Orta et al. (1993a) para acondicionar o incrementar el porcentaje de germinación final en semillas de hortalizas, utilizando sólo agua como medio de imbibición.

LITERATURA CITADA

- Bewley, J. D. y M. Black. 1978. Physiology and biochemistry of seeds in relation to germination: development, germination and growth. Vol. 1. Springer-Verlag. Berlín, Heidelberg, Nueva York. 306 pp.
- Bradford, K. J., J. J. Steiner y S. E. Trawatha. 1990. Seed priming influence on germination and emergence of pepper seed lots. *Crop Sci.* 30: 718-721.
- Brocklehurst, P. A. y J. Dearman. 1983a. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. *Ann. Applied Biol.* 102: 577-584.
- Brocklehurst, P. A. y J. Dearman. 1983b. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. II. Seedling emergence and plant growth. *Ann. Applied Biol.* 102: 585-593.
- Burgas, R. W. y A. A. Powell. 1984. Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. *Ann. Bot.* 53: 753-757.
- Edwards, M. D., R. L. Lower y J. E. Staub. 1986. Influence of seed harvesting and handling procedures on germination of cucumber seeds. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111: 507-512.
- Gray, D. 1979. The germination response to temperature of carrot seeds from different umbels and times of harvest of the seed crop. *Seed Sci. Technol.* 7: 169-178.
- Hegarty, T. W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. *Plant Cell & Env.* 1: 101-119.
- Henckel, P. A. 1982. Fisiología de la resistencia de las plantas al calor y a la sequía (en ruso). Nauka. Moscú. 280 pp.
- Heydecker, W., J. Higgins y R. L. Gulliver. 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature (London)* 246: 42-44.
- Heydecker, W., J. Higgins y Y. J. Tuner. 1975. Invigoration of seeds. *Seed Sci. Technol.* 3: 881-888.
- Khan, A. A., K. L. Tao, S. Kngpl, B. Borkowska y L. E. Powell. 1978. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. *Acta Hort.* 83: 267-278.
- Khan, A. A., N. H. Peck, A. G. Taylor y C. Samimy. 1983. Osmoconditioning of beet seeds to improve emergence and yield in cold soil. *Agronomy Journal* 75: 788-794.
- Levitt, L. H. y P. C. Hamm. 1943. A method of increasing the rate of seed germination of *Taraxacum kok-saghyz*. *Pl. Physiol.* 18: 288-293.
- Nienhuis, J. y R. L. Lower. 1981. The effects of fermentation and on germination of cucumber seeds at optimal and suboptimal temperatures. *Cucurbit Genet. Coop. Rpt.* 4: 13-15.
- Nikolaeva, M. G. 1982. Dormancia de las semillas. In: Prokofiev, A. A. (ed.). Fisiología de las semillas. Cap. 4 (en ruso). Nauka. Moscú. 317 pp.
- Orta, R., J. A. Sánchez, B. Muñoz y E. Calvo. 1993a. Imbibición en agua vs. soluciones de imbibición poliméricas en los tratamientos basados en la hidratación - deshidratación de semillas. In: Resúmenes del IV Simposio de Botánica. Editora Palacio de las Convenciones. La Habana, Cuba. p. 319.

- Orta, R., J. A. Sánchez, B. Muñoz y E. Calvo. 1993b. Tratamientos acondicionadores y robustecedores de semillas y su efecto sobre el comportamiento reproductivo de las plantas. I. Siembra temprana del tomate. In: Resúmenes del IV Simposio de Botánica. Editora Palacio de las Convenciones. La Habana, Cuba. p. 319.
- Prisco, J. J., C. R. Haddad y J. L. Bastos. 1992. Hydratation - dehydration seed pre-treatment and its effects on seed germination under water stress conditions. *Rev. Brasil. Bot.* 15: 31-35.
- Roberts, E. H. 1963. An investigation of inter-varietal differences in dormancy and viability of rice seeds. *Ann. Bot.* 27: 365-369.
- Rowse, H. R. 1987. Methods of priming seed. UK Patent No., application 8717469.
- Shifriss, O. y W. L. George. 1965. Delayed germination and flowering in cucumbers. *Nature (London)*. 206: 424-425.
- Snyder, F. W. 1974. Maturity effects on fruit characteristics, germination, and emergence of sugarbeet. *J. Amer. Soc. Sugar Beet Technol.* 18: 87-95.
- Thanos, C. A. y K. Georghiou. 1988. Osmoconditioning enhances cucumber and tomato seed germinability under adverse light conditions. *Isr. J. Bot.* 37: 1-10.
- Watts, V. M. 1938. Rest period in cucumber seeds. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* 36: 652-664.