

María de las Mercedes Longás
María Laura Supiciche
Guillermo. R. Chantre
Mario R. Sabbatini

Las ingenieras agrónomas Longás, alumna de posgrado, y Supiciche, becaria de CONICET, y los doctores Chantre y Sabbatini, investigadores del CONICET, son docentes del Departamento de Agronomía, UNS.
Contacto: mmlongas@criba.edu.ar

Termo-inhibición y control hormonal en semillas de malezas

El entendimiento de los procesos fisiológicos que regulan la germinación y emergencia de las plantas hacen al conocimiento de la ecología de las especies problema, requisito para una óptima planificación de su control.

Dormición fisiológica en malezas anuales invernales

Entre las numerosas estrategias que poseen las plantas para asegurar su éxito, se encuentra la dormición seminal. Una semilla se encuentra dormida cuando por alguna condición interna, su germinación se ve impedida en circunstancias hídricas, gaseosas y/o de temperatura adecuadas para hacerlo. La dormición innata poseída por las semillas al momento de su dispersión desde la planta madre es conocida como dormición primaria.

La mayoría de las malezas poseen un tipo de dormición primaria denominado fisiológico, en el cual un mecanismo intrínseco del embrión impide la emergencia de la radícula. Este efecto se debe a la restricción física ejercida por las cubiertas seminales (endosperma, perisperma, megagametofito, pericarpio y/o testa) al embrión y a la fuerza requerida por el mismo para atravesarlas. Para poder superar este estado, en el caso de las malezas anuales invernales, la semilla debe pasar por un período de temperatura cálida deno-

minado “post-maduración” (“*after-ripening*”). Durante este lapso de tiempo en la semilla ocurren diferentes procesos fisiológicos: el embrión adquiere el potencial de crecimiento necesario para atravesar las cubiertas que lo rodean, siendo este fenómeno acompañado por la degradación enzimática de las mismas. Estos acontecimientos se encuentran relacionados con cambios en la concentración y sensibilidad hormonal.

La temperatura es el principal factor que regula la germinación. Semillas frescas y maduras que poseen dormición fisiológica no profunda, solo podrán germinar en un rango muy estrecho de temperaturas. Cuando semillas de especies invernales son expuestas a altas temperaturas, su germinación suele ser inhibida denominándose a este fenómeno “termo-inhibición”. En general, los autores hacen referencia a las semillas de especies invernales que germinan a temperaturas óptimas, pero no a sub o supra-óptimas como semillas “condicionalmente dormidas”. En una población de semillas suelen encontrarse tanto semillas dormidas, las cuales no germinan ni en óptimas condiciones, como condicionalmente dormidas.



Foto: *Buglossoides arvensis*.
Brend Haynoid, Wikimedia Commons.

El potencial de crecimiento de la radícula y la resistencia ejercida por las cubiertas seminales varían con la temperatura a la cual se encuentra expuesta la semilla. De hecho, una vez atravesado el período de post-maduración, el potencial de crecimiento del embrión se incrementa.

Importancia ecológica de la dormición

La dormición, es un atributo seminal que optimiza la distribución de la germinación a lo largo del tiempo en una población de semillas. Mientras la simiente permanezca viable en el banco de semillas del suelo, la dormición contribuye a encontrar la mejor ubicación en tiempo y espacio para la germinación y posterior establecimiento de la plántula.

El momento de germinación y emergencia de una maleza es crucial en su ciclo de vida. Por un lado, una emergencia oportuna en el tiempo asegura las condiciones ambientales propicias para el desarrollo de la siguiente generación. Por otro lado, una emergencia más temprana en relación a los competidores otorgará ventajas en la captura de recursos.

Tanto la necesidad de post-maduración en un ambiente cálido como la termo-inhibición, contribuyen a impedir una germinación temprana en prima-

vera-verano, estaciones donde se les complicará subsistir a las plántulas de especies invernales.

Control hormonal de la dormición

El balance hormonal entre el ácido abscísico (ABA) y el ácido giberélico (AG_3) es el principal determinante de la dormición fisiológica. El ABA es la hormona encargada del establecimiento y mantenimiento de la dormición. Entre las funciones que ejerce el GA se encuentra estimular el potencial de crecimiento del embrión y la producción de hidrolasas que debilitan el endosperma antes de que ocurra la germinación. Tratamientos aplicando externamente ácido giberélico pueden romper la dormición fisiológica.

Mediante la aplicación de fluridona (FLU), un inhibidor de la síntesis de ABA, se ha demostrado en diversas especies que una producción constante de ABA por parte del embrión, es indispensable para la inhibición de la germinación a altas temperaturas.

Regulación hormonal sobre la termo-inhibición en *Buglossoides arvensis*

Buglossoides arvensis (= *Lithospermum arvense* L., Boraginacea) (Figura 1) vulgarmente conocida como



Figura 1. Plántula de *Buglossoides arvensis*.

“yuyo moro” o “mijo de sol” es una maleza de cereales de invierno de creciente expansión en el sudoeste. Se trata de una especie dicotiledónea anual, invernal y terofítica, por lo que pasa el verano como semilla. El patrón de emergencia a campo en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires muestra un comportamiento típico de una especie anual facultativa de invierno, mostrando una primera cohorte preeminentemente otoñal (mediados y fines de otoño) y una segunda de menor magnitud hacia principios de primavera, la cual desarrollará luego un ciclo más efímero. *B. arvensis* posee dormición fisiológica leve y trabajos anteriores han demostrado un comportamiento típico de termo-inhibición en un porcentaje de la población.

Con el objetivo de dilucidar la termo-inhibición en semillas de *B. arvensis*, se testeó la germinación a temperatura óptima (15 °C) y supra-óptima (20 °C) en presencia de AG₃ y fluridona. Las semillas evaluadas se encontraban recién cosechadas para posibilitar la expresión del máximo nivel de dormición innato. A temperatura óptima, el porcentaje de germinación

rondó el 70% para el testigo (Figura 2), el agregado de AG₃ tendió a incrementarlo y la fluridona no mostró un patrón fijo de influencia llegando a generar una posible toxicidad a la máxima dosis testeada.

Al incubar las semillas a 20 °C la germinación del testigo no llegó al 20%. El agregado en dosis crecientes de AG₃ desencadenó un incremento paulatino de la germinación hasta alcanzar valores del 80%. Similar sucedió con FLU pero el máximo porcentaje alcanzado fue mucho menor (40%) (Figura 2).

De estos resultados se concluye que el menor porcentaje de emergencia que se observa en primavera-verano, inmediatamente después de la dispersión natural de las semillas, puede deberse a una termo-inhibición dadas las temperaturas imperantes en dicha época. El incremento germinativo debido al tratamiento con FLU a 20 °C sugiere una producción *in-situ* de ABA bajo condiciones desfavorables. Sin embargo, este hecho no explica totalmente la ausencia de germinación a temperaturas supra-óptimas.

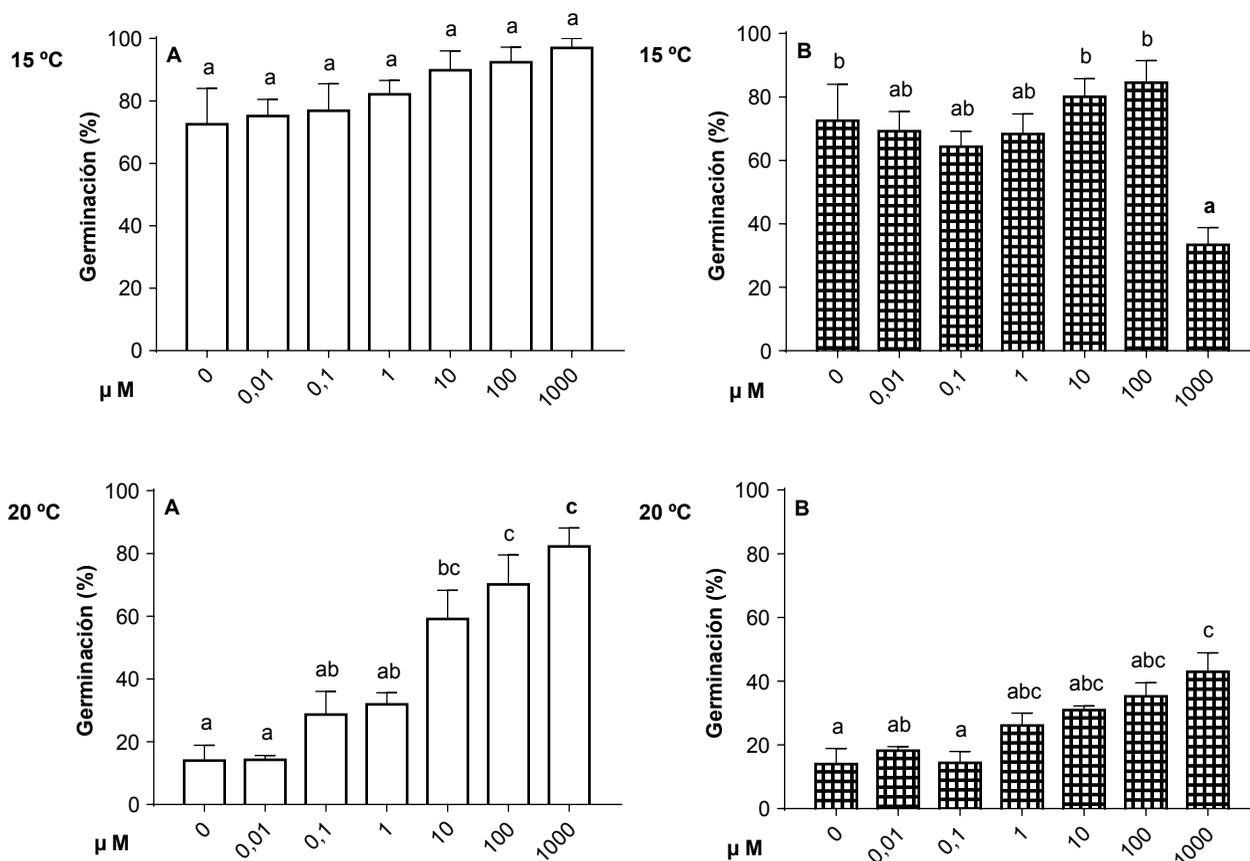


Figura 2. Evaluación de la germinación en semillas dormidas de *Buglossoides arvensis* a temperatura óptima (15 °C) y supra-óptima (20 °C) bajo un gradiente de A) ácido giberélico y B) fluridona. Los porcentajes de germinación fueron determinados luego de 32 días en función de las semillas viables. Las barras sobre las columnas corresponden el error estándar de la media de 3 réplicas. Medias con letras en común no son significativamente diferentes según el test de Bonferroni ($p > 0,05$).

Por otro lado, la presencia en cantidad de AG₃ mostró eficacia en la estimulación de la germinación evidenciando la importancia de dicha hormona en la germinación de la especie.

Al incrementar el AG₃, la relación con el ABA presente debe haber variado y este hecho podría explicar la mayor germinación. A su vez, posiblemente el AG₃ estimuló lo suficiente el potencial de crecimiento del embrión como para superar la influencia negativa sobre el mismo que ejercen las altas temperaturas.

Consideraciones finales

El conocimiento generado contribuye al entendimiento del ciclo de las malezas, insumo crucial para el posterior desarrollo de planes estratégicos de control. A su vez, brinda información de utilidad en modelos de predicción de emergencia de malezas en función de las condiciones ambientales imperantes tanto de sus progenitores como al momento del presunto análisis.

Bibliografía

Baskin, C. C. & Baskin, J. M. (1998). *Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination*. San Diego: Academic Press.

Benech- Arnold, R. L., Sánchez, R. A., Forcella, F., Kruk, B. C. & Ghera, C. M. (2000). Environmental control of dormancy in weed seed banks in soil. *Field Crop research* 67, 105-122.

Gonai, T., Kawahara, S., Tougou, M., Satoh, S., Hashiba, T., Hirai, N. & Yoshioka, T. (2004). Abscisic acid in the thermoinhibition of lettuce seed germination and enhancement of its catabolism by gibberellin. *Journal of Experimental Botany*, 55 (394), 111-118.

Longás, M. M., Chantre, G. R. & Sabbatini, M. R. (2016). Soil nitrogen fertilization as a maternal effect on *Buglossoides arvensis* seed germinability. *Weed Research*, 56 (6), 462-469.