

EL ACONDICIONAMIENTO MATRICO

Una nueva técnica para
mejorar la germinación de
semillas y homogeneizar la
nascencia

Por: José M. Durán Altisent⁽¹⁾; Norma Retamal Parra⁽¹⁾ y Ramón Guasch⁽²⁾



INTRODUCCIÓN

El acondicionamiento mátrico constituye una nueva técnica de tratamiento de semillas que, de forma similar al *priming* (ver AGRICULTURA Febrero, 1993), permite aumentar el porcentaje de germinación, tanto en condiciones controladas, ya sean de laboratorio (ensayos de germinación) o cámaras de pre-germinación (semilleros), como en pleno campo (siembra directa). Por su forma de actuar sobre la germinación se parece al acondicionamiento osmótico, más comúnmente denominado *priming*; sin embargo, presenta algunas ventajas que analizaremos con más detalle y carece de algunos inconvenientes, lo que hacen de él un pre-tratamiento cada vez más utilizado en tecnología de semillas, tanto es así que a partir de 1990 se

han registrado las primeras patentes (US Patent 4.912.874: Solid Matrix Priming of Seeds. Kamterter Products Inc.).

¿QUE ES EL ACONDICIONAMIENTO MATRICO?

Por acondicionamiento mátrico (AM) se entiende un pre-tratamiento de semillas que facilita la absorción de agua por medio de una matriz sólida, sin que se produzca la protusión radicular, que permite la desecación posterior de las semillas sin que se deterioren, de tal forma que acelera la germinación y acorta el período de nascencia, incluso en condiciones poco favorables. Si bien se trata de una técnica nueva, se ha ensayado con éxito en numerosos cultivos, siendo los cultivos de tipo hortícola y ornamentales los que han recibido mayor interés. En la literatura de origen anglosajón, relacionada con acondicionamiento mátrico de semillas, es frecuente encontrar las siglas SMP que significan *solid matrix priming* (acondicionamiento mátrico sólido).

Para entender por qué las semillas acondicionadas, ya sea mediante un tratamiento osmótico o mátrico, aumentan la

germinación y acortan el período de nascencia, es preciso conocer qué ocurre durante las primeras horas de germinación, cuando las semillas secas se colocan en presencia de un sustrato húmedo, ya sea el suelo o un medio de germinación (papel de filtro, turba, mantillo, arena, etc.).

Durante las primeras horas, a veces minutos si se trata de semillas pequeñas o con un gran desarrollo de superficie activa, el agua del sustrato penetra hacia el interior de la semilla en busca del embrión, impulsada por un mecanismo pasivo similar a la fuerza de succión que ejerce un tubo capilar cuando se coloca junto a un recipiente con agua libre. Esta fase de la absorción de agua (Fig. 1) es rápida y normalmente muy intensa, tanto es así que algunas semillas como la soja u otras leguminosas de grano pueden sufrir daños irreparables si no se controla la absorción de agua durante las primeras horas de imbibición. La fase siguiente (Fig.1) se caracteriza por una absorción de agua que transcurre muy lentamente y finaliza con la protusión (aparición) de la radícula. La última fase de absorción de agua vuelve a ser rápida y se ve favorecida por la rotura de los tegumentos que recubren la semilla y se corresponde normalmente con la fase

⁽¹⁾ Departamento de Producción Vegetal: Fito-tecnia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 28040-Madrid.

⁽²⁾ Semillas FITO, S.A., Selva del Mar 111, 08019-Barcelona.

de crecimiento activo de la radícula, aparición de las hojas cotiledonares, lo que conduce finalmente a la emergencia de una nueva plántula.

OBJETIVOS

Con el tratamiento mátrico de semillas se persiguen normalmente uno o varios de los siguientes objetivos: 1) Aumentar el porcentaje de germinación de un lote, especialmente si las condiciones de germinación no son muy favorables; 2) reducir el tiempo de germinación (T_{50}) con objeto de acortar el período de nascencia; 3) HOMOGENEIZAR la emergencia de las plántulas, reduciendo la competencia entre ellas; 4) aumentar el rendimiento y/o la calidad de la cosecha, como consecuencia de las ventajas que representan los objetivos anteriores; 5) colocar a las semillas en condiciones óptimas de humedad durante la fase de germinación, ya que el acondicionamiento mátrico se puede llevar a cabo bajo condiciones favorables de humedad y temperatura; 6) controlar la protusión radicular, evitando que aparezca la radícula mientras dura el tratamiento; 7) lograr un efecto *priming*, es decir se trata de "hacer primerizas" o anticipar la respuesta germinativa de las semillas cuando se coloquen en condiciones favorables para la siembra; 8) algunos autores hablan de la "revigorización" de semillas y 9) dotar a las semillas de una protección física, química o biológica, por medio de sustancias que a modo de aditivos se pueden incorporar con el tratamiento mátrico.

La Fig. 2 nos permite ver el efecto favorable que, según Maguire *et al.* (1994), cabe esperar al aplicar el acondicionamiento mátrico a semillas de *Poa pratensis*. En términos generales podemos señalar que si bien el porcentaje final de plántulas que se establecen, referidas al total de plantas que sobreviven (SPV) es similar (35-40%), durante las primeras fases de desarrollo (≤ 26 días) las diferencias son claramente favorables al tratamiento mátrico con Micro Cel-E®.

VENTAJAS DEL ACONDICIONAMIENTO MATRICO

Frente al acondicionamiento osmótico (*priming*), el acondicionamiento mátrico presenta algunas ventajas que enumeramos seguidamente: 1) No produce toxicidad, ya que las semillas no entran directamente en contacto con las soluciones osmóticamente activas; 2) no se producen efectos negativos como consecuencia de una elección mal realizada de la concentración de sales que contribuyen a crear la presión osmótica en los tratamientos de *priming*; 3) no se produce lixiviación de iones u otras sustancias que normalmente se pierden cuando las semillas están en contacto directo con la solución osmótica-

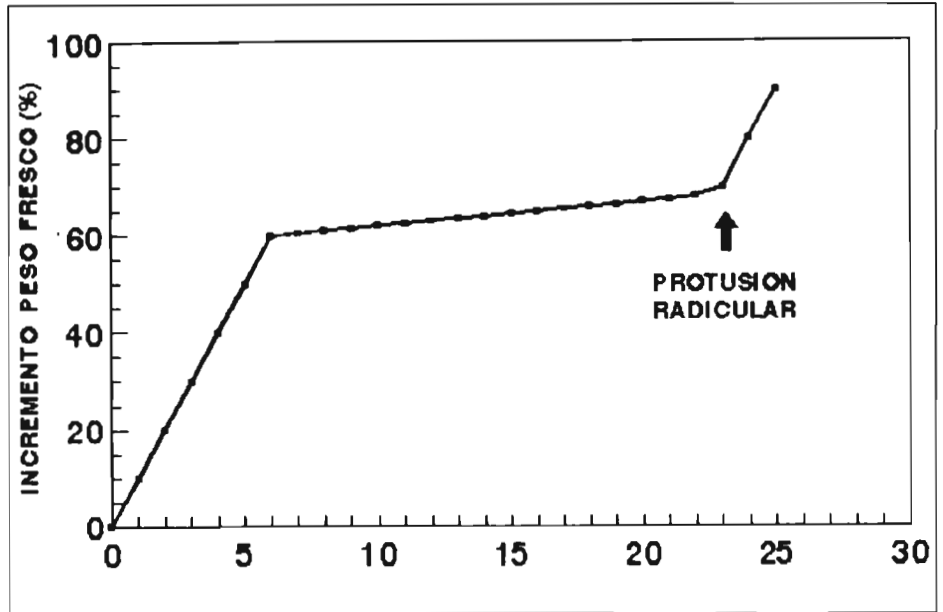


Fig. 1.- Absorción de agua por las semillas durante la germinación. La protusión de la radícula marca el inicio de la fase de crecimiento activo de la plántula. Con el acondicionamiento mátrico se acorta el período de nascencia, tanto en condiciones controladas (cámaras de germinación) como de campo (siembra directa).

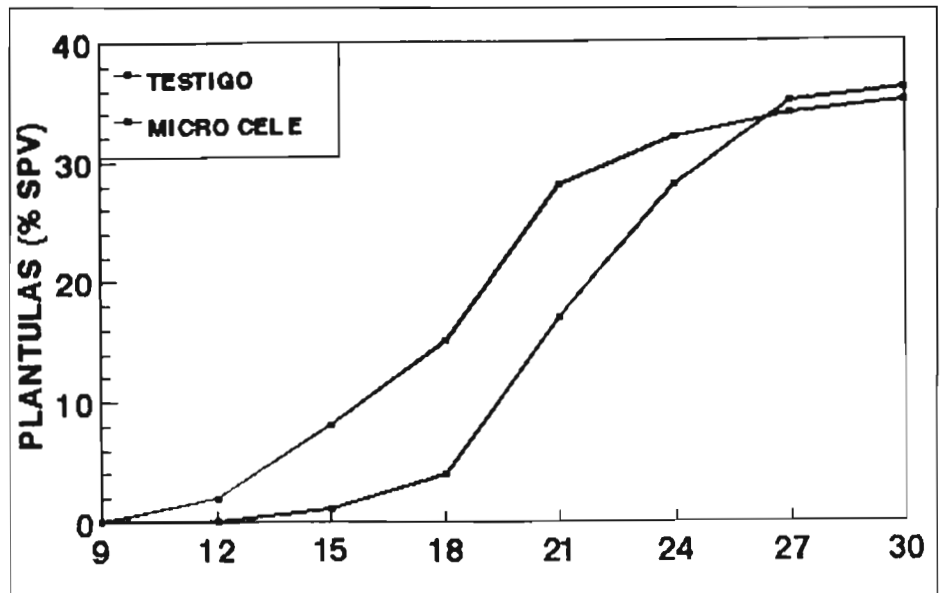


Fig. 2.- Efecto del acondicionamiento mátrico en semillas de una pratense (*Poa pratensis*). El porcentaje de plántulas que emerge, respecto al número de plantas que sobreviven, es muy superior durante las primeras semanas de nascencia.

mente activa; 4) no requieren de un sistema de aireación permanente que asegure la llegada de oxígeno y evite las reacciones de fermentación que normalmente se producirían en un *priming* sin ventilación; 5) no precisan grandes volúmenes, por el contrario pueden realizarse en pequeños recipientes; 6) pueden recibir tratamientos previos de desinfección, como cualquier otro tipo de semilla; 7) pueden incorporarse aditivos de cualquier naturaleza (ferti-

zantes, reguladores de crecimiento, aminoácidos, vitaminas, cofactores, etc.); 8) recientemente se están incorporando formulaciones a base de agentes biológicos capaces de controlar patógenos del suelo a los que las semillas o las plántulas suelen ser especialmente sensibles (*Fusarium*, *Verticilium*, *Phyitium*, *Rhizoctonia*); 9) pueden realizarse utilizando tanto tecnología tradicional poco costosa como avanzada (reactores de laboratorio) y 10) en general

SEMILLAS • CULTIVOS

Tabla 1.- Especies descritas en la bibliografía en las que el acondicionamiento mátrico de sus semillas ha contribuido a aumentar el porcentaje de germinación y ha acortado el periodo de nascencia. S : M : A ; Relación semilla : matriz sólida : agua; M (%), humedad de la semilla y P (MPa), potencial mátrico expresado en mega Pascales.

ESPECIE	S : M : A	DIAS	M (%)	P (MPa)
<i>Beta vulgaris</i>	1:0.2:1.2	7		
<i>Capsicum annum</i>	1:0.4:1.5	3		
<i>Cucumis sativa</i>	16:5:14	7		
<i>Cucumis sativa</i>	16:5:16	7		
<i>Daucus carota</i>	1:0.4:1.5	3		
<i>Lycopersicon esculentum</i>	1:0.4:1.5	3		
<i>Phaseolus vulgaris</i>	20:8:20	2		
<i>Sorghum vulgare</i>	10:2:6	2		
<i>Zea mays</i>	3:6:2	2		
<i>Ammi majus</i>	2:1.4:6	4-7		
<i>Bupleurum griffithii</i>	2:0.6:3	4-7		
<i>Cirsium japonicum</i>	2:0.6:3	4-7		
<i>Festuca idahoensis</i>	16:8:18	2	65	- 2.15
<i>Leymus giganteus</i>	16:8:29	4	53	- 1.28
<i>Poa pratensis</i>	16:8:18	7	50	- 2.10
<i>Poa secunda</i>	16:8:21	4	52	- 2.33
<i>Pseudoroegneria spicata</i>	16:8:24	4	66	- 1.90

son tratamientos poco costosos, lo que permite su aplicación a distintos cultivos, incluso los extensivos (maíz, remolacha).

¿EN QUE ESPECIES SE PUEDE APLICAR?

A partir de los años 90, el acondicionamiento mátrico de semillas se ha aplicado con éxito en diversas especies. En la Tabla 1, sin ánimo de ser exhaustivos, presentamos de forma resumida algunas de las especies cultivadas en las que se han descrito aplicaciones concretas y resultados favorables; entre otras podemos ver especies de gran cultivo (maíz, remolacha o sorgo), horticolas en su mayor parte (judía, pimiento, tomate, o zanahoria), flores (*Ammi majus*, *Bupleurum griffithii*, *Cirsium japonicum*) y pratenses (festuca o poa). Dentro de la misma Tabla, en la segunda columna podemos ver como la relación óptima (S:M:A) entre la cantidad de semilla (S), matriz (M) y agua utilizada (A), expresada en volumen, difiere considerablemente de unas especies a otras, e incluso en algunos casos entre cultivares de la misma especie (*Cucumis sativa*). El número de días que dura un tratamiento de acondicio-

namiento mátrico, si bien es variable según las especies y los autores, podemos decir que se encuentra comprendido entre 2 (maíz dulce) y 7 (remolacha de mesa). El contenido final de humedad (M) al que se llega como consecuencia de un tratamiento mátrico suele ser superior al 50 %, pudiendo llegar en algunos casos (*Festuca* sp.) hasta el 65 %. El potencial mátrico (P), cuando se determina, suele estar comprendido entre - 1.2 y - 2.15 MPa.

LA MATRIZ SOLIDA

La matriz sólida es la base del tratamiento mátrico, por ello los materiales utilizados en el tratamiento mátrico deben ser cuidadosamente seleccionados y debidamente equilibrados (Tabla 1) con los restantes componentes que participan en el tratamiento: Semillas : Matriz : Agua (S:M:A). Normalmente se trata de materiales que presentan una gran capacidad de absorción de agua, que puede alcanzar a 400-600 veces su volumen. Son materiales muy porosos (80-90 %), con una gran superficie específica (90-100 cm²/g), ligeros (80-120 kg/m³), neutros o alcalinos (pH = 7.0 - 8.4), que se suministran en el co-

mercio bajo diferentes granulometrías. Uno de los materiales más conocido es el Micro-Cel E®, si bien otros materiales como Vermiculita #2 ó #5, Agro-Lig®, arcillas expandidas o tierra de diatomeas también pueden ser utilizados con fines similares y por lo general resultan mucho más económicos.

LA TÉCNICA DEL ACONDICIONAMIENTO MÁTRICO

Aunque no existe un protocolo único y algunos procedimientos son objeto de patentes y por consiguiente solo conocidos por quienes los explotan de modo comercial, podemos resumir la técnica del acondicionamiento mátrico de semillas en siete etapas: 1) Desinfección previa de las semillas (optativa) con hipoclorito sódico (lejía) al 0.2 % o trifosfato sódico, para control de algunas virosis; 2) preparación de la matriz sólida combinando las proporciones adecuadas de semilla (S), matriz (M) y agua (A) recomendadas para cada especie; 3) la componente acuosa (A) puede incorporar varios aditivos (fertilizantes, fitosanitarios, reguladores de crecimiento, etc.); 4) almacenamiento de las semillas combinadas con la matriz sólida y el agua a 15-25 °C, durante 2-10 días; 5) lavar con agua corriente y finalmente enjuagar con agua destilada o desionizada para eliminar los restos de la matriz sólida y aditivos que pudieran haber quedado retenidos por la semilla; 6) determinar el potencial mátrico y osmótico que se ha alcanzado, siempre que sea posible y 7) secar gradualmente las semillas hasta restituir la humedad inicial.

SECADO DE LAS SEMILLAS

El secado final de las semillas acondicionadas mátricamente es una fase muy delicada que debe ser llevada a cabo con gran esmero. La pérdida brusca de agua puede conducir a roturas en los tegumentos que ocasionen daños irreparables. No debemos olvidar que algunas semillas llegan al final del acondicionamiento mátrico con un porcentaje de humedad superior al 60 % y que en la mayor parte de los casos será necesario reducir el contenido en humedad por debajo del 15 %. El secado se puede hacer de varias formas: Simplemente al aire; en estufa con o sin aire forzado, a temperatura ambiente o con aire caliente (≤ 35 °C), mediante centrifugación, etc. El empleo de microondas o rayos infrarrojos, al no poder controlar adecuadamente la temperatura que se alcanza en el interior del horno donde se producen, son muy peligrosos. Khan (1992), para judía recomienda emplear una corriente de aire (0.7 - 1.4 m/s) caliente (34 - 36 °C) y seco (HR = 40 %) durante el periodo de tiempo que sea necesario para reducir la humedad relativa de la semilla desde el 47 al 13 %.