

ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO DE SEMILLAS

APLICACION AL CULTIVO DE PIMIENTOS

Por: Tamira Gimenez Sampaio *
Norton Victor Sampaio *
Norma Retamal Parra **
José M. Duran Altisent **

1. INTRODUCCION

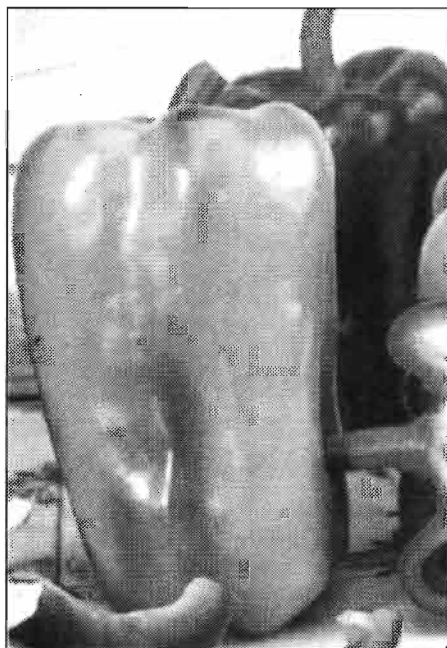
La alta competitividad del mercado, unida a la búsqueda de cultivos cada vez más rentables, está propiciando la aparición de nuevos tratamientos de presembrados destinados a mejorar el desarrollo de las semillas en el campo. Así, la práctica de los tratamientos estimuladores de la germinación ha alcanzado en los últimos años un importante desarrollo convirtiéndose para determinadas especies, en un procedimiento casi normal en el conjunto de operaciones de manipulación de las semillas.

Generalmente, los pretratamientos anteriormente aludidos están destinados a uniformar todos los estados que caracterizan la producción vegetal, que se extienden desde la nascencia hasta la cosecha, lo que está relacionado a las características morfológicas, fisiológicas o genéticas que presentan las semillas.

Si lo anterior expuesto es verdadero para un gran número de especies vegetales, adquiere mayor importancia cuando se trata de semillas hortícolas. Ya sea por su forma, tamaño, peso, falta de uniformidad en la germinación, presencia o ausencia de determinados reguladores del crecimiento, latencia o dormición, u otras cau-

(*) Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), 70750-BRASILIA (Brasil).

(**) Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica, 28040-MADRID.



De Clause

sas, las semillas hortícolas suelen presentar algunas dificultades que pueden comprometer seriamente el proceso productivo en el que normalmente participan.

2. TRATAMIENTOS DIRIGIDOS A LAS SEMILLAS

Dos tipos fundamentales de tratamientos pueden ser realizados: 1) Los de aplicación externa, que normalmente pueden ser practicados sobre cualquier tipo de semillas y 2) los denominados especiales,

que afectan al metabolismo interno de las mismas.

El primer caso se puede ejemplificar con: 1) El empleo de tratamientos fitosanitarios (fungicidas, insecticidas, bactericidas, etc.) y 2) la inoculación con microorganismo- (Rhizobium, micorrizas, etc.), cuya asociación simbiótica a través del sistema radicular de la joven plántula repercutirá beneficiosamente sobre el cultivo.

Dentro del grupo de tratamientos que afectan el metabolismo de las semillas, es bastante conocido el uso de las denominadas técnicas de escarificación (con ácidos o álcalis concentrados), la estratificación (fría, caliente y/o fría/caliente) y la vernalización. Todas ellas van dirigidas a facilitar la germinación a través de la eliminación de aquellos obstáculos o impedimentos de naturaleza física, química o biológica que, como la presencia de un tegumento duro o los fenómenos de latencia, se oponen a la germinación del embrión, que es en definitiva el que puede y debe germinar.

Otra práctica, utilizada con el objetivo de acortar el ciclo de cultivo y conseguir poblaciones más uniformes, es el uso de semillas pregerminadas, suspendidas en geles apropiados, que se distribuyen en el suelo mediante sembradoras especiales, método que recibe el nombre de siembra fluida.

Debido a dificultades aún no resueltas para su aplicación a gran escala, algunos tratamientos deben ser todavía clasificados como experimentales. Dentro de esta categoría se encuentran todos aquellos



Salón Europa del Centro de Exposiciones de la RAI durante la celebración de la NTV 93. Productos hortícolas, flores y accesorios para invernaderos llenaron este salón durante los cuatro días que duró la feria, en la que estuvo presente un redactor de nuestra revista AGRICULTURA

que están relacionados con algunas técnicas novedosas, como pueden ser la hidratación y secado, el acondicionamiento osmótico y la infiltración de sustancias útiles para la germinación, o la aplicación de diferentes tipos de radiaciones (rayos y, rayos X, microondas, UV, R-FR e IR, entre otras).

No pudiendo describir todas las técnicas utilizadas con igual profundidad, en este trabajo hemos centrado la atención en las técnicas de acondicionamiento osmótico e hidratación y secado de semillas.

3. ACONDICIONAMIENTO OSMOTICO

El tiempo que transcurre desde la siembra hasta el establecimiento de una densidad de plantas adecuada, constituye una fase crucial para todos los cultivos. Lo anteriormente indicado es significativamente importante para algunas especies, dentro de las cuales se encuentran las hortícolas, donde la falta de uniformidad y la irregularidad de la nascencia pueden tener un importante impacto en todas las fases posteriores del proceso productivo, así como sobre la calidad final del producto.

Generalmente, el suelo no ofrece las condiciones propicias para que las semillas superen, por sí solas, las dificultades con las que deben de enfrentarse a la hora de la germinación y nascencia. Por ello, con cierta frecuencia, las semillas permanecen expuestas a condiciones desfavorables

y pueden sufrir un estrés (temperaturas extremas, déficit o exceso de humedad, salinidad, pH desfavorable, costra, ataque de plagas y/o patógenos, etc.) más o menos acusado que impida la consecución de una densidad adecuada.

Lo que acabamos de exponer cobra mayor importancia para algunas especies que, además de los problemas ambientales adversos a los que pueden verse expuestas durante las primeras fases de desarrollo, poseen algún mecanismo fisiológico que impide o bloquea la germinación normal de la semilla.

Tratando de acortar el tiempo transcurrido entre la germinación propiamente dicha y la emergencia del cultivo, la bibliografía reciente (ver Referencias Bibliográficas) contempla diversos métodos para estimular la germinación de semillas y/o desarrollo de plántulas. Dentro de tales tratamientos, realizados siempre antes de la siembra, se encuentra el uso de reguladores de crecimiento, la hidratación y secado y el acondicionamiento osmótico.

La imbibición y secado es una técnica que se fundamenta en el conocimiento del proceso de absorción de agua que tiene lugar durante la germinación. En este proceso pueden distinguirse tres etapas: 1) La imbibición rápida y pasiva de agua; 2) un período transitorio, caracterizado por una pequeña entrada de agua, y 3) el estado final, que coincide con la fase inicial de crecimiento o protusión de la radícula.

De las tres fases señaladas en el párrafo anterior, la tercera es irreversible, pues-

to que en ella la semilla ya se considera como germinada. No obstante, si la imbibición se interrumpe en la segunda fase, la semilla puede ser desecada nuevamente hasta recuperar su contenido inicial de humedad, sin que en la mayor parte de los casos se observen daños irreparables desde el punto de vista de su germinación en condiciones controladas de laboratorio o de campo. Las semillas así obtenidas son clasificadas como semillas o preparadas para poder germinar, también denominadas "primed seeds". Se trata de semillas acondicionadas, aptas para germinar rápidamente cuando sean sembradas.

El acondicionamiento que acabamos de describir puede ser conseguido embebiendo las semillas en soluciones que presentan diferentes potenciales osmóticos o simplemente, a través de una hidratación con agua destilada/desionizada, seguida del posterior secado de las mismas.

El acondicionamiento osmótico de semillas constituye una de las técnicas más recientemente desarrolladas. Consiste en realizar una hidratación de las semillas en condiciones controladas, exponiéndolas para ello a una solución acuosa con un potencial osmótico conocido. El proceso debe realizarse de tal forma que permita a las semillas absorber suficiente volumen de agua para activar el metabolismo germinativo, sin que lleguen a producirse situaciones de anoxia (falta de oxígeno para respirar), fermentaciones o se desencadenen procesos desfavorables que puedan comprometer el buen funcionamiento de cualquier mecanismo que, directa o indirectamente se halle implicado en la germinación.

Desde el punto de vista físico, la absorción de agua se detiene justo en el momento en que se igualan las concentraciones osmóticas que desencadenan la absorción inicial de agua por parte de las semillas a través de sus tegumentos. En ese momento, que coincide con la segunda fase de la germinación, el proceso se detiene. Todo ello sucede antes de que la protusión de la radícula pueda observarse.

A pesar de que los fundamentos de la técnica son bien conocidos, todavía quedan muchos aspectos básicos por esclarecer y lo que, desde el punto de vista aplicado es más importante, todavía falta una tecnología concreta que permita su aplicación correcta. No obstante, la técnica del acondicionamiento osmótico de semillas ha despertado tal interés que la literatura especializada en este tema ofrece constantes innovaciones, y el número de especies que han sido ensayadas es ya muy elevado.

La mayor parte de los estudios realizados apuntan hacia alguno de los siguientes objetivos: 1) Encontrar las sustancias osmocondicionantes más adecuadas para cada especie; 2) conocer cuales son las concentraciones óptimas para cada sus-

SEMILLAS • NUEVOS CULTIVOS

Tabla 1. Sustancias frecuentemente empleadas en el acondicionamiento de semillas.

SUSTANCIAS	FORMULA
INORGANICAS:	
Cloruro sódico	NaCl
Fosfato disódico	Na ₂ HPO ₄
Fosfato monopotásico	KH ₂ PO ₄
Fosfato potásico	K ₃ PO ₄
Nitrato amónico	NH ₄ NO ₃
Nitrato cálcico	Ca(NO ₃) ₂
Nitrato de aluminio	Al(NO ₃) ₃
Nitrato de cobalto	Co(NO ₃) ₂
Nitrato potásico	KNO ₃
Nitrato sódico	NaNO ₃
Sulfato magnésico	MgSO ₄
ORGANICAS:	
Glicerol	C ₃ O ₃ H ₈
Manitol	C ₆ O ₆ H ₁₄
Polietilenglicol	PEG: 400-6000

Tabla 2. Especies cultivadas frecuentemente descritas en la bibliografía consultada para realizar el acondicionamiento osmótico de sus semillas.

HORTICOLAS	CULTIVOS EXTENSIVOS
Apio	Cebada
Brocoli	Maíz
Col de Bruselas	Soja
Cebolla	Sorgo
Espinaca	Trigo
Guisante	
Lechuga	
Melón	
Pastinaca	
Perejil	
Pimiento	
Puerro	
Repollo	
Sandía	
Tomate	
Zanahoria	

tancia; 3) determinar la temperatura y el tiempo óptimo de imbibición; 4) encontrar el método de aireación y secado más conveniente y 5) simplificar el proceso al máximo hasta convertirlo en algo completamente factible de ser llevado a la práctica a gran escala. A modo de resumen, las Tablas 1 y 2 recogen algunos ejemplos de las especies cultivadas (Tabla 1) y de las sustancias (Tabla 2) más comúnmente utilizadas en el acondicionamiento osmótico de semillas.

En términos generales se puede señalar que los resultados obtenidos han sido tan prometedores que, en el momento actual, el acondicionamiento osmótico de semillas representa una técnica de vanguardia y quizás de futuro en lo que a tecnología de semillas se refiere. Basándose en los conceptos clásicos de vigor y en los resultados de sus propia sin investigaciones, algunos autores incluso ven en este método la capacidad de "revigorar" semillas.

4. RESULTADOS OBTENIDOS EN SEMILLAS DE PIMIENTO

Los ensayos de germinación realizados con semillas de pimiento confirman las ventajas normalmente observadas a través del pre-acondicionamiento osmótico. La Fig. 1 muestra como la velocidad de germinación más elevada corresponde a las semillas preacondicionadas con NO₃ 0.3 M o con agua destilada. También puede observarse como las semillas pre-acondicionadas ("primed") alcanzan su máxima germinación (85 %) tan solo 5 días después de haber iniciado la imbibición, mientras que las semillas testigo tardan 12 días para alcanzar resultados similares.

En condiciones de campo las semillas pre-acondicionadas demostraron un comportamiento coherente con los resultados presentados en laboratorio. La Fig. 2 ilustra como en condiciones de campo la emergencia de las semillas pre-acondicionadas, independientemente del pre-tratamiento osmótico utilizado, siempre fue superior a la obtenida con semillas testigo, tanto en relación a las tasas de velocidad como al porcentaje final de emergencia.

Por último, las ventajas observadas para las semillas pre-acondicionadas (Fig. 1 y 2), en lo que podríamos denominar condiciones controladas, ya sea de laboratorio o de invernadero, también se ponen de manifiesto cuando se analizan en condiciones de campo. Así por ejemplo, el peso fresco de las plántulas, ya sea considerados en su totalidad o a través de sus órganos (tallo + hojas y raíz), a los 50 días de efectuada la siembra al aire libre, dio lugar a diferencias muy significativas (Fig. 3), entre las semillas pre-acondicionadas, ya sea con agua, fosfato potásico o nitrato potásico frente al testigo. En todos los casos las aplicaciones del nitrato potásico, a una concentración de 0.3 M fueron las más interesantes, lo que abre buenas perspectivas con vistas a la siembra directa de pimiento.

Cualesquiera que sean los puntos de vista que puedan mantenerse al respecto, hay que tener muy en cuenta que todavía queda un largo camino por recorrer, especialmente en lo que se refiere a dilucidar cuales son los mecanismos que operan en las semillas osmóticamente acondicionadas y a los posibles efectos que este tipo de tratamientos producen sobre ellas. Sólo con el esclarecimiento de tales premisas podrá hacerse un uso más efectivo de esta nueva herramienta puesta a disposición del sector productor o comercializador de semillas, de forma que, aplicada sólo o conjuntamente con otras técnicas, venga a mejorar el comportamiento de las semillas para cada una de las condiciones específicas que pueden encontrarse.

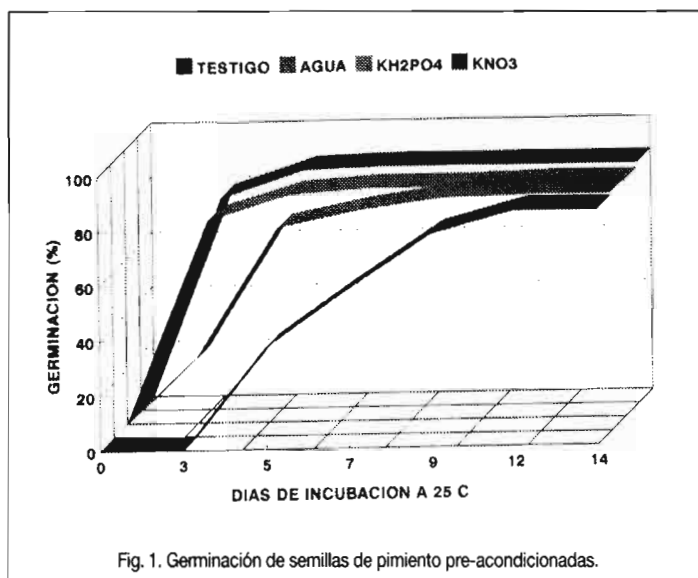


Fig. 1. Germinación de semillas de pimiento pre-acondicionadas.

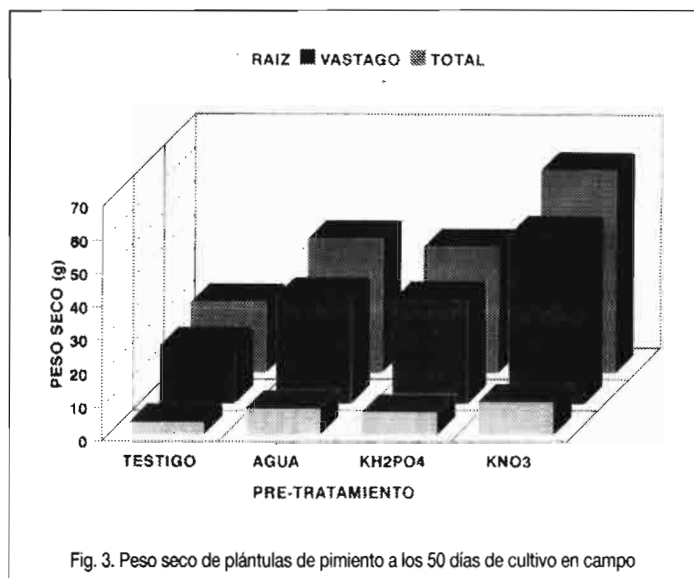


Fig. 3. Peso seco de plántulas de pimiento a los 50 días de cultivo en campo

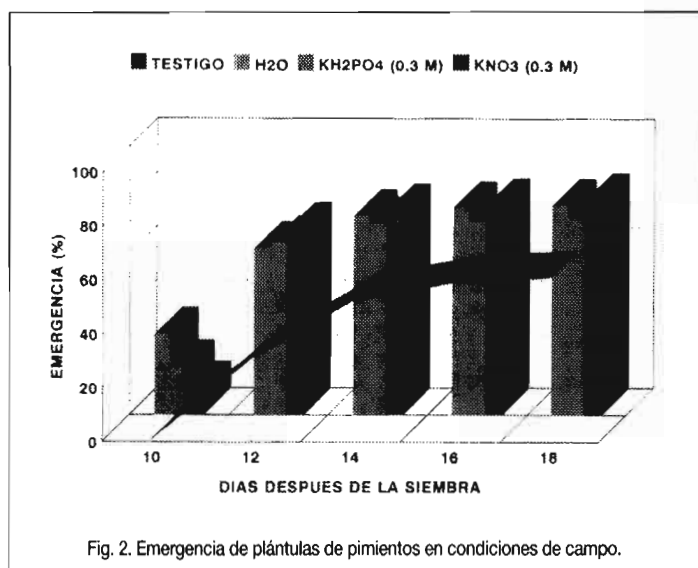


Fig. 2. Emergencia de plántulas de pimientos en condiciones de campo.



Variedad de sandía Oasis F₁ de Harris Moran, presentada en la feria NTV '93 Amsterdam.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALJARO, U. A. y WYNEKEN, H. L. (1985) Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) y sus efectos sobre la germinación y emergencia. *Agricultura Técnica*, 45, 293-302.
- ALVARADO, A. D., BRADFORD, K. J. and HEWITT, J. D. (1987). Osmotic Priming of Tomato Seeds: Effects on germination, field emergence, seedling growth, and fruit yield. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 112, 427-432.
- ARGERICH, C.A. and BRADFORD, K.J. (1989). Priming, ageing and seed vigour. *J. Exp. Bot.*, 40, 543-598.
- BRADFORD, K.J. (1986). Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortSc.*, In: *Proc. Sym. Seed Germination under Environmental Stress*, 21, 1105-1112.
- BURGASS, R.W., and POWELL, A.A. (1984). Evidence for repair processes in the invigoration of seeds by hydration. *Ann. of Bot.*, 53, 753-757.
- COME, D. (1970). Les obstacles a la germination. *Masson, Paris*, 162 p.
- DEARMAN, J., BROCKLEHURST, P. A. and DREW, R. L. K. (1987). Effects of osmotic priming and ageing on the germination and emergence of carrot and leek seed. *Ann. Appl. Biol.*, 111, 717-722.
- DURAN, J.M. (1989). Pre-acondicionamiento y recubrimiento de semillas hortícolas. *Agricultura*, 679, 128-131.
- EDWARDS, R.L., and SUNDSTROM, F.J. (1989). Pepper seed respiration, germination, and seed development following seed priming. *HortSc.*, 24, 343-345.
- GIMENEZ SAMPAIO, T., SAMPAIO, N.V. y DURAN, J.M. (1991). Acondicionamiento osmótico de semillas de pimiento. IX Reunión Nacional de la Sociedad Española de Fisiología Vegetal - II Congreso Hispano-Luso de Fisiología Vegetal, Madrid, 444.
- GIMENEZ SAMPAIO, T., SAMPAIO, N.V. y DURAN, J.M. (1991). Acondicionamiento osmótico y recubrimiento de semillas. III Symposium Nacional de Semillas, Sevilla, 259-278.
- HENDRICKS, S.B. and TAYLORSON, R.B. (1974). Promotion of seed germination by nitrate, nitrite, hydroxylamine, and ammonium salts. *Pl. Physiol.*, 54, 304-309.
- MURRAY, G. A. (1990). Priming sweet corn seed to improve emergence under cool conditions. *HortSc.*, 25, 231.
- PILL, E. and EVANS, T.A. (1991). Seedling emergence and economic yield from osmotically primed or hydrated seeds of carrot (*Daucus carota* L.). *J. Hort. Sci.*, 66, 67-74.
- THANOS, C.A., GEORGHIOU, K. and PASSESAN, H.C. (1989). Osmoconditioning and ageing of pepper seeds during storage. *Ann. Bot.*, 63, 65-69.