

INDICADORES FUNCIONALES Y ESTRUCTURALES PARA EVALUAR EL ESTADO DE CONSERVACIÓN DE HUMEDALES COSTEROS EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Investigación de Excelencia
Premio Universitario 2008

Dr. Alejandro Fierro - Cabo, afierro@uat.edu.mx

RESUMEN

El manejo adecuado de las zonas costeras requiere de herramientas que permitan detectar procesos degradantes en los ecosistemas estratégicos prestadores de servicios ambientales. Los indicadores ecológicos responden adecuadamente a esta necesidad en humedales costeros. Se estudiaron ocho humedales de origen y características distintas, con afectaciones contrastantes conocidas. Se seleccionaron los indicadores que mejor discriminaron los sitios y se utilizaron para evaluar la evolución del estado de conservación de los mismos. La correspondencia ecológica entre indicadores funcionales y estructurales no se confirmó en todos los casos, por lo que es necesario utilizar ambos tipos para obtener un mejor diagnóstico. En dicha contribución se muestra la utilidad del uso simultáneo de indicadores funcionales y estructurales para detectar, tanto degradación, como recuperación de este tipo de ecosistemas acuáticos. Los resultados presentados son parte del primer estudio conocido para desarrollar indicadores ecológicos en humedales costeros tropicales.

PALABRAS CLAVE

Indicadores ecológicos, descomposición, peces.

SUMMARY

Sound management of coastal zones depends on assessment tools capable to

detect degradation processes in wetlands and other strategic ecosystems. Several functional (decomposition process) and structural (fish community) indicators were evaluated simultaneously on eight coastal wetlands of contrasting characteristics and different origin and intensity of disturbances affecting them. Those indicators that best discriminated between sites were selected for continued evaluation of the same wetlands. Ecological correspondence between structural and functional indicators was not confirmed in all sites owing to the use of both kinds of indicators for a better assessment. This contribution shows the importance of the simultaneous use of structural and functional indicators to detect both degradation and recuperation of these aquatic ecosystems.

KEY WORDS

Ecological indicators, decomposition, fish.

INTRODUCCIÓN

La sustentabilidad del manejo y desarrollo de las zonas costeras depende de la continuidad de los servicios ambientales que prestan los ecosistemas costeros. La toma de decisiones relativas al uso y aprovechamiento de estos ecosistemas se basa en información limitada que no indica la condición del ecosistema ni las repercusiones sobre su funcionamiento y estructura. Es necesario el uso

sistemático de indicadores y criterios que muestren la condición ecológica de un sistema, que permitan identificar agentes perturbadores, así como jerarquizar las necesidades de intervención para su rehabilitación y/o protección, además de medir el éxito o fracaso de programas de protección y rehabilitación.

Los indicadores estructurales e indicadores funcionales son dos tipos de indicadores ecológicos. Los primeros se derivan de la estructura del ecosistema, por ejemplo, diversidad, abundancia, complejidad, presencia o ausencia de especies sensibles o tolerantes, entre otros (Gibson et al., 2000). Los indicadores funcionales miden procesos del ecosistema como descomposición, productividad, respiración (Young et al., 2004), flujos de materia y energía.

La amplia extensión territorial (casi 10 mil hectáreas) del Puerto Industrial de Altamira sobre la franja costera del sur de Tamaulipas, incluye 17 humedales con extensión significativa. Algunos se ubican en un solo cuerpo de agua que ha sido dividido artificialmente por bordos de terraplén para varios fines, propiciando condiciones distintas entre las secciones. De estos 17 ecosistemas se estudiaron ocho humedales con los que se desarrollaron una serie de indicadores para valorar cuantitativamente el ecosistema, evaluando aspectos, tanto de su funcionamiento, como de su estructura.

MATERIAL Y MÉTODOS

La primera fase del estudio fue desarrollada durante las cuatro estaciones del año 2006, evaluando una serie de indicadores ecológicos y estableciendo un diagnóstico inicial del estado de conservación de estos humedales. Asimismo, en esta primera fase se evaluó el poder discriminatorio de los indicadores, seleccionando aquéllos que más claramente se distinguieron entre ecosistemas con diferentes niveles de degradación.

La segunda fase del estudio inició con el año 2007 y es el objeto de este artículo. Ésta consistió en el monitoreo durante dos temporadas del año (estiaje y lluvias) de los indicadores previamente seleccionados, además de ciertos parámetros físico-químicos del agua, complementarios, medidos *in situ* en laboratorio.

Localización de los humedales

Los ocho humedales estudiados se localizan dentro de los terrenos del Puerto Industrial de Altamira, Tamaulipas, entre las latitudes 22° 33' N y 22° 24' N (Figura 1). Todos son de carácter somero (i.e. profundidad inferior a tres metros), pero de origen y características distintas.

Indicadores y parámetros medidos

Los indicadores funcionales incluyeron tasas y coeficientes de descomposición (Fierro et al., 2000) con los que se establecieron criterios para calificar la función del ecosistema (Young et al., 2004), además de la concentración de clorofila "a" para estimar el estado trófico (Carlson, 1977) y biomasa total de peces como productividad secundaria. Los indicadores estructurales se derivaron todos de la comunidad nectónica e incluyeron abundancia total, riqueza específica, especies depredadoras, dominancia (Gibson et al., 2000) e índice de diversidad de Shannon-Wiener. Los parámetros del agua medidos *in situ* fueron salinidad, temperatura, oxígeno disuelto, transparencia y pH; mientras que los parámetros determinados en laboratorio fueron nitrógeno y fósforo totales además de sólidos suspendidos totales. Las concentraciones de clorofila y los parámetros del agua se determinaron a una profundidad de 50 cm. Todas las determinaciones (indicadores y parámetros) se llevaron a cabo en las mismas tres estaciones de muestreo para

UBICACIÓN DE LOS HUMEDALES ESTUDIADOS EN EL MUNICIPIO DE ALTAMIRA, TAMAULIPAS



FIGURA 1

(Imagen extraída de Google Earth 2006, señalización propia del autor)

Los sitios señalados con caracteres blancos corresponden a humedales salobres, los señalados en amarillo corresponden a los humedales de agua dulce.

cada humedal. Un humedal salobre en aparente buen estado (estero Barberena) y uno dulceacuícola (laguna del Cañón) fueron considerados como sitios de referencia.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos muestran claras diferencias en la condición ecológica entre los distintos humedales. Generalmente, los indicadores de función (Cuadro 1) resultaron ser más sensibles para detectar cambios en el corto y mediano plazo.

Humedales salobres

El estero Barberena (BAR) presentó consistentemente los mejores resultados tanto en los indicadores funcionales como estructurales, así como en los parámetros del agua. Este ecosistema mantiene un buen estado de conservación y está en mejores condiciones que en 2006. La diversidad y complejidad de la comunidad de peces son extraordinariamente buenas, mientras que su nivel trófico disminuyó a mesotrófico y no se detectaron concentraciones significativas de nutrientes.

El estero Garrapatas, en su parte más baja o terminal (GSN y GSS), es objeto de

un programa de rehabilitación ecológica basado en la resalinización del sistema para devolverle su condición estuarina. Actualmente, esta sección del estero recibe una descarga de agua marina como medida para mantener condiciones salobres. El humedal mostró una mejoría en la función de su ecosistema, mientras que su estructura se ha mantenido relativamente pobre, por lo que se considera que el proceso de rehabilitación no se ha completado.

Humedales dulceacuícolas

En cuanto a los humedales dulceacuícolas, la laguna del Cañón (CAÑ) mantiene un ecosistema acuático en excelentes condiciones de conservación. Aunque se trata de un sistema naturalmente simple con cadenas tróficas cortas, se encuentra en equilibrio y no presenta signos de degradación actual o potencial. La expectativa es buena mientras no sufra perturbaciones antropogénicas como descargas de aguas residuales, rellenos o destrucción de su franja de vegetación ribereña.

El estero Garrapatas, en su parte dulceificada (GDU) sigue presentando problemas de eutroficación debido a contami-

Humedal	K (promedio) Lluvias 2007	ke/kv Lluvias 2007	Calif. 2006	Calif. 2007 Estiaje	Calif. 2007 Lluvias	Función del ecosistema (Lluvias 2007)
BAR	0.0135	1.00	2	2	2	Se mantuvo adecuada
GSN	0.0105	0.78	2	1	2	Pasó a adecuada
GSS	0.0156	1.16	1	1	2	Pasó a adecuada
CAÑ	0.0149	1.00	2	2	2	Se mantuvo adecuada
GDU	0.0132	0.89	0	2	2	Se mantuvo adecuada
CON	0.0056	0.38	0	1	0	Pasó a alterada severamente
COS	0.0270	1.81	0	1	1	Se mantuvo alterada moderadamente
CHA	0.0129	0.86	0	1	2	Pasó a adecuada

CUADRO 1

Evaluación de la función del ecosistema en los humedales monitoreados según las constantes de descomposición (k), y su evolución desde el inicio del estudio.

nación por nutrientes. La función de este ecosistema se mantuvo adecuada (Cuadro 1) y su estructura mejoró notablemente con respecto al 2006. Por el momento este humedal tiene un estado ecológico adecuado y ha mostrado una recuperación continua desde el inicio del monitoreo.

La laguna del Conejo en su parte Norte (CON) mantiene un nivel trófico adecuado (mesotrófico) con poca contaminación por nutrientes. Su estructura mejoró notablemente y se podría considerar como excelente. Sin embargo, su función se ha degradado, lo cual no concuerda con el estado trófico ni con la buena estructura. La calidad del agua es aparentemente buena, con bajas concentraciones de nutrientes y de sólidos en suspensión.

La laguna del Conejo en su parte Sur (COS) mantiene su condición de humedal degradado. El agudo problema de eutroficación persiste, con elevadas concentraciones de nutrientes y sólidos en suspensión. La función del ecosistema se mantiene sin cambios, clasificándose como moderadamente alterada, lo cual es coherente con el estado trófico. En términos generales, su estructura se mantiene como poco adecuada. Sigue habiendo elevada dominancia de dos especies herbívoras que toman ventaja del elevado nivel trófico (abundancia de microalgas), lo que transfiere el desequilibrio del sistema a niveles tróficos más elevados.

La laguna del Chango (CHA) se mantiene como un humedal extremadamente degradado. Presenta severa contaminación por nutrientes y probablemente también por sustancias tóxicas. Las condiciones actuales hacen imposible la vida de cualquier especie regional de peces.

CONCLUSIONES

En este estudio se llevó a cabo, por primera vez, una evaluación del estado de conservación de humedales costeros tropicales basada en indicadores funcionales directos derivados de los procesos de descomposición, paralelamente con indicadores estructurales derivados de la comunidad de peces. Estos indicadores se desarrollaron, adaptaron y probaron en ocho humedales del sur de Tamaulipas, incluyendo desde sitios en buen estado de conservación hasta sitios severamente degradados, con perturbaciones que van desde modificaciones al régimen salino e hidrológico hasta contaminación por aportes excesivos de nutrientes e incluso de sustancias tóxicas. Los indicadores seleccionados son útiles tanto en humedales salobres transicionales, como en humedales de agua dulce. El uso exclusivo de indicadores estructurales, como se ha llevado a cabo en años recientes en humedales de zonas templadas y subtropicales, puede resultar en algunos casos insuficiente o inadecuado para diagnosticar acertadamente el estado de conservación de humedales costeros tropicales. Es necesario usar simultáneamente

indicadores funcionales que además tienen mayor sensibilidad y permiten detectar cambios en plazos más cortos. Los parámetros fisicoquímicos de calidad del agua que convencionalmente se miden para evaluar de alguna manera el estado del humedal, son de utilidad para explicar las respuestas del ecosistema detectadas con los indicadores ecológicos. Se deben de considerar entonces, sólo como información complementaria para las evaluaciones con indicadores ecológicos. ||

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carlson, R.E. (1977). "A trophic state index for lakes", en *Limnology and Oceanography*. 22:361-369.
- Fierro, A., Angers, D.A. y Beauchamp, C.J. (2000). "Decomposition of paper deinking sludge in a sandpit minesoil during its revegetation", en *Soil Biology and Biochemistry*. 32:143-150.
- Gibson, G.R., Bowman, M.L., Gerritsen, J. y Snyder, B.D. (2000). *Estuarine and Coastal Marine Waters: Bioassessment and Biocriteria Technical Guidance*. EPA 822-B-00-024. Washington, DC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water.
- Jackson, L. E., Kurtz, J. C., y Fisher, W. S., eds. (2000). *Evaluation Guidelines for Ecological Indicators*. EPA/620/R-99/005. Research Triangle Park, NC: U.S. Environmental Protection Agency, Office of Research and Development.
- Young, R., Townsend, C. y Matthaei, C. (2004). *Functional indicators of river ecosystem health- an interim guide for use in New Zealand*. Nelson, NZ: Ministry for the Environment. Report No. 870.