

Efecto de la profundidad del agua en la germinación de *Typha domingensis*

Rebeca Sofía Gámez Yáñez¹ y Roberto Lindig-Cisneros²✉

¹Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Ciudad Universitaria, Morelia, Michoacán, México.

²Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México.

Resumen

La profundidad del agua y el hidroperíodo son dos factores fundamentales que afectan la dinámica poblacional de las especies de los humedales al afectar su germinación, supervivencia y éxito reproductivo. En este estudio se determinó el efecto del nivel de inundación sobre el establecimiento de plántulas de *Typha domingensis* bajo condiciones controladas, para contar con información para el manejo de esta especie. *Typha domingensis* mostró porcentajes de germinación que variaron entre 47 y 71%. En cuanto al establecimiento en respuesta a la profundidad del agua, se encontró que cuando las semillas son enterradas en el medio de cultivo e inundadas posteriormente el mayor establecimiento se da a una profundidad de 1.5cm (32 plántulas/dm²) Sin embargo, cuando las semillas se colocan en la superficie del agua y estas precipitan sobre el sustrato el mayor número de plántulas (17 por dm²) se dio a 14.5 cm de profundidad.

Los resultados indican que la germinación de semillas, la altura y biomasa de las plantas está en función de la profundidad del agua sobre el sustrato y son congruentes con estudios que han documentado la capacidad de *T. domingensis* de colonizar rápidamente sitios inundados.

Abstract

Wetland vegetation is dominated by species capable of tolerating the conditions imposed by soil inundation that is characteristic of this sites. Water depth and hidroperiod are fundamental factors that influence population dynamics of wetland plant species by affecting their germination, survival and reproductive success. In this study, the effect of water level on seedling establishment of *Typha domingensis* was determined under controlled conditions, in order to have information for management of this species. In vitro, *T. domingensis* had germination percentages that ranged from 47% to 71%. Germination in response to water depth, when seeds are placed directly into the substrate the highest establishment was obtained at 1.5cm of depth (32 seedlings/dm²). But, when seed are placed in the surface of the water and they precipitate over the substrate the highest establishment occurred at 14.5 cm of depth (17 seedlings/dm²). Results show that seed germination, height and seedling biomass respond to water depth over the substrate and are in accordance with studies that have shown the capacity of *Typha domingensis* to rapidly establish in inundated sites.

Introducción

De manera general, los humedales se caracterizan por presentar condiciones de hipoxia al menos durante una parte del año, lo que define la distribución, dinámica poblacional y atributos de sus comunidades vegetales (Cronk y Fennessy 2001). De tal forma que la calidad, la cantidad de agua y la disponibilidad de nutrimentos son de los principales factores que inciden en la composición de la vegetación en muchos humedales de agua dulce (Gosselink y Turner 1978; Young 1998) porque afectan la germinación, la supervivencia y el éxito reproductivo de las plantas (van der Valk y Davis 1978) al afectar en humedales la germinación y el crecimiento de las plántulas, responde a variables ambientales como el nivel de agua, la temperatura, la salinidad o la cantidad de nutrimentos pueden afectar cuales de las especies contribuyen al banco de semillas, la longevidad de las semillas, el éxito de la germinación y el reclutamiento de plántulas (Johnson 2004).

La sensibilidad ambiental de las especies de humedales a la disponibilidad de agua, a menudo depende de la fase de desarrollo de las mismas. Por ejemplo, como consecuencia del estu-

dio de los requerimientos de germinación de 24 especies entre las que se incluye a *Typha latifolia*, se determinó que la germinación puede ser inhibida por mecanismos de latencia profunda de las semillas y por condiciones de inundación prolongada y que ocurre después de disturbios que remueven el suelo y activan la germinación de las semillas presentes en el suelo (Moore y Keddy 1988). En contraste, especies dominantes en algunos humedales como *Typha domingensis*, *Eleocharis cellulosa*, y *Cladium jamaicense* pueden estar casi completamente ausentes del banco de semillas (Johnson, 2004). En general, especies raras tiendan a tener requerimientos muy específicos, algunas de las plantas de humedal como *Howellia aquatilis*, una planta anual que habita los humedales efímeros en el noroeste del Pacífico, que ha sido extirpada de muchos humedales y se encuentra en en peligro de extinción, requiere condiciones muy específicas de inundación, concentración de nutrientes en el agua y textura del suelo para germinar y crecer pues la germinación puede reducirse en 85% si el sustrato no esta formado por turba (Cronk y Fennessy 2001, Lesica 1992). La germinación también es afectada por procesos internos y externos tales como la dureza de la testa, los periodos de latencia de las semillas, la temperatura del ambiente, la salinidad y la intensidad y composición espectral de la luz (Esmaeili, et al. 2009).

Debido a que los humedales son ambientes muy variables, las plantas presentan alta plasticidad fenotípica, para responder

✉ Autor de correspondencia: Roberto Lindig-Cisneros. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, Universidad Nacional Autónoma de México, Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta C.P. 58190, Morelia, Michoacán, México. Email: rlindig@cieco.unam.mx.

rápida a los cambios en las condiciones del ambiente. Una de las adaptaciones más comunes es que la época de producción de semillas coincide con aquella que presenta condiciones favorables que les permitan germinar. La hidrocoria juega un papel importante en esta adaptación, ya que es el principal modo de dispersión. De esta manera se evaden largos periodos de reproducción sexual en los cuales la reproducción vegetativa es la que domina (Coops y van der Velde 1995)..

En el Estado de Michoacán los manantiales y humedales de la Mintzita, localizados al sur de la ciudad de Morelia (la capital del Estado), son refugios de fauna y flora, así como abastecedores de agua para la ciudad (aproximadamente 40% del agua potable). La vegetación de los humedales de la Mintzita, está definida por las especies dominantes *Typha domingensis* y *Shoenoplectus americanus*, que presentan una asociación característica en la que la primera domina en sitios permanentemente inundados y la segunda en sitios inundados de manera estacional y cerca de la orilla del humedal colindantes con los ecosistemas terrestres que lo rodean (Escutia-Lara *et al.* 2009).

A pesar de la importancia ecológica de *T. domingensis*, que es una especie dominante en muchos humedales del occidente de México y por lo tanto influye de manera determinante en la estructura y función de estos ecosistemas, no nos fue posible encontrar reportes sobre el efecto de variaciones pequeñas (en el rango de los cm) en la profundidad del agua en la germinación de las semillas de esta especie, a pesar de que existen estudios de campo que relacionan la abundancia y establecimiento de la especie con la posición de las plantas en el gradiente hídrico de humedales (Johnson 2004), y de laboratorio que exploran el efecto de la temperatura, la intensidad de la luz, la concentración de oxígeno y el tipo de sustrato (Lorenzen *et al.* 2000). Por lo anterior, el propósito de este estudio fue estudiar la relación entre el nivel de inundación de las semillas con el porcentaje de germinación de las mismas, su altura y su biomasa en los diferentes tratamientos de inundación.

Diferencias en la germinación y establecimiento de las plántulas de *Typha domingensis* en función de la profundidad del agua podría explicar la estructura de la comunidad así como aportar mayor conocimiento que sirva de respaldo a proyectos de restauración ecológica en humedales. Por lo anterior, los objetivos del presente estudio fueron: (a) conocer la respuesta de la germinación de semillas de *Typha domingensis* ante diferentes niveles de inundación, (b) identificar el nivel de inundación que favorezca en mayor medida a la germinación y establecimiento de *T. domingensis* y, (c) determinar la altura y biomasa de las plántulas de esta especie en cada uno de los niveles de inundación ensayados.

Método

Para todos los experimentos se colectaron semillas de *Typha domingensis* del manantial de La Mintzita ubicado al suroeste de la Ciudad de Morelia, Michoacán, México, durante los meses de septiembre, octubre y noviembre del año 2012.

Para las pruebas de germinación en laboratorio se colocaron 0.05 g de semillas en dos cajas de Petri con papel filtro (Watman No. 1) y 3 ml de agua destilada. Cada dos días durante un mes se registró el número de semillas germinadas. Debido al tamaño pequeño de las semillas de esta especie (ca. 0.2 mm de

largo), para este estudio se consideró como una semilla germinada aquella que presentaba tejido fotosintético y por lo tanto podía ser detectada a simple vista.

Posteriormente al ensayo de germinación ya descrito, se montaron tres experimentos de mesocosmos en las instalaciones del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIECO), UNAM, campus Morelia. La instalación de mesocosmos se encuentra ubicada al aire libre y es alimentada por agua de un pozo profundo. El primero de ellos, consistió en colocar en una tina 18 contenedores de plástico con la misma área superficial (0.95 dm²) pero de tres alturas diferentes: 15 cm, 13 cm y 5 cm. Una vez llena la tina de agua 1.5 cm por arriba del contenedor más alto se lograron tres diferentes profundidades de germinación para las semillas: 1.5, 3.5 y 11.5 cm. Se colocaron 6 contenedores por cada uno de los tamaños, y fueron llenados con turba (peatmoss) y sembrados con 0.05 g de semillas de *T. domingensis* por bote que fueron cubiertas con una capa de turba y arena fina de no más de 2 mm de profundidad. Los contenedores se colocaron al azar en un mesocosmo que fue inundado para lograr las profundidades antes descritas. Los niveles de inundación se mantuvieron constantes a lo largo del experimento. Se tomaron datos cada tercer día durante catorce días entre el 18 de febrero y el 4 de marzo del 2013. Esta última fecha se decidió terminar con el experimento debido a que varias unidades experimentales se perdieron.

El segundo experimento fue una réplica del primero, sin embargo, se montó agregando peso al fondo de los contenedores para evitar que se movieran durante el experimento. El experimento se llevo a cabo durante 37 días entre el 25 de Abril y el 1° de junio del mismo año. De igual manera, se mantuvieron las profundidades antes descritas y se registraron los datos cada tercer día. Al finalizar el experimento se eligieron 6 plantas al azar de cada contenedor y se midió la altura en centímetros.

Para la evaluación de los datos obtenidos, el número de plántulas por dm² y alturas de las plántulas (en cm) se utilizó el paquete estadístico R (R Development Core Team 2013) con el fin de analizar diferencias estadísticas significativas mediante modelos lineales generalizados.

Finalmente, en el tercer experimento se colocaron cuatro tinajas con cuatro tratamientos creando diferentes niveles de profundidad (1.5 cm, 8 cm, 14.5 cm y 20 cm de profundidad) en plataformas en las que se colocó turba como medio de cultivo en una capa de 2 cm, y adicionalmente se colocaron semillas en macetas para determinar la germinación en condiciones de humedad constante del suelo pero sin mantener el medio inundado. A cada mesocosmo se le agregaron 1.8 g de semillas de *Typha* en la superficie (aproximadamente 27000 semillas). Se cuantificó el número de plántulas por nivel de inundación cada tercer día por 50 días. Una vez terminado el período indicado se colectaron 20 plantas al azar de cada nivel, se midió su altura, se prensaron los ejemplares y se secaron en un horno convectivo a 40°C por 3 días. Posteriormente se pesaron.

Para la evaluación de los datos obtenidos: número de plántulas por decímetro cuadrado, alturas (cm) y biomasa (g) de *Typha domingensis* se utilizó el paquete estadístico R (R Development Core Team, 2013) con el fin de analizar diferencias estadísticas significativas mediante análisis de varianza.

Resultados y Discusión

En las pruebas de germinación en cajas de Petri en laboratorio, *Typha domingensis* mostró un porcentaje de germinación del 59%. En cuanto a la dinámica temporal del proceso de germinación, en ambas muestras las semillas comenzaron a germinar al tercer día, alcanzando la tasa máxima al noveno día y manteniéndose constante hasta el día 30. Los valores anteriores son menores a los reportados por otros autores para *T. domingensis*, pues en papel filtro y agua destilada la germinación puede ser hasta del 90% (Stewart et al. 1997), siendo mucho mayor al encontrado en este estudio. En cuanto a dinámica temporal del proceso de germinación, ambos estudios coinciden en el inicio de la germinación que comienza al tercer día y se prolonga por varios días más.

En el primer experimento en contenedores colocados en las tinas de 18 litros, se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de plántulas entre tratamientos ($P = 4.492e-07$); la profundidad de 1.5cm (Figura 1) presentó una media mayor al resto (32 plántulas/dm²). En el segundo experimento en contenedores también se presentaron diferencias significativas en el número de plántulas ($P = 9.95e-14$) entre tratamientos de profundidad. El valor más alto (31 plántulas/dm²) pertenece al tratamiento de profundidad de 1.5cm (Figura 2). En este mismo experimento, se determinaron las medias de altura, los resultados indicaron que, a diferencia de lo obtenido para el número de plántulas, en donde el valor máximo se obtuvo en el tratamiento de 1.5 cm de profundidad, para las alturas el valor medio más alto (6.9 cm) pertenece a la profundidad de 3.5cm (Figura 3). Se detectaron diferencias estadísticamente significativas para la alturas de las plántulas en los tratamientos ($P=2.82e-08$).

Por último, en el experimento de plataformas con diferentes profundidades (1.5cm, 8cm, 14.5cm y 20cm), y sin considerar a los contenedores que solamente se regaron debido a que para esta variable no es comparable con los otros tratamientos debido a que el número de semillas no es igual para los dos grupos, los resultados indicaron que existen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos de profundidad para el número

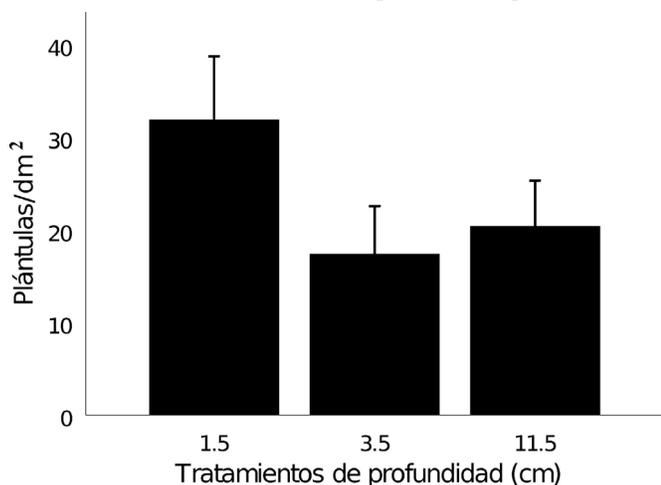


Figura 1. Influencia de la profundidad en el número de plántulas de *T. domingensis* en el primer ensayo de contenedores, en donde la semillas se enterraron en el sustrato, que tuvo una duración de 14 días. Los datos son medias y error estándar.

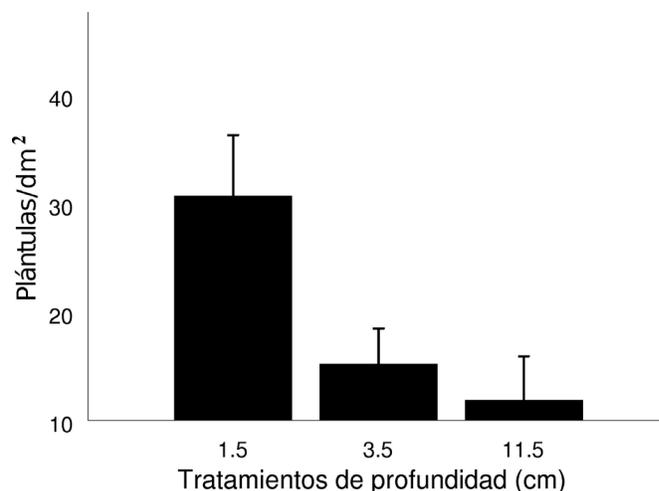


Figura 2. Influencia de la profundidad en el número de plántulas de *T. domingensis* en el segundo ensayo de contenedores, en donde la semillas se enterraron en el sustrato, que tuvo una duración de 37 días. Los datos son medias y error estándar.

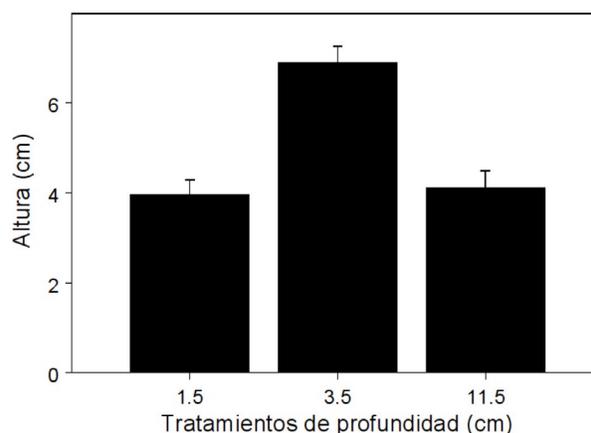


Figura 3. Influencia de la profundidad en la altura de las plántulas de *T. domingensis* en el segundo ensayo de contenedores, en donde la semillas se enterraron en el sustrato, que tuvo una duración de 37 días. Los datos son medias y error estándar.

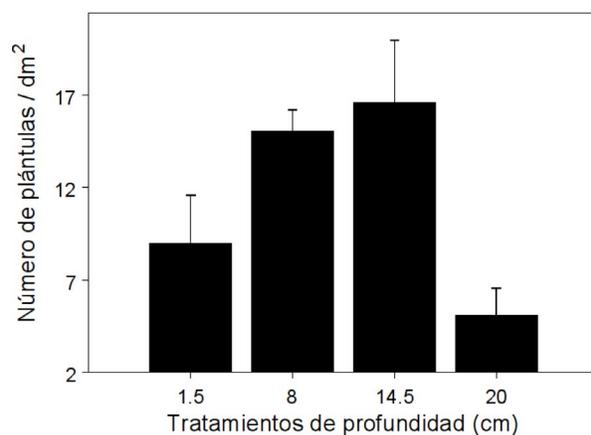


Figura 4. Influencia de la profundidad en el número de plántulas de *T. domingensis*, en el experimento de plataformas en donde las semillas precipitaron sobre el medio de cultivo después de ser colocadas en la superficie del agua. Los datos son medias y error estándar.

de plántulas ($P= 4.229e-07$). La media más alta (17 plántulas/dm²) pertenece al tratamiento con la profundidad de 14.5cm, que es una de las profundidades intermedias (Figura 4). Los tratamientos con menor (1.5cm) y mayor (20cm) profundidad tuvieron los valores más pequeños (9 y 5 plántulas/dm² respectivamente). En relación a la altura de las plántulas de este último experimento, también existen diferencias significativas entre los tratamientos de profundidad ($P= 2.02e-16$), en todos los mesocosmos los tratamientos con profundidad de 14.5 y 20cm presentaron las mayores medias de altura (figura 5).

Finalmente, los resultados arrojan que existen diferencias significativas en los tratamientos con respecto a la biomasa de las plántulas ($P= 2.2e-16$). La media más alta (0.012 g/planta) pertenece al tratamiento con profundidad de 14.5 (Figura 6), que corresponde a un nivel intermedio de inundación, coincidiendo así con la media de la altura del mismo experimento. En las macetas con riego, *T. domingensis* mostró un porcentaje de germinación de 7.3%. Este último experimento duró 68 días y sin embargo, las 58 plántulas de *T. domingensis* que lograron sobrevivir no presentaron una altura mayor a 0.5cm.

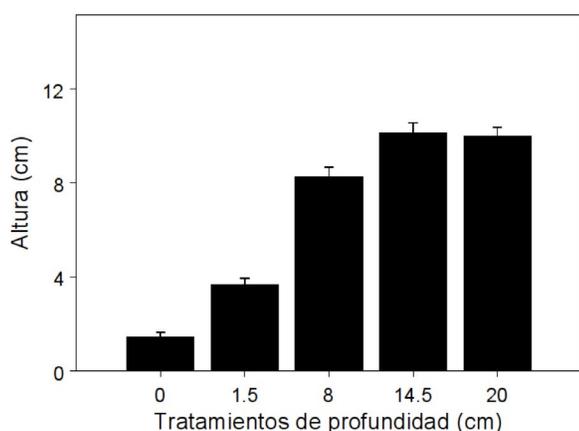


Figura 5. Influencia de la profundidad en la altura de las plántulas de *T. domingensis*, en el experimento de plataformas en donde las semillas precipitaron sobre el medio de cultivo después de ser colocadas en la superficie del agua. Los datos son medias y error estándar.

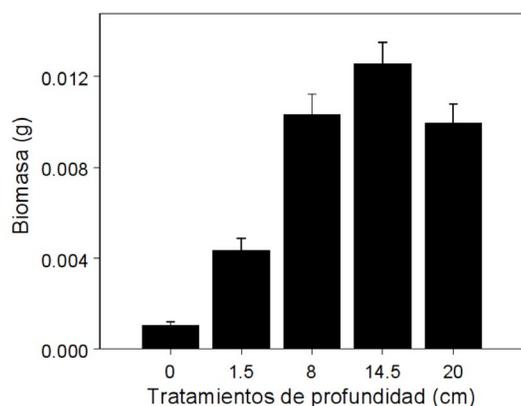


Figura 6. Influencia de la profundidad en la biomasa de las plántulas de *T. domingensis*, en el experimento de plataformas en donde las semillas precipitaron sobre el medio de cultivo después de ser colocadas en la superficie del agua. Los datos son medias y error estándar.

Resumiendo, observamos que en los dos experimentos de contenedores, el mayor número de plantas se dio en el tratamiento con menor profundidad (1.5cm de inundación), sin embargo, en cuanto a la altura, el tratamiento de 3.5 cm de inundación es el que presenta mayores valores. Esto podría explicarse debido a que las plantas podrían estar respondiendo al alargamiento para alcanzar los rayos solares y el aire, lo que se ha observado en otras especies como *Phalaris arundinacea* que responde elongando los tallos si aumenta la profundidad del agua, lo anterior para mantener al menos parte de su biomasa por encima de la superficie del agua (Barrett *et al.* 1993). Aunque la razón por la cual no fueron las plantas en la profundidad de 11.5 cm las que elongaron más aun debe ser explorada. Sin embargo, en el experimento de plataformas, los valores mayores en cuanto a número de plántulas, altura y biomasa fue el tratamiento de 14.5cm de inundación. Finalmente, en las macetas que solamente fueron regadas, a pesar de que las semillas de *T. domingensis* germinaron, fue un porcentaje relativamente bajo y permanecieron siempre pequeñas (con una altura menor a 0.5cm) durante todo el experimento.

Conclusiones

En este estudio se demostró que *Typha domingensis* germina y se establece mejor en condiciones específicas de profundidad del agua sobre el sustrato. De los experimentos realizados se puede sugerir que la forma en que las semillas llegan al sustrato influye en la germinación, como otros estudios han demostrado (Barrett *et al.* 1993). Lo anterior porque cuando las semillas se colocan enterradas (como en los experimentos de contenedores), el mayor número de plántulas se obtuvo a profundidades menores que cuando las semillas se colocaron en la superficie del agua, que fue el caso del experimento de plataformas, aunque esto debe de ser probado con experimentos diseñados con este fin.

Los resultados obtenidos son congruentes con estudios que han documentado la capacidad de *T. domingensis* de colonizar rápidamente sitios inundados (Lorenzen *et al.* 2000, Farrel *et al.* 2010). De tal forma que si se desea evitar el establecimiento de malezas o especies invasoras en este tipo de lugares se puede lograr de manera rápida la cobertura de *T. domingensis* a través de semillas. Por el contrario, si lo que se desea es evitar su establecimiento se podría lograr reduciendo el nivel de inundación si controlar el hidropérido es posible.

Agradecimientos

El presente estudio fue financiado con recursos institucionales del Centro de Investigaciones en Ecosistemas. Deseamos agradecer los comentarios de dos revisores que mejoraron considerablemente el manuscrito original.

Referencias

- Barrett CHS, Eckert GC y Husband CB. 1993. Evolutionary processes in aquatic plant populations. *Aquatic Botany* 44: 105-145.
- Coops H y van Der Velde G. 1995. Seed dispersal, germination and seedling growth of six helophyte species in relation to water-level zonation. *Freshwater Biology* 34: 13-20.
- Cronk JK y Fennessy MS. 2001. *Wetland Plant: Biology and Ecology*.

Lewis. Nueva York.

- Escutia-Lara Y, Lara-Cabrera S y Lindig-Cisneros R.** 2009. Efecto del fuego y dinámica de las hidrófitas emergentes en el humedal de la Mintzita, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 80: 771-778.
- Esmaili M, Sattarian A y Bonis A.** 2009. Ecology of seed dormancy and germination of *Carex divisa* Huds. *Effects of stratification, temperature and salinity. International Journal of Plant Production* 3: 27-40.
- Farrell JM, Murry BA, Donald JL, Halpern A, Beland RM, Godwin SK y Hafner DS.** 2010. Water-level regulation and coastal wetland vegetation in the upper St. Lawrence River: inferences from historical aerial imagery, seed banks, and *Typha* dynamics. *Hydrobiologia* 647: 127-144.
- Gosselink JG y Turner RE.** 1978. The role of hydrology in freshwater wetland ecosystems. *En: Good R.E, Whigham D.F y Simpson R.L. Eds. Freshwater Wetlands: Ecological Processes and Management Potential, pp. 63-78, Academic Press, New York*
- Herbert S, Miao SL, Colbert M y Carrager CE.** 1997. Seed germination of two cattail (*Typha*) species as a function of everglades nutrient levels. *Wetlands* 17: 116-122.
- Johnson S.** 2004. Effects of water level and phosphorous enrichment on seedling emergence from marsh seed banks collected from northern Belize. *Aquatic Botany* 79: 311-323.
- Lesica P.** 1992. Autecology of the Endangered Plant *Howellia aquatilis*; Implications for Management and Reserve Design. *Ecological Applications* 2:411-421.
- Lorenzen B, Brix H, Mckee KL, Mendelssohn IA y Miao SL.** 2000. Seed germination of two Everglades species, *Cladium jamaicense* and *Typha domingensis*. *Aquatic Botany* 66: 169-180.
- Moore DRL y Keddy PA.** 1988. Effects of a water-depth gradient on the germination of lakeshore plants. *Canadian Journal of Botany* 66:548-552.
- R Development Core Team.** 2011. R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.*
- van der Valk AG y Davis CB.** 1978. The role of the seed bank in the vegetation dynamics of prairie glacial marshes. *Ecology* 59:322-335.
- Young KR.** 1998. El ecosistema. *En: Cano A.y Young K. Eds. Los Pantanos de Villa: Biología y Conservación, pp. 3.20 Museo de Historia Natural, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima.*