

Germinación de semillas a temperaturas adversas

Tanira Gilménez Sampalo*
Norton Victor Sampaio*
José M. Durán Altisent**

INTRODUCCION

Dentro de un contexto cada vez más competitivo, la moderna Agricultura exige un perfeccionamiento constante de todos los medios que participan en el proceso productivo. Es indudable que, el establecimiento en el campo de una densidad adecuada de plantas constituye una de los objetivos más importantes que debe ser alcanzado por cualquier agricultor que aspire a obtener el máximo rendimiento de su cosecha. En la mayor parte de los casos, la falta de uniformidad, el retraso y la irregularidad de la nascencia pueden jugar un papel muy importante en las fases posteriores del cultivo.

Desde el momento en que una semilla germina hasta que de ella emerge una planta que se instala definitivamente en el suelo, debe enfrentarse con una serie de situaciones muchas veces desfavorables —especialmente en nuestras condiciones de cultivo— como pueden ser la escasa preparación del lecho de siembra, la poca humedad del suelo en el momento de efectuar la siembra, posibles ataques de plagas y/o enfermedades o las adversidades climatológicas. En este artículo concentraremos nuestro interés en analizar tan sólo el comportamiento de las denominadas semillas *priming* (pre-tratadas) ante condiciones adversas de temperatura, dando ejemplos de cómo se comportan las semillas de pimiento cuando se someten a diferentes tratamientos de acondicionamiento osmótico.

TEMPERATURAS ADVERSAS

En nuestras latitudes es bastante común la presencia de temperaturas extremas en el suelo, por debajo o por encima de las temperaturas óptimas, en el momento de iniciar la época de siembra. Lógicamente, el problema al que nos estamos refiriendo

se cobra especial importancia cuando se trata de la siembra directa, siendo menos dramático cuando se trata de un semillero, realizado normalmente al abrigo de temperaturas desfavorables. En el primer caso (temperaturas bajas) el problema ocurre normalmente en siembras de primavera, cuando se realizan coincidiendo con períodos lluviosos y fríos. En este sentido, uno de los ejemplos más conocido lo constituye el caso del maíz, que hace ya algunos años, en Estados Unidos dio lugar al origen del denominado test del frío (*cold test*) para evaluar el vigor de los granos de maíz con vistas a lograr el mayor establecimiento posible de plantas útiles, cuando eran sembrados en condiciones desfavorables de baja temperatura y alta humedad del suelo. En el caso de que se produzcan temperaturas más altas de las óptimas para la germinación, como suele ocurrir en los casos de siembras tardías de primavera/verano, el efecto perjudicial está más relacionado con las características de cada especie, lo que cobra especial interés cuando se trata de plantas horticolas.

A pesar de los esfuerzos realizados hasta la hora, todavía se desconocen muchos de los motivos por los que las semillas de un gran número de especies cultivadas germinan con dificultad. No obstante, se han sugerido algunas interpretaciones, tales como: a) Cambios en las membranas que confinan los orgánulos o las estructuras directamente implicadas con la germinación; b) la desnaturalización de proteínas capaces de controlar los procesos germinativos y c) presencia o ausencia de determinadas hormonas, aminoácidos o moléculas esenciales en un momento dado. De cualquier forma, todo parece indicar que las semillas «perciben» de algún modo las señales ambientales que como la temperatura, la luz, la humedad y la concentración de oxígeno en la atmósfera circundante —cuando se encuentran en con-

LA ALTERNATIVA DEL «PRIMING»

(*) Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

(**) Dpto. Producción Vegetal: Fitotecnia Escuela T.S. Ingenieros Agrónomos.

diciones adecuadas- desencadenan y permiten de desarrollo normal de un proceso tan complicado como es su germinación. Aunque todavía queda un largo camino por recorrer, los estudios más recientes apuntan a que los sensores que perciben dichas señales se localizan preferentemente en las membranas de algunas cé-

lulas, que como las de aleurona, recubren y tapizan interiormente muchas semillas, cuyas propiedades cambian continuamente con las variaciones térmicas del ambiente.

PRE-ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO

Entre las diversas alternativas que pueden plantearse a la hora de intentar resolver o superar los problemas que suelen plantear las temperaturas adversas del suelo en el momento de la implantación del cultivo, el pre-acondicionamiento osmótico (*priming*) es una de las más prometedoras. Los efectos beneficiosos de esta técnica han despertado tal interés que la li-

teratura especializada en este tema presenta constantes innovaciones. El número de especies con las que se han realizado ensayos también es muy elevado (Tabla 1).

El *priming* es una técnica que se fundamenta en el proceso de absorción de agua que tiene lugar durante las primeras fases de la germinación. Consiste en realizar una hidratación de las semillas en condiciones controladas, exponiéndolas para ello a una solución acuosa capaz de desarrollar un potencial osmótico negativo (fuerza de succión) conocido. Para ello se pueden utilizar distintas sustancias orgánicas o inorgánicas (Tabla 2) o simplemente agua. De algún modo, el proceso que se intenta llevar a cabo recuerda la vieja tradición de colocar en remojo, un día antes de la siembra, las semillas de algunas especies horti-

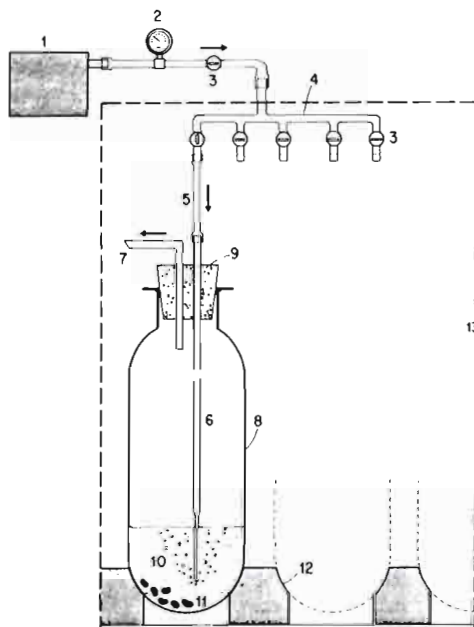


FIG. 1: Esquema del equipo utilizado para el acondicionamiento de semillas de pimienta (*Capsicum annuum L.*): 1, Bomba de circulación de aire; 2, manómetro; 3, llave de paso; 4, distribuidor de aire; 5, tubo de inyección; 6, micropipeta para la inyección de aire; 7, tubo de salida de aire; 8, recipiente portasemillas; 9, tapón de goma; 10, solución osmocondicionadora; 11, semillas; 12, soporte y 13, cámara con temperatura controlada.

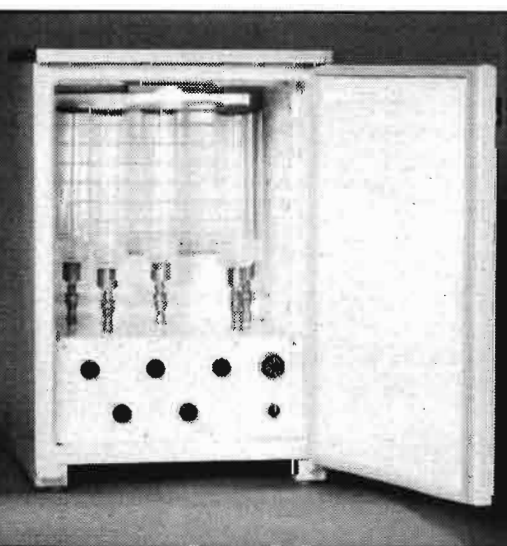


FIG. 2: Cámara para el tratamiento osmótico (*priming*) de pequeñas cantidades de semillas.

TABLA Nº 1: ESPECIES CULTIVADAS CUYAS SEMILLAS RESPONDEN POSITIVAMENTE AL ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO

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

TABLA Nº 2: 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

SEMILLAS • NUEVAS TECNICAS

colas, como el melón o el tomate. Este 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 falta de oxígeno (anaerobiosis o anoxia), imprescindible para poder mantener la respiración de las semillas, lo que desencadenaría la aparición

de la aparición de la primera y la última semilla germinada. La Fig. 3 muestra la germinación de semillas de pimiento pre-acondicionadas osmóticamente con soluciones de nitrato potásico (KNO_3), monofosfato potásico (KH_2PO_4), ambos a una concentración 0.3 M, y en presencia de tan sólo agua destilada. Los resultados presentados fueron facilitados por gentileza

de Semillas Selectas «RAMIRO ARNEDO» (Calahorra, La Rioja), utilizando para ello una mesa termogradiante regulada entre 16 y 24 C, con saltos térmicos de 2 C. La observación de los resultados anteriormente expuestos pone claramente de manifiesto el efecto positivo de cualquiera de los tratamientos de *priming* que se utilizaron frente a las semillas testigo. Las semillas pre-acondicionadas no sólo alcanzan porcentajes de germinación más elevados cuando se trata de temperaturas óptimas (20-30 C), sino que amplían considerablemente el rango de temperaturas bajo las cuales la germinación puede tener lugar en condiciones favorables (18-32 C).

Desde el punto de vista práctico, los resultados alcanzados con semillas de pimiento aparecen como muy prometedores y permiten señalar que los tratamientos de *priming*, al menos en las semillas de esta especie (Fig. 1) y otras hortalizas u ornamentales (Tabla 3) mejoran considerablemente el porcentaje de germinación que se alcanza cuando se colocan en condiciones favorables de germinación. Por lo tanto, los tratamientos de osmoacondicionamiento de semillas se convierten en una técnica de gran utilidad a la hora de resolver el problema de la siembra directa de pimiento en regiones mediterráneas, donde cabe esperar un extenso rango de temperaturas durante la fase de nascencia.

Las semillas *priming* admiten una manipulación similar a la que recibirían en el caso de que no hubieran recibido ningún tratamiento previo y además, pueden utilizarse con éxito en aplicaciones más novedosas como pueden ser las siembras en lechos fluidos (Fig. 4) o mediante sistemas totalmente automatizados (Fig. 5).

Por último y dado el interés que las modernas técnicas del *priming* suelen despertar en algunos lectores, se indican seguidamente las referencias bibliográficas

TABLA 3: ALGUNOS RESULTADOS QUE ILUSTRAN LOS EFECTOS FAVORABLES DEL ACONDICIONAMIENTO OSMÓTICO DE SEMILLAS DE CULTIVOS HORTICOLAS Y ORNAMENTALES. DATOS FACILITADOS POR FLUID DRILLING LIMITED (WARWICKSHIRE, ENGLAND)

ESPECIE	TRATAMIENTO	INDICES DE GERMINACION ⁽¹⁾		
		TPG	T ₅₀	G
Apio	Testigo	6.2	2.4	82.3
	<i>Priming</i>	1.8	1.5	92.4
Puerro	Testigo	1.8	1.3	96.3
	<i>Priming</i>	0.1	0.4	97.5
Ciclamen	Testigo	16.2	6.6	88.5
	<i>Priming</i>	13.0	3.4	87.0
Pensamiento	Testigo	3.0	5.2	64.1
	<i>Priming</i>	0.1	2.2	68.3
Aster	Testigo	1.0	13.6	50.6
	<i>Priming</i>	0.1	1.9	65.9

⁽¹⁾ Indices de germinación: TPG, Tiempo (días) necesario para que aparezca la primera semilla germinada; T₅₀, Tiempo (días) transcurrido desde la primera germinación (TPG) hasta alcanzar el 50 % de la germinación final y G, porcentaje de germinación final.

de procesos de descomposición, causados por reacciones de fermentación, lo que podría comprometer seriamente el buen funcionamiento de cualquier mecanismo que, directa o indirectamente se halle implicado en la germinación. (Las Fig. 1 y 2 ilustran de forma esquemática y muestran cómo son en realidad los equipos que normalmente se utilizan para el acondicionamiento osmótico de semillas.

RESULTADOS OBTENIDOS EN SEMILLAS DE PIMIENTO

Entre las especies cuyas semillas exigen límites muy estrictos para obtener los mejores índices de germinación, el pimiento es un buen ejemplo. Las semillas de pimiento (*Capsicum annum*, L.) se caracterizan por su falta de uniformidad en el momento de la nascencia. Con frecuencia presentan diferencias de hasta 30 días en-

FIG. 4:
Equipo para la siembra de semillas *priming* en un sistema de lecho fluido: Fluid Drilling Limited®, mod. FD 8000.

