



# Los bancos de semillas y su germinación en ambientes semiáridos

JAIME SÁNCHEZ\*, GISELA MURO\*, JOEL FLORES\*\*, ENRIQUE JURADO\*\*\*, JORGE SAENZ-MATA\*

\* Universidad Juárez del Estado de Durango.

\*\* Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, A.C.

\*\*\* Universidad Autónoma de Nuevo León.

Contacto: [j.sanchez@ujed.mx](mailto:j.sanchez@ujed.mx)



## El concepto de estrategia germinativa

Una estrategia incluye un conjunto de características agregadas o independientes que se presentan para dar ventaja adaptativa en el ambiente donde se distribuyen los organismos. Para las semillas, significa que éstas presentarán una serie de modificaciones estructurales o fisiológicas, para resistir las condiciones de estrés<sup>1,2</sup> y promover el establecimiento exitoso de una nueva plántula a partir de la germinación oportuna. Como respuesta a estas condiciones, las semillas tienen la capacidad de adaptarse<sup>1,3,4</sup> al registrar el escenario adverso del ecosistema. Genéticamente, esta información se trasmite a nuevas generaciones de bancos de semillas, los cuales serán resistentes al ambiente extremo.<sup>1,2</sup>

## Banco de semillas y tipos

Los bancos de semillas en ambientes semiáridos generalmente están formados por cúmulos de semillas viables<sup>5</sup> de plantas anuales y efímeras en su mayoría.<sup>6,7</sup> Son la vía principal por la cual se regeneran las comunidades vegetales de especies que difícilmente se reproducen vegetativamente en su hábitat natural.<sup>8</sup> El tipo de banco de semilla (figura 1) depende de cada especie y puede ser transitorio o persistente.<sup>8</sup> El primero se caracteriza por tener semillas con durabilidad menor a un año,<sup>9</sup> un solo evento de germinación<sup>10,11</sup> y las semillas se encuentran depositadas en la superficie del suelo o sobre la vegetación.<sup>12</sup> El “banco de semillas” de tipo persistente posee semillas viables por muchos años e incluso siglos,<sup>9</sup> con varios eventos de germinación,<sup>10,11</sup> y las semillas se encuentran enterradas.<sup>12-14</sup> Ecológicamente, el de tipo persistente es el de mayor impacto en ecosistemas con precipitación pluvial impredecible o errática, o con disturbios como cultivos o fuego.<sup>15-18</sup>

## Las formas de vida y estrategias ante la sequía

La información genética transmitida a nuevas generaciones de bancos de semillas genera una variante fenotípica en éstas, la cual proporciona a las semillas una mayor eficacia biológica para soportar las fluctuaciones climáticas.<sup>19</sup> Las semillas son consideradas como las responsables de los dos tipos de formas de vida en ambientes semiáridos, de acuerdo a la estrategia con que afrontan la sequía.<sup>20</sup> La estrategia más común en las plantas de ambientes semiáridos consiste en el almacenamiento y disminución del requerimiento de agua. En la segunda estrategia se encuentran las semillas, que son el medio principal por el cual se regenera un ecosistema.<sup>2</sup> La estrategia germinativa se ve afectada principalmente por el número de eventos reproductivos que presentan las plantas, por ejemplo, las semillas de especies semélparas (sólo un evento reproductivo en su vida), iteróparas (varios ciclos o eventos durante su vida) y las anuales (un solo evento reproductivo y un año de vida), como lo muestra el ciclo de vida en semillas (figura 1).



Fig. 1. El número de eventos reproductivos y el tiempo de vida de las especies determina el tipo de ciclos vitales que presentarán los bancos de semilla (anual, iteróparo o semélparas).

## Estrategias de las semillas para germinar en condiciones extremas de temperatura

Las semillas de ambientes áridos y semiáridos responden de manera distinta a las condiciones ambientales que enfrentan. El presente documento se basa en algunas estrategias de germinación comunes. Entre éstas se consideraron las siguientes: 1) periodos discontinuos de humedad. Las especies forman semillas de diferentes tamaños<sup>21</sup> que germinarán de acuerdo a los periodos de humedad. Se considera que las semillas pequeñas lo harán más rápido que las de mayor tamaño,<sup>21</sup> y que la formación de diferentes tamaños de semilla en los frutos producirá porcentajes de germinación distintos.<sup>22</sup> 2) Mínima movilización de semillas. La mayoría de los frutos posee gran cantidad de semillas, principalmente aquéllas que carecen de algún tipo de mucílago. Estratégicamente, forman estructuras que facilitan su dispersión y funcionan como reservas de sustancias nutritivas (es decir, elaiosomas). La dispersión dirigida a un sitio seguro para germinar es de particular importancia en ecosistemas altamente variables como las zonas áridas. Así, algunas semillas se quedan en el sitio de la planta madre para germinar una vez que ésta muera, y así evitan el riesgo de caer en un sitio inadecuado para el establecimiento.<sup>23</sup> 3) Temperatura extrema. Las semillas de ambientes áridos muestran adaptaciones morfológicas como cámaras internas de aire (cavidades) que evitan el contacto directo del embrión con la testa, e impiden exponer al mismo directamente a las temperaturas externas. En cuanto a las fisiológicas, los embriones poseen bajos contenidos de humedad, los cuales, combinados con las cámaras de aire (adaptación morfológica), ejercen un efecto mínimo en el deterioro del banco de semillas.<sup>24</sup> 4) Rapidez de germinación. Las especies de ambientes áridos producen semillas que responden positivamente a los periodos intermitentes de hume-

dad. Se presentan dos tipos de estrategias: la primera en la que se agrupan especies con semillas que germinan un lote mínimo después de las lluvias; y la segunda, en la que los lotes de semillas poseen alta germinación por la acumulación de la humedad de varios días en el suelo,<sup>25</sup> y 5) dormancia o letargo. Se considera como una de las estrategias de mayor importancia en ambientes áridos, la cual consiste en disminuir la actividad metabólica de la semilla para reactivarla una vez que se reúnen las condiciones favorables para que se lleve a cabo la germinación.<sup>26</sup>

### Importancia ecológica de los bancos de semillas

Ecológica y evolutivamente, los bancos de semillas son relevantes en la dinámica poblacional de las especies vegetales,<sup>27</sup> por ser los encargados de la regeneración natural en los ecosistemas. Por tanto, es imprescindible valorar el banco de semillas presente en el sitio antes de cualquier programa de restauración;<sup>28</sup> además, evaluar características como diversi-

dad de semillas y densidad, para determinar la posible composición de la estructura vegetal con la que se regenerará el sitio.

### Los bancos de semillas: una estrategia para la conservación de especies

La evaluación de un banco de semillas en el suelo constituye una alternativa adecuada para el manejo y recuperación de un sitio erosionado,<sup>29</sup> siempre y cuando la regeneración del sitio se realice con especies nativas. Con esto se pretende disminuir el riesgo de que especies exóticas invasoras modifiquen la estructura de la vegetación, a través del desplazamiento de especies nativas, y lograr la conservación integral del ecosistema. Una forma de evaluar los bancos de semilla es mediante muestreo de zonas específicas, considerando estratos de vegetación o bien zonas con alteraciones. De estas zonas se toman muestras de suelo y se procede a su evaluación. Existen varias formas para separar las semillas del sustrato:



cribado, imbibición del sustrato en agua (separación de semillas por flotación) o separación mecánica.<sup>32</sup> Ya con las semillas separadas, se procede a revisar colecciones de éstas en herbarios para identificar las especies. Finalmente, y dependiendo del criterio de conservación a seguir (especies medicinales, en riesgo, comestibles), se eligen las semillas de las especies a conservar mediante bancos de germoplasma que se utilizarían para investigaciones y reforestaciones futuras.<sup>32</sup>

### Algunas especies que necesitan un banco de semillas para su persistencia

Los desiertos se caracterizan por precipitaciones escasas que fluctúan ampliamente en espacio y tiempo. Ante estas dificultades, las especies anuales y efímeras que forman bancos de semillas persistentes suelen sobrevivir con éxito, porque distribuyen el riesgo del fracaso reproductivo en varios años.<sup>30</sup> Esto lo logran mediante la germinación en etapas de su banco de semillas persistente. La persistencia depende de la dormancia y de la germinación de semillas en los periodos y microambientes favorables,<sup>30</sup> como el que se encuentra bajo el dosel de plantas leñosas que proveen buena sombra y nutrientes.<sup>31</sup> En la zona árida y semiárida de Durango existen especies formadoras de bancos de semilla (figura 2). Un ejemplo es la planta anual *Bidens odorata*, maleza que forma su banco como resultado de la fructificación de julio a diciembre, y germinan sus semillas en etapas durante el verano;<sup>32,33</sup> y *Tecoma stans*, planta perenne que forma su banco con la fructificación de julio a agosto y presenta eventos paulatinos de germinación en verano.<sup>34</sup> Así como estas especies, abunda una gran variedad de plantas formadoras de bancos de semillas, por lo cual la cobertura vegetal en las zonas áridas y semiáridas suele cambiar drásticamente entre estaciones; encuentra en invierno poca cobertura y

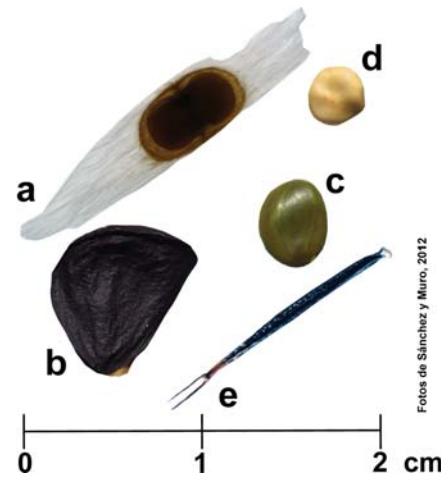


Fig. 2. Diversidad de especies formadoras de banco de semillas: a) tronadora (*Tecoma stans*), b) lechuguilla (*Agave lechuguilla*), c) huizache (*Acacia farnesiana*), d) nopal rastrero (*Opuntia rastrera*) y e) té de milpa (*Bidens odorata*).

en verano totalmente lo opuesto.<sup>30</sup>

### Diferencia entre un banco de semillas natural (suelo) y el artificial (reservorios, centros investigación y laboratorios)

Las semillas presentes en el suelo constituyen los bancos de germoplasma natural en los que su persistencia depende de las condiciones del suelo, o bien de la estructura sobre la que se encuentre, por ejemplo, la hojarasca.<sup>35</sup> Se les considera como un conjunto dinámico de semillas en el cual abunda un flujo continuo de aporte y pérdida de semillas, ya sea por dispersión o bien por depredación.<sup>36</sup> En cambio, al banco de semillas artificial lo forman instituciones, laboratorios o centros de investigación, como el *Millennium Seed Bank Project* del Royal Botanical Garden (Kew, Richmond, Reino Unido), que se encargan de la conservación *ex situ* de semillas, con importancia a nivel mundial para evitar la extinción.<sup>37</sup>

### Bancos de semillas en México

A nivel nacional, existe un Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), es-

pecíficamente en Texcoco, estado de México. Este centro es reconocido como uno de los almacenes más grandes de germoplasma exclusivo para maíz y trigo.<sup>38</sup> No obstante, en la Facultad de Estudios Superiores Iztacala-UNAM se encuentra el único resguardo artificial, que actualmente conserva las semillas de más de 1300 especies de plantas nativas de los desiertos mexicanos.<sup>39</sup>

### Almacenamiento de semillas en bancos artificiales

Las semillas procedentes de campo se depositan en largas mesas, mientras se someten a prueba para determinar si son aptas para su conservación en frío. Las semillas se extraen de la testa, eliminando cualquier tipo de pulpa o resto que altere su pureza en condición de almacenamiento. Mientras más pura es la semilla, se asegura que los azúcares no impidan su futura germinación. Luego se desecan gradualmente en cuartos con temperatura controlada. En seguida, las pruebas inician mediante la observación de cortes a microscopio, para observar si el embrión se encuentra en buenas condiciones. Las semillas que pasan las pruebas se recogen en bolsas de aluminio selladas para su almacenamiento en ultracongeladores, para conservarlas a temperatura de  $-20^{\circ}\text{C}$ . Cada cinco años, aleatoriamente, se saca un lote de semillas de la bolsa para realizarles pruebas de viabilidad.<sup>38</sup>

### Prioritario contar con bancos de semillas

Se ha estimado que aproximadamente se encuentran registrados 1500 bancos de semillas distribuidos en 150 países. Desafortunadamente, se desconoce con exactitud si cuentan con el potencial de almacenamiento a largo plazo, y si cumplen con los estándares de calidad. Lo importante es que, conforme avanza el deterioro ecosistémico, la conservación del material genético de plantas *ex situ* es una prioridad.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los bancos de semillas son una alternativa viable para mantener la diversidad nativa de especies vegetales, por lo que indudablemente es necesaria la recolección de semillas de la vegetación representativa de la región y contar con un reservorio, el cual pueda utilizarse en planes de restauración del ecosistema. Cabe mencionar que, a nivel institucional, se pueden elaborar programas o proyectos de investigación permanente, orientada a la conservación del germoplasma nativo. Asimismo, evaluar continuamente métodos de germinación mediante la simulación de las condiciones ambientales a las que están expuestas las semillas.

## RESUMEN

Los bancos de semillas son indispensables en ambientes semiáridos por ser la vía principal de regeneración para las comunidades vegetales en estos ecosistemas. El banco de semillas y sus características de regeneración varían entre las especies. Indistintamente, los cúmulos de semillas responden a las variaciones y al impacto de las precipitaciones pluviales que se presentan en cada sitio. Esto permite que las especies respondan de manera particular con estrategias, estructuras y periodos discontinuos de germinación para asegurar la persistencia de sus poblaciones en ambientes extremos. La evaluación de los bancos de semillas es primordial para el manejo y recuperación de sitios alterados.

**Palabras clave:** Estrategia, Sequía, Banco de semillas, Germinación, Conservación.

## ABSTRACT

Seed banks are fundamental in semiarid environments because they are the main path of regenera-

tion for plant communities in these ecosystems. Seed banks and their characteristics of regeneration vary for each species. Seeds respond to the temperature and rainfall variations that occur in each ecosystem. Species respond with individual strategies, structures and intermittent periods of germination to assure population persistence in extreme environments. Evaluation of seed banks is important for management and restoration of disturbed sites.

**Keywords:** Strategy, Drought, Seed bank, Germination, Conservation.

## REFERENCIAS

1. Bowers, J.E. (2000). Does *Ferocactus wislizeni* (Cactaceae) have a between year seed bank? *Journal of Arid Environments* 45:197-205.
2. Sánchez Salas J., Molina Guerra V.M, Pérez Domínguez R., Silva Arredondo F.M; Ortiz Hernández, E.S. y Jurado, E. (2010). Cambio climático: ¿precursor de migración de especies vegetales en la montaña más alta del norte de México? *CienciAUANL*, Vol. XIV, Núm. 2, abril-junio (2011), pp. 137-143. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, N.L., México.
3. McCarty, J.P. (2001). Ecological consequences of recent climate change. *Conservation Biology* 15: 320-331.
4. Hernández, M.H. (2006). La vida en los desiertos mexicanos. Colección: La ciencia para todos 213. Fondo de Cultura Económica. México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 77:313-315.
5. Simpson, R., Leck M. & Parker V. (1989). Seed banks: General concepts and methodological issues. En: M. A. Leck, V. Parker y R. L. Simpson (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC, p 3-8. San Diego, California.
6. Brown, J.H., Reichman, O.J. y Davidson, D.W. (1979). Granivory in desert ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 10: 210-227.
7. Inouye, R.S. 1991. Population biology of desert annual plants. *The ecology of desert communities*. Tucson: The University of Arizona. pp. 27-54.
8. Montenegro, A. L., Ávila Parra Y., Mendivelso H.A. y Vargas O. (2006). Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. *Ecología*. 28(2): 285-306.
9. Thompson, D. & Grime J.P. (1979). Seasonal variation in the seed banks of herbaceous species in ten contrasting habitats. *Journal of Ecology* 67: 893-921.
10. Walck, J.L., Baskin M., Baskin C.C. & Francis S.W. 1996. Sandstone rockhouses of the eastern United States, with particular reference to the ecology and evolution of the endemic plant taxa. *Botanical Review* 62: 311-362.
11. Baskin, C. & Baskin. J. (2001). *Seeds. Ecology, Biogeography and Evolution of Dormancy and Germination*. Academic Press, Nueva York.
12. Thompson, K., Bakker J.P. & Bekker. R. M. 1997. *The soil seed banks of North West Europe: methodology, density and longevity*. Cambridge University Press, Cambridge.
13. Pons, T.L. (1992). Seed responses to light, pp.259-284. En M. Fenner (ed.). *Seeds-The Ecology of regeneration in plant communities*. Wallingford, UK. Commonwealth Agricultural Bureau.
14. Milberg, P., Andersson L. y Thompson, K. 2000. Large-seeded species are less dependent on light for germination than small-seeded ones. *Seed Science Research* 10:99-104.
15. Grime, J. P. (1974). *Vegetation Classification by Reference to Strategies*.
16. Grime, J. 1979. *Plant Strategies and Vegetation Processes*. En: Thompson, D (Ed.). *The Functional Ecology of Seed Banks*, Nueva York.
17. Pickett, S.T. & M.J. McDonnell (1989). Seed bank dynamics in temperate deciduous forest. En: M. A. Leck, V. Parker y R. L. Simpson (Eds.). *Ecology of soil seed banks*. Academic Press INC, p. 123-146. San Diego, California.
18. Harper, J. L. (1977). *Population Biology of Plants*. London and New York: Academic Press.

19. Van Der Valk, A.G. (1992).-Establishment, colonization and persistence: 60-102. En: Glenn-Lewin, D.C.; Peet R.K. & Veblen T.T. (Eds.) Plant Succesión: Theory and prediction. Chapman & Hill, London.
20. Baker, H.G. (1989). Some aspects of the natural history of the seed banks: 9-21 (en) Leck, M.A.; Parker, V. & Simpson R.L. (Eds.). Ecology of soil seed Banks.
21. Kew Roylal Botanical Gardens. (2014). Millenium Seed Bank Partnership.
22. Academic Press INC., San Diego, California.
23. Reeve, H.K. y Sherman, P.W. (1993). Adaptation and the goals of evolutionary research. Quarterly Review of Biology 68: 1-32.
24. Copeland O L, M B McDonald. (2001). Principles of Seed Science and Technology. 4th ed. Kluwer Press. New York. 409 p.
25. Leopold, A.S. (1989). El desierto. Séptima edición, Colección de la Naturaleza de Time Life. Ediciones Culturales Internacionales. México.
26. Harper, J. L., P. H. Lovell and K. G. Moore (1970). The shapes and size of seeds. Annual Review of Ecology and Systematics 1:327 – 356.
27. Barbour, M. G., J. H. Burk, W. D. Pitts, F. S. Gillian, and M. W. Schwartz (1999). Allocation and life history patterns. In: Terrestrial Plant Ecology. Third Edition. Benjamin Cummings. An Imprint of Adison Wesley Longman, Inc. pp: 88-116.
28. Ellner S. & Schmida, A. (1981). Why are adaptations for long-range seed dispersal rare in desert plants? Oecologia 51:133-144.
29. Jurado, E. y Westoby, M. (1999). Biología de germinación de plantas selectas de Australia Central. UANL, Facultad de Ciencias Forestales. Reporte científico No. 18. 25 pp.
30. Rolston, M. P. (1978). Water impermeability seed dormancy. Botanical Review 44:365.
31. Kalisz, S. (1991). Experimental determination of seed bank age structure in the Winter annual *Collinsia verna*. Ecology, volume 72, number 2. Pp. 575-585.
32. Garza, M., Pando M, Castillo D y Gutiérrez M. (2010). Semillas de un área degradada del noreste de México. Universidad Autónoma de Nuevo León-FCF. 73 pp.
33. Castillo, D. (2000). Evaluación del germoplasma en el suelo de un ecosistema con alto grado de desertificación en el noreste de México. Tesis de maestría. FCF-Universidad Autónoma de Nuevo León. pp. 80.
34. Rolhauser, G, A. (2012). Ecología de plantas anuales del desierto. Available from URL: <https://sites.google.com/site/arolhauser/investigacion/ecologia-de-plantas-anuales-de-desierto> (Consultado 9 Julio 2014).
35. Van Der Valk, A.G. (1992). Establishment, colonization and persistence: 60-102 (en) Glenn-Lewin, D.C.; Peet R.K. & Veblen T.T. (eds.) Plant Succession: Theory and prediction. Chapman & Hill, London.
36. Baker, H.G. (1989). Some aspects of the natural history of the seed banks: 9-21. En: Leck, M.A.; Parker, V. & Simpson R.L. (Eds.). Ecology of soil seed banks. Academic Press INC., San Diego, California.
37. Kew Royal Botanical Gardens (2014). Millenium Seed Bank Partnership. Available from URL: <http://www.kew.org/science-conservation/millennium-seed-bank> (Consultado 26 agosto 2014).
38. Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) (2014). Available from URL: <http://www.cimmyt.org/es/quienes-somos>(Consultado 14 agosto 2014).
39. Juárez Álvarez, C. (2014). Banco de semillas una apuesta contra la extinción. Available from URL: [http://ciencia.unam.mx/leer/65/Banco\\_de\\_semillas\\_una\\_apuesta\\_contra\\_la\\_extincion](http://ciencia.unam.mx/leer/65/Banco_de_semillas_una_apuesta_contra_la_extincion) (Consultado 9 Septiembre 2014)

*Recibido: 18/08/14*

*Aceptado: 26/03/15*