

# Cambios en la composición de la comunidad vegetal después de la restauración de un

# HUMEDA

Por Dra. Patricia Moreno-Casasola\* y  
Lic. Lorena Sánchez-Higuero, Instituto de Ecología,  
A.C., Xalapa, Veracruz;  
Judith Vázquez, pasante de la licenciatura de biología,  
Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, Veracruz;  
Dr. Hugo López-Rosas, Instituto de Genética, campus  
Puerto Escondido, Universidad del Mar, Oaxaca.  
\*Autora responsable:  
patricia.moreno@inecol.edu.mx

*Changes in plant community composition after restoration of a wetland forest in Veracruz, México*

## RESUMEN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia para el hombre por los bienes y servicios ambientales que brindan. Una de las causas de degradación de los humedales de agua dulce, llamados localmente popales, es su uso para pastoreo de ganado y la introducción de especies forrajeras, principalmente exóticas. En este trabajo se planteó como objetivo erradicar la cobertura de especies de plantas acuáticas invasoras y recuperar la riqueza de especies nativas, desarrollando acciones como corte de vegetación a ras del suelo, inundación, incendios controlados, cubrir con un hule negro, aplicación puntual de herbicida sistémico sobre el follaje o dentro de los tallos y uso puntual de malla sombra. Se presentan los datos de cobertura aérea de las especies indicadoras de cambios en la

restauración, tanto nativas deseables como especies problemáticas, ya sea por ser invasoras o nativas no deseables, a lo largo de tres años de trabajo. A la fecha ya son escasos los rebrotes de las especies problemáticas y se ha incrementado notablemente la riqueza de especies nativas deseables, siendo estas últimas las que dominan en el humedal actualmente.

**PALABRAS CLAVE:** *Echinochloa pyramidalis*, *Sagittaria lancifolia*, hidroperiodo, invasión biológica, popal, humedal herbáceo de agua dulce.

## ABSTRACT

Wetlands are ecosystems of great importance to man for the environmental goods and services they provide. One cause of degradation of freshwater wetlands, locally called Popal

is its use for cattle grazing and the introduction of forage species, especially exotic. This work was aimed at eradicating the coverage of invasive aquatic plant species and restore native species richness taking action as a court of single storey vegetation, flood, fire management, covers with a black rubber, timely application of herbicide systems on the foliage or inside the stems and timely use of shade netting. Data is presented for air cover of indicator species for changes in the restoration, both native and desirable species of concern, either invasive or native undesirable over three years of work. To date there are a few outbreaks of problem species and this has significantly increased the wealth of desirable native species, the latter being those that currently dominate the wetland.

**KEY WORDS:** *Echinochloa pyramidalis*, Sa-

Fecha de recepción: 19 de julio de 2011.  
Fecha de aceptación: 24 de agosto de 2011.

Fuente: cortésia Jesús Escamirosa.

# TROPICAL

## EN VERACRUZ, MÉXICO

gittaria lancifolia, hydroperiod, biological invasion, Popal, herbaceous freshwater wetlands.

### INTRODUCCIÓN

Los humedales son ecosistemas de gran importancia para la sociedad. Deben tener uno o más de los siguientes tres atributos (Mitsch y Gosselink, 2000): el agua está presente sobre o cerca de la superficie del terreno de forma temporal o permanente formando una columna poco profunda; esta presencia del agua genera suelos o

sustratos con características hídricas y, como resultado de estas condiciones, se presenta como tercer atributo un tipo de vegetación particular dominado por vegetación acuática o hidrófila. Conjunten gran cantidad de ecosistemas con fisonomías muy variadas, localizándose desde la zona costera hasta las altas montañas. Incluyen comunidades de agua dulce (selvas inundables, popales, tulares), estuarinas (manglares) y marinas (praderas de pastos marinos), las cuales varían tanto en el nivel de inundación como en el periodo de tiempo

que permanecen inundados (Mitsch y Gosselink, 2000). Desempeñan una amplia gama de funciones ecosistémicas, siendo las más reconocidas la recarga/descarga de acuíferos, el control de inundaciones, la estabilización de la línea costera, el control de la erosión, la retención de sedimentos, la depuración de sustancias tóxicas, la absorción de nutrientes, la exportación de biomasa, la protección contra tormentas, la estabilización de microclimas y el transporte de agua. Estas funciones pueden ser benéficas para la sociedad, por lo que también se consideran servicios ambientales. Además, los humedales generan una gran variedad de productos útiles para el hombre, como recursos forestales, recursos de fauna silvestre, pesquerías, recursos forrajeros, recursos agrícolas y abastecimiento de agua (Dugan, 1992) y juegan un papel económico muy importante al ser centros turísticos y de recreación.

Muchos de los humedales de las zonas tropicales han sido convertidos o transformados y son usados para el pastoreo de ganado. Puede ser que solamente se introduzca ganado o que también se drenen o que se siembren pastos introducidos, generalmente de origen africano. Estos pastos son capaces de invadir humedales vecinos e ir desplazando a las especies nativas. Debido a su alta productividad aérea y subterránea, gran cantidad de la materia orgánica se acumula sobre el suelo provocando la elevación del nivel topográfico del humedal y desecándolo (López *et al.*, 2006). Esta nueva condición del humedal, aunado a la tala y el pastoreo, facilita la presencia de hidrófilas nativas que, al incrementar su cobertura y densidad, se vuelven problemáticas y altamente competitivas desplazando a las especies nativas deseables. Ejemplo de este tipo de plantas son los arbustos *Mimosa pigra* (zarzales) y *Dalbergia brownii* (mucales). Las

invasiones biológicas son disturbios resultantes de la introducción y naturalización de especies no nativas, ya sean plantas o animales. Dichos disturbios pueden derivarse de causas naturales o antropogénicas. Estas últimas son mucho más rápidas que las naturales y entre ellas destacan la agricultura, la ganadería, el comercio y la construcción de obras.

*Echinochloa pyramidalis* (pasto alemán) es una gramínea originaria de las planicies inundables de África. Es rizomatosa, muy productiva con fotosíntesis C4, lo que la hace muy eficiente para crecer en condiciones de alta insolación y temperatura, y tolera tanto las sequías como la inundación. Fue introducida para fines forrajeros en los potreros inundables de México (López *et al.*, 2006) y ahora es una especie invasora de los humedales de agua dulce donde disminuye la diversidad de la vegetación nativa. *Pennisetum purpureum* (pasto elefante) también es un pasto de origen africano que invade los humedales de otros continentes.

El objetivo planteado en este trabajo fue erradicar las especies problemáticas: el pasto invasor *Echinochloa pyramidalis*, introducido para ganadería, el pasto de origen africano *Pennisetum purpureum* y el arbusto nativo *Dalbergia brownii*, y con esto incrementar la riqueza y cobertura de las especies nativas deseables del humedal. El presente trabajo demuestra los cambios en la vegetación derivados de los primeros tres años de actividades de restauración en el humedal. Se enfatiza el comportamiento de la cobertura de las especies consideradas como indicadores de la integridad del humedal (ya sea por ser especies nativas frecuentes en otros humedales o especies invasoras que perjudican dicha integridad), así como los cambios en la riqueza y composición de especies a lo largo de estos tres

años. Se esperaría que la cobertura y riqueza de especies deseables se hayan incrementado y, al contrario, la cobertura de especies problemáticas disminuya hasta su eventual desaparición.

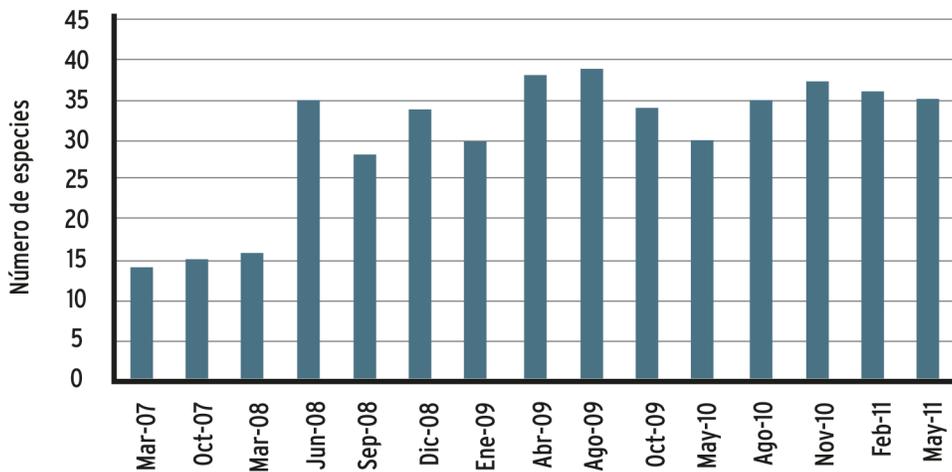
## MATERIALES Y MÉTODOS

El área de estudio se localiza en el municipio de Actopan, ubicado en la zona costera central del estado de Veracruz, dentro del Centro de Investigaciones Costeras La Mancha (Cicolma, 19°35'45" N y 96°23'05" W). Es una reserva privada de conservación perteneciente al Instituto de Ecología, A. C., que además forma parte del sitio Ramsar 1336 La Mancha-El Llano (figura 1). El clima es cálido subhúmedo, con régimen de lluvias de verano (junio a septiembre, con el 78 % de la precipitación en esta época), una precipitación total anual media de 1286 milímetros, temperatura media anual oscilando entre 21.1 °C en enero y 27.3 °C en junio.

Una vez delimitada el área de restauración, se procedió a identificar aquellas zonas remanentes que sirviesen como referencia del popal que se quería restaurar dentro del mismo humedal, así como las otras zonas invadidas en las que se quería trabajar. Con base en experiencias anteriores (López *et al.*, 2010) se decidió usar dos tratamientos generalizados en toda el área para eliminar o, por lo menos, reducir la cobertura de las tres especies no deseables (el pasto alemán *Echinochloa pyramidalis*, el pasto elefante *Pennisetum purpureum* y el arbusto *Dalbergia brownii*), además de algunos particulares (incendios controlados, aplicación puntual de herbicida sistémico, uso puntual de malla sombra) en función de las necesidades. El primer tratamiento general se aplicó en las zonas dominadas por las especies problemáticas y consistió en cortar con machete lo más cerca posible al suelo (chapeo) y de forma

selectiva el pasto alemán (protegiendo a los individuos de especies deseables), el arbusto *D. brownii*, y el único manchón encontrado de *Pennisetum purpureum*, previo a la época de lluvias, para asegurar que el nivel del corte quedaba por debajo del agua y así eliminar estas especies no deseadas. El segundo tratamiento consistió en represar el agua para incrementar el nivel de inundación y el periodo de tiempo que permanecería la zona inundada, para lo cual se construyó una compuerta en el punto de flujo del agua por debajo de un camino, mediante una estructura de concreto y una puerta de hierro que se podía tener abierta o cerrada según la necesidad de mantener la inundación.

Usando los planteamientos del manejo adaptativo, es decir, formulando prácticas de manejo por experimentación, monitoreando los resultados y ajustando en función de los mismos, se fueron buscando soluciones cuando el chapeo e inundación no fueron suficientes. Ejemplo de ello fueron parches invadidos por otro pasto introducido (*Pennisetum purpureum*) o por la leguminosa arbustiva trepadora nativa *Dalbergia brownii*, la cual trepa sobre los árboles aislados del humedal y forma matorrales densos espinosos e impenetrables que no dejan crecer a otras especies nativas. Otras acciones particulares para eliminar a las especies problemáticas fueron incendios controlados, lo cual se aplicó a los rizomas extraídos del pasto elefante y del pasto alemán, cubrir el suelo con un plástico negro para incrementar la temperatura y eliminar la luz durante dos o tres meses sobre las áreas previamente chapeadas e inundadas para matar los rizomas que aún quedaban, cubrir secciones con malla sombra para reducir la intensidad de luz cuando había una mezcla de pasto alemán y abundantes especies nativas, aplicación de forma puntual de un



**FIGURA 2**

Riqueza de especies en el total de cuadros de monitoreo de la vegetación. El número de muestreos varió, ya que durante el primer año solamente se monitorearon 27 cuadros y el segundo año se incrementaron a 56. La mayor riqueza se presenta durante la época de lluvias y baja en el periodo de secas.

herbicida sistémico en tallos de individuos adultos y rebrotes de *D. brownei*, pues los otros tratamientos generales no lograron detener su regeneración, y finalmente remover el suelo para renivelarlo y poder incrementar el periodo de inundación.

Se fijaron 56 cuadros (27 durante el primer año y 56 a partir del segundo año) para el monitoreo de la vegetación. Los cuadros medían 0.7 x 0.7 m y fueron colocados en las zonas donde se desarrollaron los tratamientos o acciones. Se establecieron dos controles, uno en el popal que aún no había sido invadido por la gramínea, y otro en la zona invadida, en el cual no se iba a llevar a cabo ninguna acción (López *et al.*, 2006). En cada tratamiento y sus respectivos cuadros de monitoreo se colocaron piezómetros (tubos de PVC de 1 pulgada y 2 metros de largo). En la parte inferior tienen pequeñas horadaciones que permiten el paso del agua, pero no de los sedimentos, ya que están cubiertos con una tela de malla muy fina. Tienen un tapón en la parte inferior

y se entierran a metro y medio de profundidad, dejando la boca por encima del suelo para monitorear el nivel del agua en el tiempo y su relación con el comportamiento de la vegetación (Peralta *et al.*, 2009).

Los cuadros de vegetación se monitorearon al inicio del trabajo de restauración en el humedal (marzo de 2007). Posterior a esta fecha se procedió a realizar un siguiente monitoreo cuando ya se había avanzado en el trabajo de erradicación (lluvias), produciendo inundación (octubre de 2007) y permitiendo los primeros cambios en la composición de la vegetación en el sitio. A partir de ese momento se realizaron monitoreos cada tres meses. En cada cuadro y en cada muestreo se anotó la lista de especies presentes y se estimó la cobertura aérea de cada una de ellas. Esta estimación se hizo en escala porcentual: si una especie cubría todo el cuadro se le asignaba cobertura de 100 (Kent y Coker, 1992). Dado que en cada cuadro se podía presentar más de un estrato,

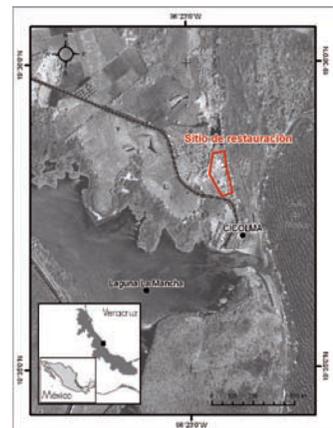
por ejemplo, el estrato herbáceo, el arbustivo y el de enredaderas, la suma de las coberturas de las especies en cada cuadro podía ser de más del 100 %.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar la riqueza de especies en todos los cuadros ubicados en las zonas de restauración se detectó un incremento de especies vegetales (figura 2). Entre marzo de 2007 y marzo de 2008 la riqueza pasó de 14 a 16 especies y para junio de 2008 ya había 35 especies. Para los monitoreos del año 2008, se incrementó el número de cuadros y también se inició el periodo de lluvias, contribuyendo ambos factores al incremento en el valor. A partir de ese momento (junio de 2008), el número total de especies en la zona bajo restauración ha venido oscilando entre 28 y 39. Parece irse estableciendo un patrón con una mayor riqueza de especies en la época de lluvias que permanece así hasta finales o principios de año y se reduce con la llegada de la época de secas. Durante

este periodo baja el nivel del agua (López *et al.*, 2010).

La cobertura aérea de las especies indicadoras, con base en la escala porcentual, ya sea por su condición de invasoras o de crecimiento agresivo (*Echinochloa pyramidalis* y *Dalbergia brownei*) o por ser las nativas cuya presencia se promueve (*Sagittaria lancifolia*, *Pontederia sagittata*, *Typha domingensis*), varía a través del tiempo (figura 3). La gráfica muestra cómo *D. brownei* desaparece completamente, mientras que el pasto alemán disminuye su cobertura. El pasto elefante no aparece en la gráfica pues no hubo ningún rebrote una vez que se extrajo y se quemó. Las especies nativas incrementaron su cobertura, principalmente *Typha domingensis*, *Sagittaria lancifolia* y *Pontederia sagittata*. El helecho libre flotador, *Salvinia* sp., comenzó a incrementar su cobertura llegando a extenderse sobre el espejo de agua durante las épocas de mayor inundación y se decidió efectuar una limpieza de forma manual, para asegurar la penetración de luz en el cuerpo de agua e intercambio de oxígeno entre la atmósfera y el agua. La figura 4 muestra eviden-



**FIGURA 1**

Área de estudio en la zona costera central del estado de Veracruz. El polígono rojo indica la superficie de restauración.

	marzo de 2007	julio de 2008	junio de 2009	mayo de 2010
<i>Calopogonium caeruleum</i> (Benth.) Hemsley			3.61	5.46
<i>Cyperus digitatus</i> Roxb.		12.41	2.43	1.67
<i>Dalbergia brownei</i> (Jacq.) Urban	22.30			
<i>Echinochloa pyramidalis</i> (Lam.) Hitchc. y A. Chase	48.19	6.30	2.07	5.83
<i>Fuirena simplex</i> Vahl		5.23	5.09	2.70
<i>Hydrocotyle bonariensis</i> Lam.	0.22	5.27	7.30	8.02
<i>Ipomoea tiliacea</i> (Willd.) Choisy	7.81	1.52	9.19	20.56
<i>Laporteia mexicana</i> (Liebm.) Wedd.	0.78		2.00	4.44
<i>Lemna</i> aff. <i>minor</i>		11.84	0.04	0.04
<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven		8.09	2.98	4.26
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	0.07	2.61	7.44	10.39
<i>Pluchea odorata</i> (L.) Cass.			6.93	0.57
<i>Pontederia sagittata</i> C. Presl	2.22	20.00	15.09	16.13
<i>Sagittaria lancifolia</i> L. subsp. <i>media</i> (Michelin) Bogin	15.41	20.27	14.35	22.59
<i>Salvinia</i> sp.		8.25	0.07	1.17
<i>Spirodela</i> aff. <i>polyrhiza</i>		5.68	0.11	0.50
<i>Typha domingensis</i> Pers.	11.19	24.82	21.41	30.85
<i>Xanthosoma robustum</i> Schott	3.89			

## CUADRO 1

Cobertura aérea (%) de las principales especies durante cuatro fechas del monitoreo.

cias fotográficas donde se pueden ver los principales cambios que se produjeron en la cubierta vegetal a lo largo del tiempo.

En el cuadro 1 aparece una lista de las especies con mayor valor de cobertura para cuatro fechas. Puede verse que en el primer muestreo *E. pyramidalis* presentaba la mayor cobertura, seguida de *D. brownei* y con valores menores *S. lancifolia* y *T. domingensis*. Las primeras dos especies, que constituyeron el objeto de eliminación del trabajo, decrecieron notablemente durante el proceso, lo cual indica el éxito de la restauración. La disminución de *E. pyramidalis* es satisfactoria para

la magnitud del esfuerzo empleado y los objetivos del trabajo, pero aún no es suficiente porque ocasionalmente hay nuevos rebrotes producidos por trozos de rizomas que permanecen vivos en el suelo que se deben eliminar puntualmente para evitar una nueva invasión. La desaparición de *D. brownei* fue resultado de los trabajos de chapeo seguidos de la aplicación puntual de herbicida directamente en el tallo de los rebrotes o de los individuos adultos remanentes. Posterior a esas acciones no se encontró regeneración por plántulas ni por estructuras vegetativas de este arbusto. En estos primeros tres años de monitoreo ninguna especie ha

alcanzado el nivel de cobertura que presentaba el pasto alemán antes de los trabajos de restauración. Las nativas del humedal *S. lancifolia* y *T. domingensis*, junto con *P. sagittatae* *Hydrocotyle bonariensis* han incrementado su cobertura, pero *S. lancifolia* se mantiene a los mismos niveles con cierta oscilación. *Typha domingensis* e *Ipomoea tiliacea* han incrementado de manera importante su cobertura, lo cual hace pensar que estas especies podrían convertirse en dominantes en el humedal restaurado. Hay especies que aparecieron un año después con altos valores y se han ido reduciendo. Particularmente *Lemna* aff. *minor*, *Salvinia* sp. y *Spirodela* aff. *polyrhiza*

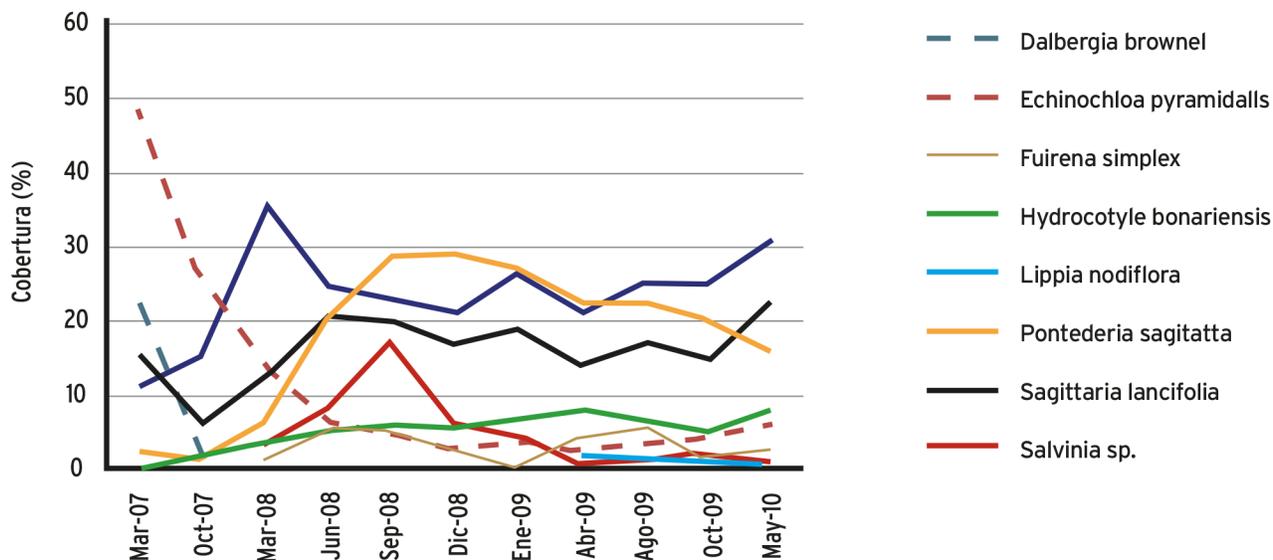
han sido recogidas manualmente una vez al año para evitar que cubran la superficie del espejo de agua. Es importante hacer notar que el humedal bajo restauración no ha alcanzado un equilibrio. Se tienen que ir tomando decisiones bajo la visión del manejo adaptativo, para asegurar que se tiene una dominancia de la flora nativa, una riqueza similar a la de otros humedales y hábitat para peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos, al igual que invertebrados acuáticos. El uso de la cobertura aérea de las especies como estimador para el seguimiento del comportamiento de la vegetación en el tiempo es una estrategia útil porque indica de forma indirecta el grado de utilización de recursos por parte de cada especie. Las especies mejor adaptadas a las nuevas condiciones harán un uso más eficiente de los recursos (luz, agua y nutrientes) y esto se reflejará en valores altos de cobertura sobre el espacio.

## CONCLUSIONES

La restauración de un potrero inundable en un humedal herbáceo de agua dulce (popal), ecosistema inicialmente característico del sitio, ha sido exitosa. La vegetación dentro del humedal de La Mancha, Veracruz, ha incrementado el número de especies propias de este ecosistema. Dos de las especies problemáticas (la introducida *Pennisetum purpureum* y la nativa *Dalbergia brownei*) se han erradicado del humedal, aunque aún es necesario erradicar el pasto alemán del predio. Las condiciones de topografía e hidrología determinan el grado de inundación y son determinantes para el éxito de la restauración.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado por Conabio (HH024), Conacyt-SEP (106451) e Instituto de Ecología, A. C. (902-17). Se agradece a Roberto Monroy por los dibujos. ■



**FIGURA 3**

Cambios en la cobertura promedio de las especies indicadoras en todos los cuadros de monitoreo del área de restauración (tanto invasoras como nativas) a lo largo de tres años de monitoreo. Las especies que se busca erradicar aparecen en línea punteada. Las especies nativas del humedal aparecen con líneas continuas. Para mayor explicación ver el texto. Los porcentajes de cobertura se obtuvieron con base en la escala de Kent y Coker (1992).



**FIGURA 4**

Fotografías que muestran los cambios en la cubierta vegetal a lo largo del tiempo en dos sitios del humedal: a) vista en febrero de 2007, cuando predominaba el pasto alemán invasor (*Echinochloa pyramidalis*) mezclado con individuos aislados de tular (*Typha domingensis*); b) vista del humedal restaurado con *Sagittaria lancifolia* y *Pontederia sagittata* en junio de 2011.

**REFERENCIAS  
BIBLIOGRÁFICAS**

Dugan, P. J. (1992). *Conservación de humedales. Un análisis de temas de actualidad y acciones necesarias*. Gland, Suiza: UICN.  
Kent, M. y Coker, P. (1992). *Vegetation description and analysis. A practical approach*. Londres: CRC Press.  
López, H., Moreno, P. y Men-

delssohn, I. (2006). "Effects of experimental disturbances in a tropical freshwater marsh invaded by the African grass *Echinochloa pyramidalis*", en *Wetlands*. 26 (2): 593-604.  
López, H., López F., Moreno, P., Aguirre, G., Cázares, E. y Sánchez, L. (2010). "Indicators of recovery in a tropical freshwater marsh invaded by

an African grass", en *Ecological Restoration*. 28 (3): 324-332.  
Mitsch, W. J. y Gosselink, J. G. (2000). *Wetlands*. Nueva York: John Wiley and Sons Inc.  
Peralta, L. A., Infante, D. y Moreno, P. (2009). "Construcción e instalación de piezómetros", en Moreno, P. y Warner, B. (eds.) *Breviario para describir, observar y manejar humedales*.

Xalapa, Ver., México: Serie Costa Sustentable núm. 1. Ramsar, Instituto de Ecología, A. C., Conanp, US Fish and Wildlife Service, US State Department. [En línea]. Disponible en: [http://www.inecol.edu.mx/costa-sustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Breviario\\_Humedales.pdf](http://www.inecol.edu.mx/costa-sustentable/esp/pdfs/Publicaciones/Breviario_Humedales.pdf). Fecha de consulta: 5 de agosto de 2011.