

Bancos de semillas: tesoros genéticos de los humedales

Carmen Zepeda Gómez
Javier Manjarrez

Escondidos en el fango y como promesas silenciosas de vida futura, los tesoros latentes de las hijas del pantano esperan pacientemente dormidas, aguardando su momento para brotar y regenerar el verde del reino inundado.

Carmen Zepeda Gómez

También conocidos como pantanos, ciénegas o marismas, los humedales son uno de los ecosistemas más productivos del planeta y de los que obtenemos múltiples bienes y servicios.

Ya sea marinos, costeros, continentales o artificiales, los humedales se caracterizan porque son espacios que se cubren de agua permanente o intermitentemente, y porque en ellos se desarrolla una flora y fauna adaptada a la inundación.

Se trata de ecosistemas que actualmente abarcan entre 4 y 6 % de la superficie de la Tierra, y que además de brindar oportunidades recreativas y ser una fuente de alimento, también contribuyen significativamente a la estabilidad del ambiente y a nuestro bienestar a través de funciones como la acumulación de biomasa o materia orgánica, el reciclaje de nutrientes, la recarga de las reservas de agua subterránea, el aporte de agua potable, el control de flujos de agua, la regulación de inundaciones, erosiones

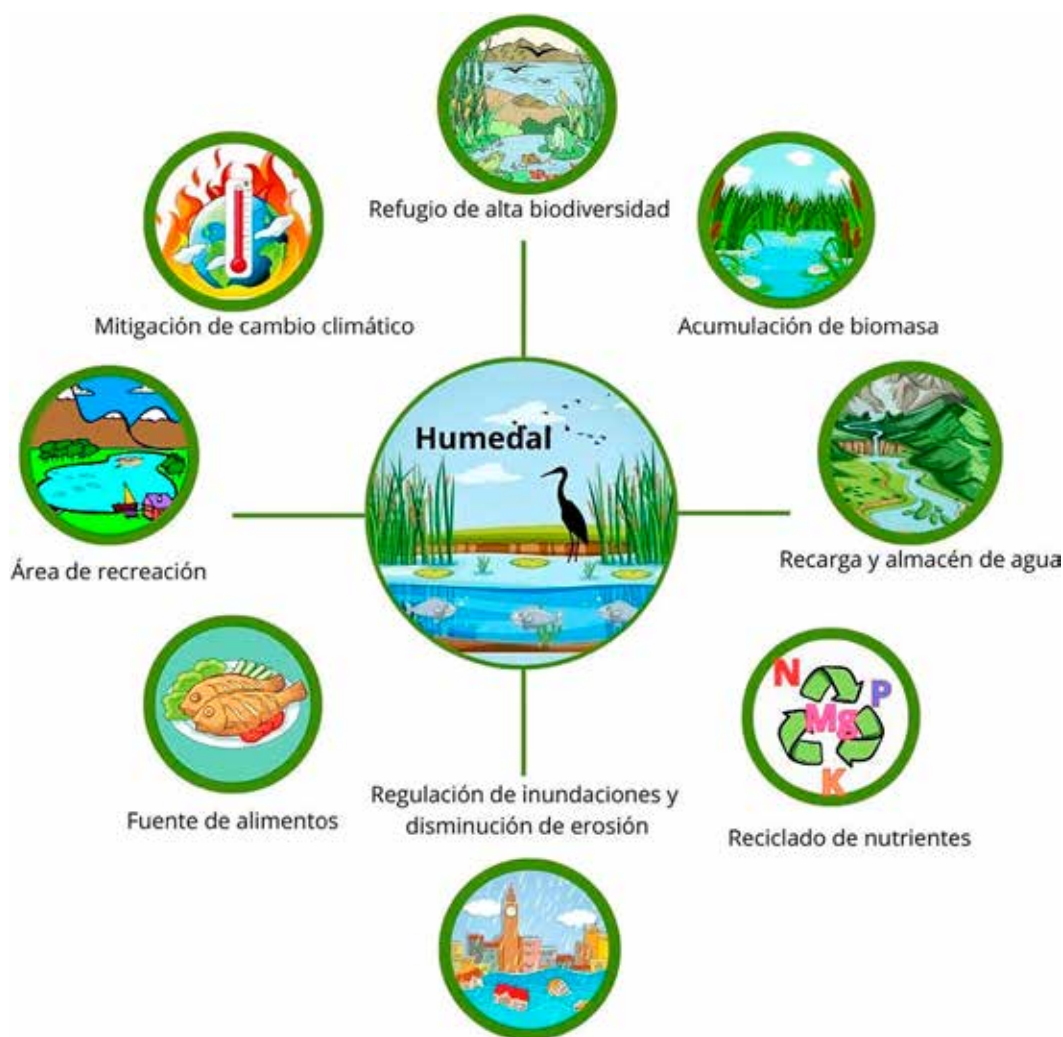


Figura 1. Bienes y servicios ecosistémicos de los humedales.

y microclima local, el resguardo de la diversidad biológica y, en alguna medida, como mecanismos para contrarrestar el cambio climático (Figura 1).

Con todo esto, los humedales son ambientes que con sus contribuciones determinan la subsistencia de innumerables especies vegetales y animales, incluida la especie humana (Gardner y Finlayson, 2018).

HIDRÓFITAS: LAS HIJAS DEL PANTANO

La vegetación es uno de los componentes más importantes de los humedales, su composición y cobertura determinan el funcionamiento del ecosistema y la mayoría de los servicios ecológicos que aporta.

Las plantas vasculares que crecen en espacios inundados se conocen como hidrófitas y han desarrollado muchas adaptaciones, tanto estructurales como fisiológicas, para prosperar en estos ambientes. Por ejemplo, sus tallos y hojas tienen tejidos con numerosos espacios llenos de aire que, además de permitirles flotar, mantenerse erguidas y maximizar su exposición a la luz, también ayudan a que las partes inundadas tengan acceso al oxígeno y, por tanto, a que sus células puedan producir energía.

Estas adaptaciones les permiten vivir en zonas someras o poco profundas y, en algunos casos, hasta dos o tres metros bajo el agua. Es así como las plantas acuáticas pueden crecer flotando, sumergidas o emergiendo del agua, de tal forma que su distribución da forma al ecosistema y crea diferentes

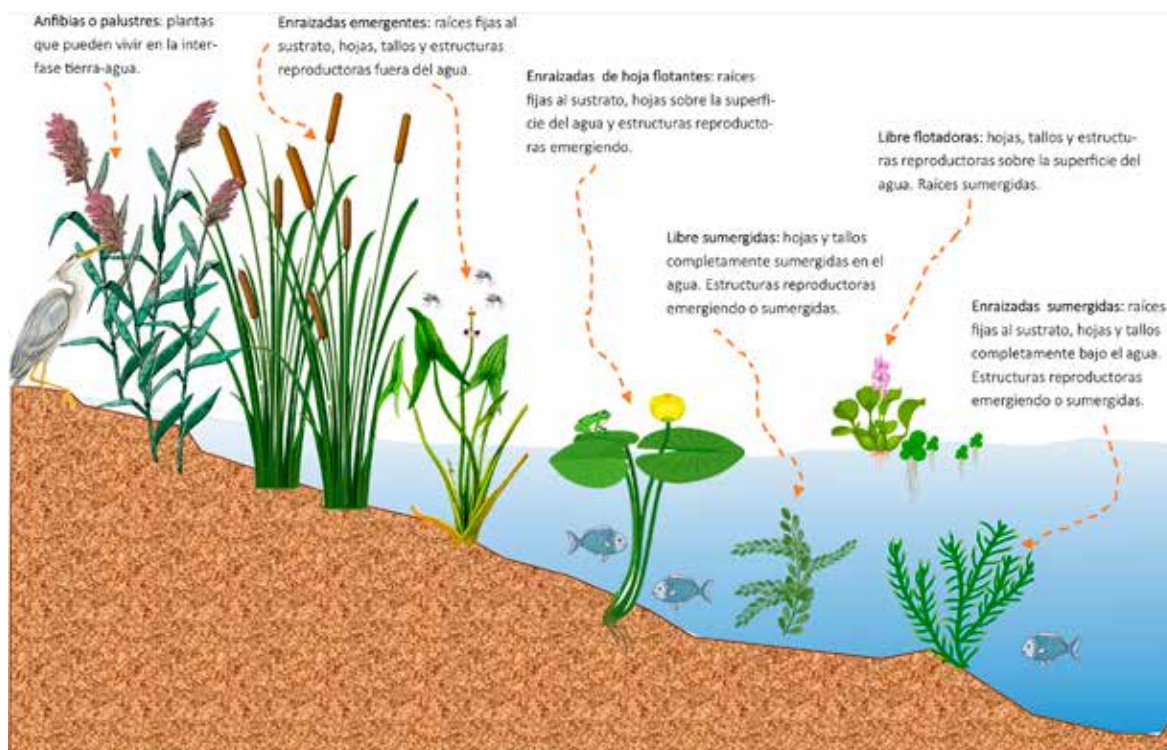


Figura 2. Tipos de plantas acuáticas y su distribución en un cuerpo de agua.

estratos o capas, tanto a lo largo de la columna de agua como a lo ancho de la misma (Figura 2).

Junto con las algas y algunas briofitas (plantas pequeñas y sin flores, como los musgos), las hidrófitas son el primer eslabón en la cadena trófica o alimentaria de los cuerpos de agua, se encargan de fijar nutrientes como carbono y nitrógeno, así como de filtrar o acumular elementos tóxicos, y al ser el hábitat y refugio de numerosas especies de microorganismos, moluscos como los caracoles, insectos, peces, aves y mamíferos, dan estructura y benefician las interacciones entre las diferentes especies, la dinámica y el equilibrio de todo el ecosistema (Gary, 2023).

LOS TESOROS OCULTOS EN EL FANGO

Como en todas las comunidades vegetales, las plantas de los humedales periódicamente destinan recursos para reproducirse sexual o asexualmente, una etapa en la que nuevas hidrófitas se incorporan al ecosistema. En la reproducción sexual, año con año o temporada tras temporada, las diferentes

hidrófitas florecen, y tras la fecundación sus frutos y semillas son esparcidos por el viento, el agua o algún animal. Estas nuevas generaciones de plantas se dispersan tanto dentro como fuera del cuerpo de agua, y ya sea en forma de frutos o semillas, eventualmente se depositarán en el fango y poco a poco formarán un almacén o banco de semillas.

Los bancos de semillas también se conocen como bancos de germoplasma porque conservan información genética derivada de la combinación de los genes del padre y la madre y son, por tanto, almacenes que guardan la diversidad de plantas del ecosistema (Baker, 1989).

En la época de reproducción, numerosas semillas llueven sobre el cuerpo de agua gracias a los esfuerzos de las plantas acuáticas que están creciendo en ese momento y de sus aliados para diseminarlas; algunas pueden llegar de otras localidades por efectos del aire y las aves, otras flotarán en el agua por algún tiempo y se alejarán de su madre, pero después, todas se depositan en

el fondo del cuerpo de agua y progresivamente se van cubriendo y ocultando por capas de sedimentos y materia orgánica.

Enterradas o depositadas sobre la superficie del fango, las nuevas generaciones de plantas se mantienen latentes en las profundidades del humedal, dormidas y a la espera de que las condiciones permitan su germinación (Harper, 1981; Baker, 1989).

En la reproducción asexual o vegetativa, algunas plantas acuáticas forman tallos horizontales llamados rizomas y estolones; otras acumulan materiales de reserva en bulbos u órganos subterráneos que se mantienen enterrados por algún tiempo; y algunas más se reproducen por fragmentos de ellas mismas.

Estas formas de reproducción vegetativa que las hidrófitas usan, generan muchas plantas y ayudan a la rápida colonización de un cuerpo de agua, pero a diferencia de la formación de semillas y sus bancos, estos propágulos no se consideran bancos de germoplasma porque los genes que conservan son los mismos que los de la planta que las formó y no pasaron por la recombinación genética que implica la reproducción sexual, de tal suerte que, si de ellos crece una nueva planta, esta será genéticamente igual a su madre (Li, 2014).

LA RIQUEZA DEL TESORO ENTERRADO

Debido a que las semillas se acumulan en los sedimentos cada temporada y durante años, el banco de semillas, además de mantener los genotipos o la información genética de las hidrófitas actualmente presentes en el cuerpo de agua, también almacena la información de plantas de años anteriores. Es decir, en los sedimentos de los humedales hay bancos llenos de semillas de diferentes especies que se adicionan constantemente en cantidades variables y que van formando un registro de la vegetación pasada y presente, incluso puede contener especies que no se ven en ese momento en la vegetación establecida, pero que en el pasado formaron parte de ella (Leck, 1989; Hopfensperger, 2007).

En los ecosistemas acuáticos, las condiciones ambientales y las interacciones ecológicas entre las diferentes especies son dinámicas y cambian constantemente, lo que genera una vegetación diversa y que también cambia en el tiempo.

Las semillas formadas por las hidrófitas y almacenadas en el banco, representan plantas de múltiples generaciones, producidas bajo condiciones ambientales diferentes.

Es por esto que los bancos de germoplasma se consideran almacenes genéticos cuya riqueza reside en tres aspectos fundamentales: 1) poseen varias especies en cantidades diferentes y de distintas generaciones, incluso especies que quizás han desaparecido de la vegetación; 2) son un registro genético e histórico de la vegetación, con memoria de las condiciones ambientales que hubo en el pasado y de las más recientes, y 3) son reservas que tienen el potencial para que una población de plantas, o la comunidad completa, se recupere si la vegetación acuática desaparece o es destruida por algún disturbio (Baker, 1989; Hopfensperger, 2007).

UNA FORTUNA CAMBIANTE Y EN CONSTANTE CRECIMIENTO

En los ecosistemas naturales, las inversiones en los bancos de semillas son activas y cambiantes en el tiempo y el espacio.

Cada cuerpo de agua tiene un banco de semillas único que depende de los ingresos y las pérdidas de semillas que hay en él (Figura 3). Entonces, cada año y en cada rincón del humedal, el banco de semillas varía en el número de especies que posee, en la cantidad de semillas o plántulas potenciales que hay de cada especie, en la calidad de las semillas y en la posibilidad que estas tienen para germinar (Leck, 1989).

Los ingresos o aportes al banco tienen que ver con la vegetación establecida y la capacidad de esta para generar una rica y diversa lluvia de semillas, así como con la actividad de los agentes dispersores que mueven las semillas dentro y fuera del humedal, esto último como una estrategia para aumentar sus oportunidades de sobrevivencia (Figura 3).

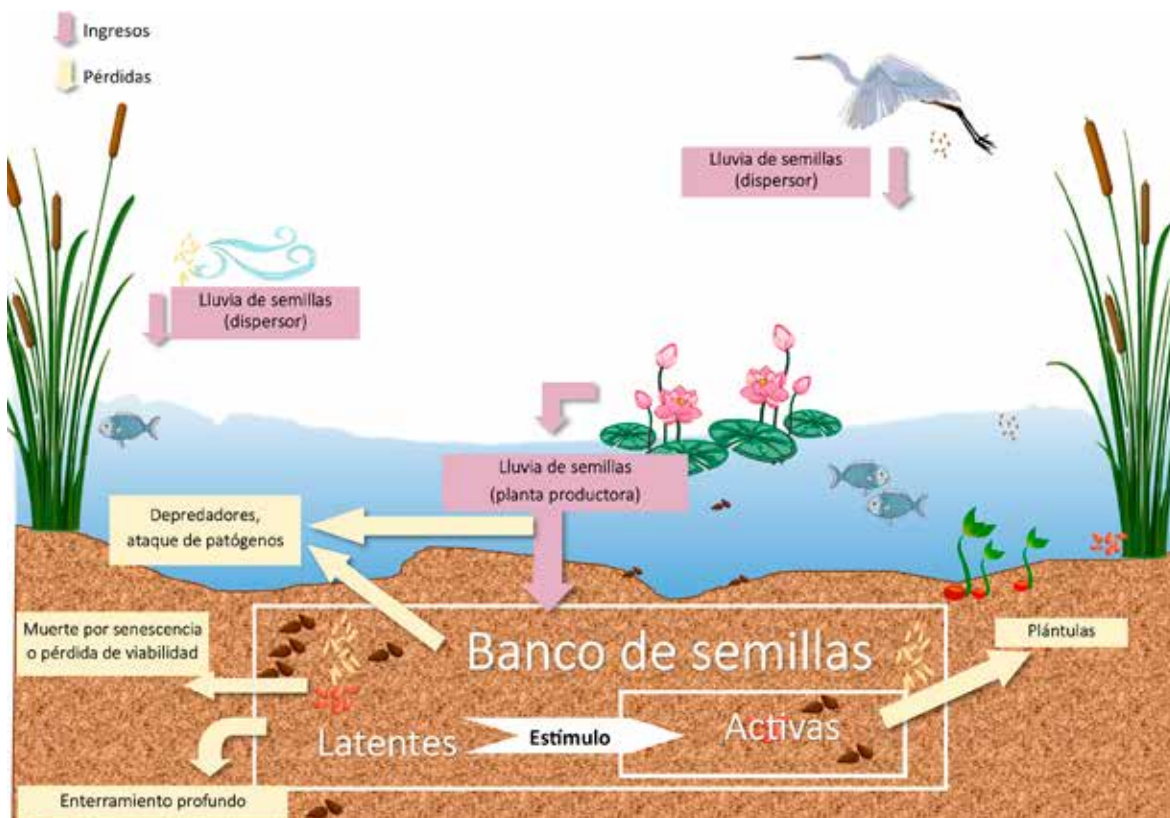


Figura 3. Diagrama de flujo para la dinámica del banco de semillas de humedales. (Figura adaptada de Harper, 1981).

Si las semillas llegan completas al fondo del cuerpo de agua, ahí se mantienen latentes por algún tiempo; y si su madurez y las condiciones ambientales como la cantidad y calidad de la luz, la temperatura, el pH o las características físicas y químicas de los sedimentos lo permiten, dejarán el banco para formar parte de la vegetación establecida en la etapa de plántula (Leck, 1989; Baker, 1989).

Las pérdidas se relacionan precisamente con las respuestas de las semillas a las señales ambientales que permiten o inhiben su germinación, así como con la acción de patógenos o depredadores, el envejecimiento natural y la pérdida de viabilidad o capacidad de germinar de las semillas (Figura 3).

Además, algunas semillas podrán dejar de ser parte del banco activo cuando se entierran profundamente, esto debido a algún evento que al remover intensamente los sedimentos hace que los propágulos queden por debajo de los 10 cm de la superficie del fango; desafortunadamente, estas semillas no

podrán germinar dado que las condiciones ambientales ahí usualmente son desfavorables (Harper 1981; Leck, 1989).

La diversidad y capacidad reproductiva de las plantas establecidas en el humedal, el estado fisiológico de las semillas, junto con los depredadores y las condiciones ambientales, no solo mantienen la riqueza del banco, sino que también hacen que crezca y se regenere constantemente.

Esto sucede porque son estos mismos factores los que determinan qué plantas producen semillas, qué semillas se mantienen vivas en el banco, cuáles pueden germinar y crecer para formar parte de la vegetación y cuáles de ellas contribuirán en el futuro con más semillas al banco en formación.

De esta forma se puede decir que el banco de semillas inicia y se enriquece con la lluvia de semillas y termina con la germinación o la pérdida de sus elementos.



© Enrique Soto. Serie *Viacrucis*, Pueblo Nuevo, ca. 1977.

EL REINO INUNDADO Y SU TESORO EN PELIGRO DE DESAPARECER

La sobreexplotación de las reservas de agua, la contaminación y el aumento de los requerimientos de espacio para usos agrícola y urbano han conducido a una gran pérdida y desequilibrio de ecosistemas inundados, tanto continentales como costeros. Desde hace varias décadas, la superficie que los humedales cubrían se ha reducido drásticamente y hay indicios preocupantes de que están desapareciendo a un ritmo mayor que otros ambientes. Las estimaciones indican que, a nivel mundial, más de la mitad de ellos se ha perdido (Gardner y Finlayson, 2018), y si bien en México aún no existe una evaluación precisa, se calcula que cerca del 62 % de ellos ya no está presente (CONAGUA, 2021).

Las hidrófitas son extremadamente sensibles a los cambios ambientales, de forma que su crecimiento, supervivencia y reproducción sexual, así como su diversidad, se comprometen en sistemas contaminados o con altos niveles de perturbación.

A corto y mediano plazo, la pérdida de la vegetación de los humedales tiene efectos negativos en el ambiente y en los beneficios y servicios sociales y económicos que aportan. Desafortunadamente, numerosos espacios inundados ahora están gravemente degradados y en peligro de desaparecer, por lo que es necesario, prioritario y urgente que unamos esfuerzos para restaurarlos, recuperar su vegetación y toda su diversidad (Nishihiro *et al.*, 2006; Gary, 2023).

UN TESORO CON POTENCIAL PARA REGENERAR LA VEGETACIÓN

Durante la planeación y el diseño de los programas de rehabilitación y manejo de un ecosistema es necesario documentar el estado de los recursos que conserva y los factores que los regulan. Por ejemplo, es muy relevante conocer qué semillas se producen, cómo se dispersan, cuándo y qué factores hacen que sus semillas germinen y qué condiciones son necesarias para que las plántulas se establezcan. A través de esta información se puede saber el estado de sucesión o la etapa en la que se encuentra el ecosistema, por lo que el análisis del banco de semillas

de una comunidad se considera una técnica de alto valor ecológico (Nishihiro *et al.*, 2006).

Además, la comprensión de la relación entre el banco y la vegetación que aún existe en un humedal puede ayudar directamente en los programas de restauración y regeneración, aportando datos sobre las consecuencias de los disturbios, la invasión de especies no deseables o la extinción de especies nativas; al mismo tiempo, permite predecir los cambios que ocurrirían si sus elementos germinan y si se incorporan a la vegetación, así como los efectos que podría tener algún tipo de manejo (Van der Valk y Pederson, 1989; Hopfensperger, 2007).

En los cuerpos de agua con un nivel de perturbación bajo, en los que algunas hidrófitas y fauna típica

aún están presentes, la fuente de germoplasma para la revegetación natural es el mismo banco de semilla que aún mantiene en sus sedimentos. Estos bancos naturales pueden almacenar semillas de especies deseables por lo que, si se elimina la perturbación, al expresarse ayudarán a mantener la dinámica de la vegetación y contribuirán con más semillas. En ciertos casos solo es necesario recuperar algunas características físicas del lugar, por ejemplo, el nivel del agua o la calidad y periodicidad de esta (Nishihiro *et al.*, 2006).

En los cuerpos de agua sometidos a fuertes perturbaciones, la tendencia es la disminución progresiva de la flora nativa y sus contribuciones a los bancos de semillas y, por lo tanto, de su capacidad para regenerar la comunidad. En estos casos, es probable que los bancos de germoplasma no sean suficientemente ricos y no posean especies deseables para recuperar el humedal y sus funciones.

Por lo tanto, algunos autores sugieren como alternativa la revegetación asistida, ya sea introduciendo plantas adultas o incorporando semillas que se encuentran almacenadas en el banco natural de otros cuerpos de agua. Si bien hay historias exitosas del uso de esta técnica, siempre es necesario hacer un análisis minucioso de la diversidad de especies nativas, introducidas, deseadas y no deseadas del banco de semillas donador, de la biota que aún queda en el espacio a restaurar, de la presencia de condiciones ambientales en el sitio a recuperar, para satisfacer

© Enrique Soto. Serie *Viacrucis*, Pueblo Nuevo, ca. 1977.



© Enrique Soto. Serie *Viacrucis*, Pueblo Nuevo, ca. 1977.





© Enrique Soto. Serie Viacrucis, Pueblo Nuevo, ca. 1977.

las necesidades de germinación de las semillas donadas y de aquellas que sus plántulas requieren para crecer y establecerse (Nishihiro *et al.*, 2006).

De esta forma, los bancos de semillas naturales representan una reserva con potencial para aprovechar las semillas almacenadas en ellos y regenerar la vegetación; así, los esfuerzos de restauración pueden centrarse en el restablecimiento de especies de plantas nativas, el monitoreo de la salud y del establecimiento de las plántulas, y la promoción de la biodiversidad por medio de la rápida recuperación del ecosistema.

REFERENCIAS

- Baker HG (1989). Some aspects of the natural history of seed banks. En Leck MA, Parker VT and Simpson RL (Ed.), *Ecology of soil seed banks* (pp. 9-24). Academic Press. New York.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua) (2021). *Inventario Nacional de Humedales (INH)*. Recuperado de: <https://sigagis.conagua.gob.mx/humedales/>.
- Gardner RC y Finlayson CM (2018). *Perspectiva mundial sobre los humedales: Estado de los humedales del mundo y sus servicios a las personas*. Secretaría de la Convención de Ramsar. Suiza: Gland.
- Gary NE (2023). *The biology of aquatic and wetland plants*. CRC Press, Taylor and Francis. Florida: Boca Ratón.
- Harper JL (1981). *Population biology of plants*. Academic Press. United Kingdom: London.
- Hopfensperger KN (2007). A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116:1438-1448.
- Leck MA (1989). Wetland seed banks. En Leck MA, Parker VT and Simpson RL (Ed.), *Ecology of soil seed banks* (pp. 283-305). Academic Press. New York.
- Li W (2014). Environmental opportunities and constraints in the reproduction and dispersal of aquatic plants. *Aquatic Botany* 118:62-70.
- Nishihiro J, Nishihiro MA and Washitani I (2006). Restoration of wetland vegetation using soil seed banks: lessons from a project in Lake Kasumigaura, Japan. *Landscape and Ecological Engineering* 2:171-176.
- Van der Valk AG and Pederson RL (1989). Seed banks and the management and restoration of natural vegetation. En Leck MA, Parker VT and Simpson RL (Ed.), *Ecology of soil seed banks* (pp. 329-346). Academic Press. New York.
- Carmen Zepeda Gómez**
Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Ciencias
zepedac@uaemex.mx
- Javier Manjarrez**
Universidad Autónoma del Estado de México
Centro de Investigación en Recursos Bióticos