

*Research Article*

## Implementación del plan estratégico Ramsar en humedales costeros de la Península de Yucatán: normativas y regulación

Laura Vidal<sup>1</sup>, Adriana Vallarino<sup>2</sup>, Ileana Benítez<sup>3</sup> & Jorge Correa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UMDI, Facultad de Ciencias, UNAM, Puerto de Abrigo S/N, CP 97356 Sisal, Yucatán México

<sup>2</sup>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Av. Rancho Polígono 2-A  
Col. Ciudad Industrial, Lerma Campeche, Campeche, C.P. 24500, México

<sup>3</sup>El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Ave. Centenario km 5.5, Chetumal  
Quintana Roo, C.P.77014, México

Corresponding author: Laura Vidal (laurae.vidal@ciencias.unam.mx)

**RESUMEN.** Se analiza la forma en que México aplica la normativa y otras estrategias de manejo, para la protección de los humedales costeros y aves de humedal de la Península de Yucatán según el Plan Estratégico Ramsar 2009-2015, específicamente en dos de sus estrategias. Se analiza los criterios de regulación de los Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas y Ordenamientos Ecológicos Territoriales identificando los aspectos científicos robustos en los que se fundamentan, así como en sus deficiencias bajo el concepto de integridad ecológica. En los resultados se observa: a) la necesidad de homogenizar el uso del término integridad en los instrumentos legales, b) crear una estructura jerárquica espacial de estrategias de manejo que favorezca la conectividad, c) reforzar en la delimitación de áreas de amortiguamiento de humedales y hábitats críticos de aves, d) incorporar reglas que protejan la heterogeneidad biológica espacio-temporal, los procesos ecológicos y las redes tróficas, y e) diseñar un reglamento para la restauración de humedales. Se concluye que el escenario normativo aplicable a la conservación de estos ecosistemas en México es aún muy ineficiente y que es necesario incorporar una visión sistémica para proteger estos ecosistemas. Se incluyen además, nueve recomendaciones para su mejoramiento.

**Palabras clave:** normatividad, humedales costeros, aves de humedal, Ramsar, Península de Yucatán.

## Implementation of the Ramsar strategic plan in coastal wetlands of the Península de Yucatán: regulations and normativity

**ABSTRACT.** The way how Mexico applies the normative and other management strategies, regarding coastal wetland and wetlands birds conservation of the Península de Yucatán following the Ramsar Strategic Plan 2009-2015 is analyzed. Regulatory criteria within Management Programs of Natural Protected Areas and Ecologic Ordinance Instruments were analyzed identifying strengths and weaknesses under an ecological integrity concept. Results show the need to homogenize the concept of integrity within regulation, to develop a hierarchical spatial structure for management strategies. It will: a) promotes connectivity, b) strength the perception of buffer zones and critical habitats, c) emphasize in the protection of biologic heterogeneity in space and time, ecological processes and trophic networks and, develop regulation about wetland restoration. We conclude that current normative framework is still very inefficient and a systemic vision is required to protect these ecosystems. Nine suggestions to improve the current scenario are included.

**Keywords:** regulations, coastal wetlands, wetlands birds, Ramsar, Yucatán Peninsula.

### INTRODUCCIÓN

Los humedales costeros poseen reconocimiento internacional por su extensión, variedad, importancia biogeográfica y amplia gama de bienes y servicios ambientales tales como retención de nutrientes, almace-

namiento y purificación de agua, protección contra tormentas y huracanes (Hiraishi & Harada, 2003; Dahdouh-Guebas *et al.*, 2005), mitigación de crecidas hídricas, estabilización de costas y control de erosión (Millennium-Ecosystem-Assessment, 2005). En 1975 el reconocimiento de su importancia generó la creación

de la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional (Ramsar) que enfatizó su valor como hábitats de aves acuáticas. En México la Convención Ramsar entró en vigor el 4 de noviembre de 1986 y bajo este compromiso se han designado 142 humedales con una superficie total de casi nueve millones de hectáreas en el territorio idóneas para ser incluidas en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (CONANP, 2010).

En la Península de Yucatán (PY) existen 23 sitios Ramsar, de los cuales 18 son humedales costeros tropicales con comunidades con manglar reconocidos nacionalmente por ser Regiones Hidrológicas Prioritarias y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) (Arizmendi & Márquez, 2000; CONABIO, 2009, 2010b, 2010a). Este tipo de humedales corresponde al 67% de los sitios Ramsar del país en la región del Golfo de México y a aproximadamente el 30% de los sitios Ramsar de la zona tropical caribeña, que junto con los arrecifes, son relevantes por la diversidad de servicios ambientales que proveen, amplia biodiversidad y endemismo. Se ha estimado que una población de 1.200 millones de aves migratorias utiliza estos humedales en la PY como zona de refugio, alimentación, anidación, crianza y descanso debido a la calidad del agua y gradientes de profundidad (MacKinnon, 2005; Correa-Sandoval & Contreras-Balderas, 2008). Estas aves pueden estar adaptadas a un amplio espectro de humedales (desde las aguas relativamente someras hasta los terrenos simplemente húmedos) de manera “obligada”, “facultativa” y “oportunistas” (Weller, 1999) y su presencia ha sido determinante para el diseño y establecimiento de Áreas Naturales Protegidas (ANP) en la región. El proteger algunas colonias de estas aves por su unicidad, estado de amenaza, endemismo o como especies bandera o sombrilla (conceptos descritos por Roberge & Angelstam, 2004) ha favorecido la conservación de otras especies menos llamativas, ecológicamente no menos importantes o coexistentes con ellas en estos ecosistemas (Berlanga-Cano *et al.*, 2000; Correa-Sandoval *et al.*, 2000). Dada la naturaleza carismática de estas aves, en el país se ha generado una creciente demanda de usos turísticos para su avistamiento como una alternativa productiva para pobladores locales colindantes con humedales costeros.

Siendo México signatario de la Convención Ramsar, está comprometido a seguir los lineamientos del Plan Estratégico para 2009-2015 (RAMSAR, 2008). En ellos se enfatiza la responsabilidad de cada país para evaluar sus necesidades de capacitación y formación con respecto a la aplicación de los mecanismos de política, legislación y gobierno institucional, y a fundamentar las estrategias de manejo sobre

una base científica. Entre los mecanismos legislativos que se han diseñado para proteger a los humedales y manglares en México, destacan en orden cronológico: 1) Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales que incorporó la definición de humedal en 1994 (DOF, 2011); 2) Ley General de Vida Silvestre, creada en julio 2000, que protege manglares pero no humedales en general, con la adición del Art. 60 Ter en febrero de 2007 (DOF, 2014a); 3) Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003 diseñada particularmente para proteger humedales costeros en zonas de manglar (DOF, 2004) y, 4) Ley de Aguas Nacionales que incorporó la definición de humedal en 2004 (DOF, 2013). Además, existen dos instrumentos de política ambiental definidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) (DOF, 2014b) que regulan el uso de suelo y las actividades que impactan negativa o positivamente el equilibrio ecológico y protegen indirectamente a los humedales. Estos instrumentos son: el establecimiento de ANP y la formulación del Ordenamiento Ecológico del Territorio (OET). En la Península de Yucatán, ambas estrategias de manejo (ANP y OET) coinciden geográficamente algunas veces.

Pese a estos avances, existen cuestionamientos sobre los escasos y aislados logros respecto a la protección de los humedales costeros mexicanos (Azuela *et al.*, 2008). Se ha cuestionado la eficiencia (grado de idoneidad que posee una norma jurídica para satisfacer la necesidad que se tuvo en cuenta al expedirla) y la eficacia (grado de acatamiento de una norma jurídica por quienes son sus destinatarios) de la legislación aplicable a tal materia basado en lo siguiente: a) todas las especies de manglar en el área (*Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa*, *Avicennia germinans* y *Conocarpus erectus*) y varias especies de aves de humedal, algunas de ellas endémicas, están listadas como especies que requieren de protección especial o en alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (DOF, 2010), en la lista de especies en riesgo de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) o por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES) (CONABIO, 2010a); b) diversos hábitats en los humedales costeros de la PY de importancia crucial para la reproducción y alimentación de aves de humedal, han sufrido continua destrucción y severas modificaciones debido a cambios de uso de suelo, aprovechamiento descontrolado de recursos forestales y acuáticos, introducción de especies florísticas y faunísticas, incendios, contaminación y disminución de los flujos hídricos en los sistemas (Programas de

manejo de ANP en la región-PM), y c) se ha estimado una tasa de pérdida de manglar anual de 1,8 a 3,2% para los tres estados de la Península utilizando fotografías aéreas (Batllori-Sampedro *et al.*, 1999) e imágenes satelitales (INE, 2005).

Algunos autores consideran que dada la ausencia de un instrumento de gestión ambiental nacional eficiente para temas prioritarios de conservación de estos ecosistemas y dadas las claras limitaciones de los alcances de las estrategias de gestión aisladas, es necesario construir mecanismos de coordinación administrativa y la armonización de políticas que hagan posible su complementariedad (Rivera-Arriaga & Villalobos, 2001; Carrillo, 2007). También se considera necesario evaluar la capacidad de gestión ambiental para identificar los planos de referencia que se consideran prioritarios en el manejo de este tema ambiental (Vidal, 2010).

En consecuencia, este estudio tiene por objetivo identificar cómo México aborda las recomendaciones de gobierno del Plan Estratégico 2009-2015 Ramsar en la zona costera de la Península de Yucatán. Esto, particularmente a través del análisis de coincidencias, vacíos y contradicciones entre los instrumentos legislativos y a través de identificar los aspectos científicos en los que se fundamentan los criterios de regulación en dos de sus instrumentos de política ambiental, recurriendo al concepto de “integridad ecológica”. Esta información será de utilidad para quienes toman decisiones y son responsables de la elaboración y evaluación de estrategias de manejo de humedales costeros (y de algunos de los recursos faunísticos) de la Península de Yucatán, y será el primer paso para realizar una revisión nacional comprensiva sobre el marco jurídico que promueve la conservación y uso racional de los humedales en México, en atención a sus compromisos internacionales ambientales.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En seguimiento a dos de las estrategias del Plan Estratégico 2009-2015 Ramsar: a) diseño y evaluación de las necesidades de capacitación y formación en relación a la aplicación de estrategias normativas y, b) manejo de los humedales sobre una base científica, se analizaron los instrumentos legales aplicables a los humedales costeros con manglar de la Península de Yucatán, México.

En la Península de Yucatán existen 18 sitios Ramsar que son humedales costeros con comunidades con manglar (asociaciones de mangle con tular, carrizal y petenes), que totalizan una extensión aproximada de un millón de hectáreas. Estos humedales costeros se

alimentan de agua marina del Golfo de México y del Mar Caribe, y de aguas dulces continentales por afluentes superficiales importantes como los ríos Palizada, Chumpan, Mamantel, Candelaria, Champotón y Hondo en su parte sur-poniente y sur, y por descargas subterráneas a lo largo del resto de la costa dada la naturaleza cárstica del terreno (Tabla 1).

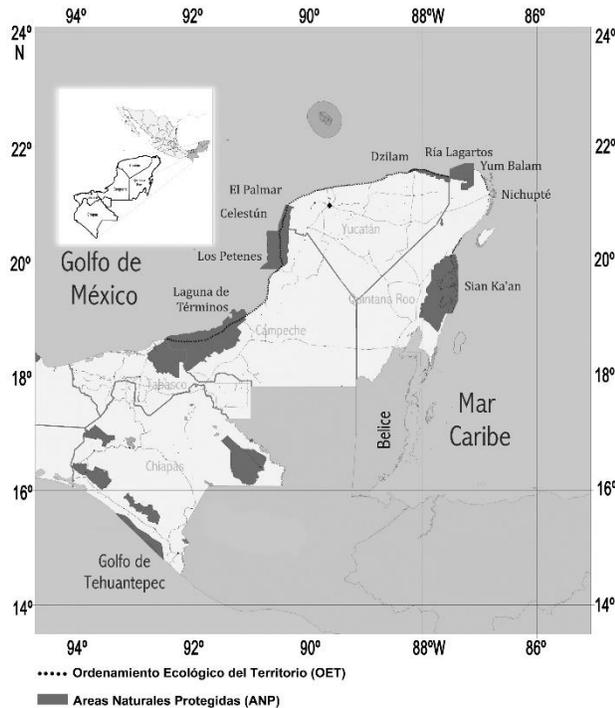
### Estrategia “a”

El análisis de los mecanismos de legislación nacional respecto a la protección de humedales con manglar (estrategia a) se abordó en dos niveles. Como primer nivel, se estudió el uso del concepto de integridad ecológica en instrumentos legales ambientales de aplicación general en cualquier sitio del país. Entendida la integridad ecológica como la condición bajo la cual un sistema natural se auto-sostiene y auto-regula (Parrish *et al.*, 2003). El concepto de integridad ecológica incluye: a) cadenas alimenticias completas con diversidad en todos los niveles tróficos (Young *et al.*, 2010); b) especies nativas con poblaciones sanas (Parrish *et al.*, 2003); c) procesos ecológicos naturales (flujos de nutrientes, de energía y de elementos funcionales) completos y sin alteraciones extremas (Guzy *et al.*, 2012); d) composición y estructura florística y faunística estables (Cafaro & Primack, 2001); e) resiliencia, auto-recuperación (Hodgson *et al.*, 2009); f) heterogeneidad espacio-temporal de ecosistemas y hábitats (Rasouli *et al.*, 2012); g) balance físico y químico de sedimento y agua (Voss *et al.*, 2012); h) balance de hidropereodo (Davenport *et al.*, 2010); i) productividad primaria y secundaria constantes (Taylor *et al.*, 1993); j) degradación de materia orgánica constante (Fahring & Merriam, 1985) y k) conectividad, esto es, continuidad estructural y funcional en el espacio y en el tiempo, dispersión y flujo (Lopez-Duarte *et al.*, 2012). Como segundo nivel, se identificó las deficiencias de las estrategias normativas encontradas en los instrumentos de política ambiental (OETs y ANP) de aplicación regional y local en tres estados de la Península (Campeche, Yucatán y Quintana Roo), bajo competencia de los tres órdenes de gobierno (Federal, Estatal y Municipal).

Por una parte, de los modelos de OET que contienen Unidades de Gestión Ambiental (UGA) en zonas con manglares, se caracterizaron los criterios de regulación ecológica sobre humedales y aves de humedal en sus diferentes escalas de aplicación (Marino Regional, Regional Estatal (Costero) y Municipal (Local) (Figs. 1, 2). Se consideraron OET en varios momentos de su elaboración y decreto: de revisión (OE Municipales de Campeche: Calkini, Hecelchakan, Tenabo, Carmen, Palizada y el Estatal costero de Campeche), publicados (OE Municipal de Benito Juárez, de la región Corredor

**Tabla 1.** Características de los humedales de manglar en la Península de Yucatán enlistados como Sitios Ramsar, Regiones Hidrobiológicas prioritarias y Áreas de Importancia para la conservación de las aves (AICAS). En el nombre de cada área se indica entre paréntesis su superficie. APF-F: área de protección de flora y fauna, RB: reserva de la biósfera, RE: reserva ecológica.

Estado	Nombre y características	Especie de aves bandera, sombrilla o de interés particular
<b>Campeche</b>		
APF-F. Laguna de Términos (705.016 ha)		
	Región de tres sistemas fluvio-lagunares que constituyen los humedales más importantes de Mesoamérica, con 127.000 ha de manglares. Sitio con las colonias de aves acuáticas de mayor tamaño en Mesoamérica.	Jabiru ( <i>Jabiru mycteria</i> ), gaitán ( <i>Mycteria americana</i> ), cocopato ( <i>Eudocimus albus</i> ), garza blanca ( <i>Ardea alba</i> ), pichiche ( <i>Dendrocygna autumnalis</i> ).
RB Los Petenes (857 ha)		
	Comunidad de petenes (islotos de vegetación temporalmente inundados o bosques de manglar asociados a manantiales de agua subterránea y cenotes), pastos marinos y comunidades forestales de manglar botoncillo ( <i>C. erectus</i> ) y palo de Campeche ( <i>Haematoxylon campechanum</i> ). Áreas de lodos blanquizales.	Jabiru ( <i>Jabiru mycteria</i> ), flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), garza tigre ( <i>Tigrisoma mexicanum</i> ), cerceta de alas azules ( <i>Anas discors</i> ), candelero ( <i>Himantopus mexicanus</i> ).
<b>Yucatán</b>		
RB Ría Celestún (81.482 ha)		
	Comunidades de manglares, camas de pastos marinos, pequeños estuarios, dunas costeras, lagunas costeras hipersalinas, cuevas cársticas que proporcionan hábitat para especies de plantas y animales amenazadas y raras. Sitio de anidación de tortugas marinas, de descanso y alimentación para especies de aves migratorias y de colonias reproductoras de garzas.	Flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), garza tricolor ( <i>Egretta tricolor</i> ), garza blanca ( <i>Ardea alba</i> ).
RE El Palmar (50.177 ha)		
	Comunidades de manglares, camas de pastos marinos, llanuras de marea, dunas costeras, petenes, cenotes, bosques de pantano y bosques deciduos; zona de alimentación de patos, flamencos y de anidación de tortugas marinas.	Flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), cerceta alas azules ( <i>Anas discors</i> ), pelícano alcatrás ( <i>Pelecanus erythrorhynchos</i> ), garza melenuda ( <i>Egretta rufescens</i> ).
RE Dzilam (61.707 ha)		
	Reserva marina-costera con sistema hidrológico único llamado "anillo de cenotes" causado por el impacto de un meteorito. Pastos marinos, lagunas intermareales, dunas costeras, selva inundada, selva mediana y selva baja. Hábitat de más de 20.000 aves acuáticas.	Flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), boxpato ( <i>Cairina moschata</i> ), anhinga ( <i>Anhinga anhinga</i> ).
RB Ría Lagartos (60.348 ha)		
	Sistema complejo de pequeños estuarios y lagunas costeras hipersalinas separadas por el mar de un cordón de dunas. Con influjo de algunos acuíferos subterráneos. Hábitat de variadas especies de fauna y flora amenazadas o en peligro.	Flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), jabirú ( <i>Jabiru mycteria</i> ), camacho ( <i>Phalacrocorax auritus</i> ), garza kuka ( <i>Cochlearius cochlearius</i> ), chorlo silbador ( <i>Charadrius alexandrinus</i> ), playero occidental ( <i>Calidris mauri</i> ), playero mínimo ( <i>C. minutilla</i> ).
<b>Quintana Roo</b>		
APF-F Yum Balam (154.052 ha)		
	Lagunas costera con selva baja y mediana, manglares y petenes, Comunidades de palmas tasiste ( <i>Acoelorrhaphe wrightii</i> ).	Flamenco ( <i>Phoenicopterus ruber</i> ), garza melenuda ( <i>Egretta rufescens</i> ), morfo blanco del garzón cenizo ( <i>Ardea herodias</i> ), chocolatera ( <i>Platalea ajaja</i> ).
APF-F Manglares de Nichupté (4.257 ha)		
	Comunidades densas de manglares en bandas ( <i>R. mangle</i> , <i>A. germinans</i> , <i>C. erectus</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> ) que ofrecen protección a la costa y zonas de palmeras en condición de amenaza ( <i>Thrinax radiata</i> ). Con ruinas arqueológicas mayas.	Rascón picudo ( <i>Rallus longirostris</i> ).
RB Sian Ka'an (528.147 ha)		
	Planicie costera cárstica, paralela a una barrera arrecifal de 120 km, con dos bahías someras rodeadas de manglares. Con numerosos cenotes inmersos en una selva tropical decidua. Comunidades endémicas de bosque de pantano y petenes. Hábitat de 320 especies.	Sitio Patrimonio de la Humanidad UNESCO Pelícano café ( <i>Pelecanus occidentalis</i> ), camacho ( <i>Phalacrocorax auritus</i> ), garza blanca ( <i>Ardea alba</i> ), garza kuká ( <i>Cochlearius cochlearius</i> ), garza tigre ( <i>Tigrisoma mexicanum</i> ), cocopato ( <i>Eudocimus albus</i> ), chocolatera ( <i>Platalea ajaja</i> ).



**Figura 1.** Humedales costeros de la Península de Yucatán donde confluyen Áreas Naturales Protegidas y Ordenamientos Ecológicos del Territorio. Fuente: modificado de mapa de ANP de CONANP.

Cancún-Tulum, de región Costa Maya, de la región de Sian Ka'an, Territorial de Quintana Roo, Estatal costero de Yucatán (POETCY) y OE Marino Regional del Golfo de México y Mar Caribe (GoM y MC). Por otra parte, se identificaron las ANP de la PY con humedales costeros cuyos hábitat destacan por su importancia ecológica para aves de humedal, que son consideradas sitios Ramsar y que poseen PM vigentes (Laguna de Términos 1997, Río Lagartos 2000, Ría Celestún 2002, Dzilam 2006 y Los Petenes 2009). Se identificaron las reglas administrativas referentes a la protección y aprovechamiento de humedales y aves de humedal de manera explícita y se separaron en dos secciones para facilitar su análisis: a) acciones que se permiten o promueven y b) acciones que son prohibidas.

Para caracterizar las reglas administrativas o criterios de regulación ecológica se emplearon cinco apartados temáticos relevantes a la preservación o impacto en estos recursos naturales: a) caminos y vialidades, b) flujos hídricos, c) fauna y flora silvestre, d) construcción y urbanización, y e) aprovechamiento de humedales. Posteriormente, cada aspecto de regulación ecológica se categorizó según los criterios utilizados para evaluar la capacidad de gestión ambiental compilados por Vidal (2010), basados en

indicadores de sustentabilidad institucional (Tabla 2), como también en el manual Ramsar para examinar leyes e instituciones orientadas a promover la conservación y el uso racional de los humedales (RAMSAR, 2010).

### Estrategia "b"

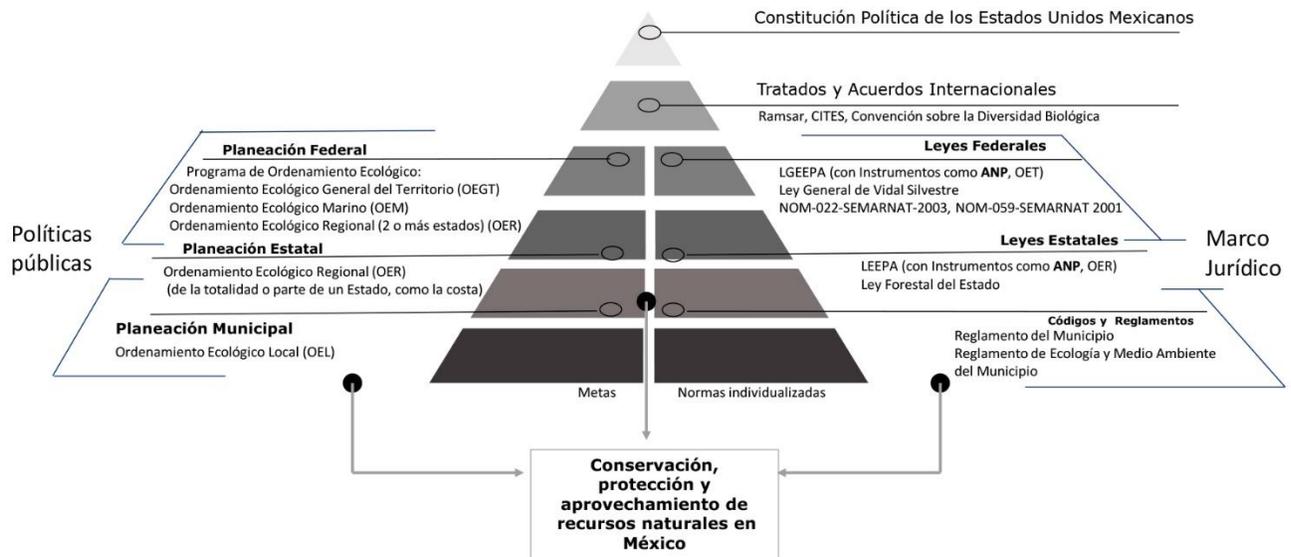
La estrategia "b" analiza la pertinencia de los criterios de regulación ecológica expresados en los OET y en los PM de la ANP para las zonas de humedal en base en una recopilación bibliográfica de la información científica que caracteriza ecológicamente las zonas habitadas por diversas familias de aves de humedal (hábitat, depredadores, alimento y principales amenazas). Se emplearon como referencias las compilaciones de Weller (1999), Perlo (2006), Llamosa (2011), Badillo *et al.* (2014) y del Cornell Lab of Ornithology (2010).

## RESULTADOS

### Estrategia "a"

En el análisis de los mecanismos de legislación a escala nacional en relación a la protección de humedales con manglares, se observaron varias inconsistencias: a) a través de los ecosistemas que protegen (humedales, humedales costeros o manglares); y b) a través del uso del concepto de *integridad*. Mientras la NOM-022-SEMARNAT-2003 establece las especificaciones para garantizar la *integridad* de los humedales costeros en zonas de manglar, el Art. 60 Ter de la LGVS prohíbe la ejecución de cualquier obra o actividad que afecte la *integralidad* de sus procesos y servicios ecológicos. Es decir, se utilizan dos términos gramaticalmente distintos "íntegro" e "integral", que podrían interpretarse con ambigüedad jurídica para dar protección legal a los humedales.

La presencia temática de aspectos relevantes a la preservación o impacto en humedales y aves de humedal entre los criterios de regulación ecológica de los OET en los tres niveles espaciales (Marino Regional, Estatal Costero y Municipal) y las reglas de Programas de Manejo (PM) de ANP en zonas con manglares (Tabla 3) muestran que no existe una estructura jerárquica o anidada de estrategias de manejo a diferentes escalas. Parece que cada instrumento se ha diseñado sin consideración de las especificaciones de sus predecesores, los que se superponen geográficamente y fueron diseñados en otra escala espacial. Además, se observa que, aún en escala regional, sólo se hace particular énfasis en aspectos de regulación ecológica a pequeña escala: como impulsar programas de recuperación de especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 e implementar programas (o campañas) de reforestación y recuperación en los márgenes de ríos (manglares y humedales ribereños).



**Figura 2.** Jerarquía en el marco jurídico y político sobre la protección y aprovechamiento del ambiente y recursos naturales en México. ANP: Áreas Naturales Protegidas, OET: Ordenamientos Ecológicos del Territorio.

**Tabla 2.** Criterios para evaluar la capacidad de gestión ambiental según su plano de referencia modificada por Vidal (2010).

Criterios para evaluar capacidad de Gestión Ambiental
<b>Político-administrativos</b>
1. Políticas de regulación y manejo.
2. Nivel de prioridad que el gobierno otorga a la protección del ambiente (financiamiento).
3. Viabilidad institucional (proyectos y programas a largo plazo y competencia institucional).
4. Calidad de la información disponible sobre causas de estrés ambiental y tasas de uso y deterioro ambiental (monitoreo), como también uso de información para planificación y mitigación.
5. Nivel de conocimiento y entrenamiento técnico de los manejadores (staff).
6. Recomendaciones técnicas, generalmente con respecto a infraestructura.
<b>Normativos</b>
7. Existencia de un régimen de regulación que determine necesidades ambientales (presencia de instrumentos de política ambiental o de procedimientos administrativos para aplicar tal régimen).
<b>Sociales</b>
8. Incorporación de factores socioculturales locales en el manejo y la planificación de los recursos.

A escala estatal y municipal, los OE del estado de Quintana Roo poseen el mayor número de criterios de regulación en comparación con los otros estados. Sin embargo, aún para este estado existe un vacío en la elaboración de un instrumento costero general que favorezca una visión de continuidad ecológica. En algunos casos hay, además, criterios de regulación contradictorios sobre el aprovechamiento de los humedales o del corte de árboles de mangle en zonas adyacentes a la misma costa (*e.g.*, áreas de manglar no podrán utilizarse para ninguna actividad productiva en el área de un OET mientras su aprovechamiento sí está permitido en un área colindante de otro OET, siempre que no exceda el 10% de la cobertura de mangle incluida en el predio, o mientras se sujete a los lineamientos del programa de manejo de la ANP).

Por una parte, entre los criterios de regulación analizados en los OET, los aspectos de integridad ecológica que están presentes son: especies nativas sanas, conectividad y balance de hidropereodo. Los bienes ambientales que se procura conservar, aunque escuetamente (15% de los criterios de regulación), son los flujos hídricos y la calidad del agua.

Por otra parte, entre los PM de ANP se puede apreciar que el de Laguna de Términos contiene el mayor número de reglas de control con respecto a humedales y aves de humedal (12) y contempla tres de los cinco grupos temáticos analizados. El caso opuesto lo presenta el PM de Los Petenes, de reciente creación (2009) y estrechamente vinculado con Ría Celestún, cuyo PM es aún muy limitado en alcances. Los programas de manejo de las ANP revisados fueron dise-



ñados entre 1996-2009, y solo el de Laguna de Términos se encuentra en proceso de actualización. Cada PM tiene siete reglas que no parecen seguir un patrón particular.

Mientras que algunos aspectos de integridad ecológica son muy repetidos entre los PM, otros simplemente no se consideran o lo hacen de manera muy limitada. Entre las reglas administrativas restrictivas explícitas sobre humedales o aves en los PM analizados, la mayoría están enfocadas a evitar: la introducción de especies alóctonas, la alteración de sitios de anidación y de reproducción, la perturbación de organismos silvestres y extracción de partes, la destrucción y aprovechamiento de especies de flora y fauna enlistadas como en categoría de riesgo (que incluyen los manglares) o en zonas núcleo y la modificación de flujos naturales y desecación de humedales. Las reglas propositivas incluyen: controles de navegación (velocidad, distancia de acercamiento a sitios con flamencos y uso de remos en zonas someras), permanencia de visitantes en sitios con fauna silvestre, manejo controlado de fauna silvestre para autoconsumo (principalmente) y establecimiento de la obligación de evitar ejercer presión (aquí empleado como estresor), a especies silvestres que se encuentren bajo alguna categoría de protección. Es decir, se vinculan solamente con dos aspectos de integridad ecológica: especies nativas sanas y balance de hidropereodo. Entre ambos instrumentos, algunos aspectos de heterogeneidad de hábitats (áreas de anidación y reproducción), composición florística (reforestación, extracción forestal y recuperación de manglares) y balance físico y químico del agua (descargas de aguas residuales domésticas e industriales) se retoman marginalmente entre los criterios de regulación.

### **Estrategia “b”**

La información científica que caracteriza ecológicamente a las 16 familias de aves de humedal más abundantes de la Península de Yucatán y que sustenta las reglas contenidas en los OET y los PM (Tabla 4, constituye además una selección de un total de 29 familias, para representar en forma más definida diferentes tipos de nichos ecológicos con respecto a alimentos, sitios de reproducción y depredadores.

En relación a la presencia de los planos de referencia de gestión ambiental sobre la conservación de aves de humedal o humedales entre los criterios de regulación de los OET (Fig. 3) se observa una ausencia total de reglas sobre financiamiento y capacitación de personal y únicamente un caso para aspectos sociales (educación ambiental). En cambio, hay una mayor abundancia de reglas que necesitan información y monitoreo científico para ser aplicables (36%). Esta condición hace nece-

sario evitar ciertas conductas basándose solamente en instrumentos normativos (leyes, reglamentos y NOMs), en procedimientos administrativos (Evaluación del Impacto Ambiental, diseños de zonas de exclusión o regulaciones del uso de suelo) y en prohibiciones explícitas (33%).

## **DISCUSIÓN**

México, ante el compromiso internacional de haber firmado la convención Ramsar para conservar sus humedales, ha tenido importantes avances de gestión reconocidos internacionalmente durante la COP12 en junio 2015 en Uruguay. Entre ellos destacan: la elaboración (en proceso) del Inventario Nacional de Humedales; la implementación de la Estrategia Mexicana de Comunicación, Educación, Concienciación y Participación en Humedales (CECoP) 2010-2015; el impulso de crear una Norma Mexicana de Caudal Ecológico y el Programa Nacional de Reservas de Agua; y recientemente la formulación y lanzamiento de la Política Nacional de Humedales (Informe Nacional de México a la COP12 de Ramsar 2015). Sin embargo, a nivel operativo aún hace falta reforzar la congruencia entre los instrumentos legales aquí analizados y se requiere elaborar estrategias de manejo a escala regional.

### **Estrategia “a”**

Algunas reformas recientes a la LGEEPA (mayo 2013) han logrado avances que refuerzan lo expresado en los lineamientos de las ANP. Por ejemplo, la introducción de especies exóticas invasoras en ANP, prohibida tajantemente (Art. 46) y el control de tráfico de embarcaciones en zonas marinas, limitado de acuerdo con el PM (Art. 48). Sin embargo, aún hay aspectos contradictorios, como por ejemplo: la desecación de humedales es permitida por la LAN, ya sea con fines de protección o para prevenir daños a la salud pública, mientras que entre las reglas administrativas de los PM esta misma acción se restringe.

Por un lado, el uso indistinto de integro e integral en referencia al concepto de integridad ecológica en los instrumentos de legislación revisados en la estrategia “a” hace suponer que el término “daño a la integralidad del manglar” podría ser insuficiente para proteger manglares expeditamente. Esto es, por jerarquía de leyes en el Derecho Mexicano, una Ley General expedida por el Congreso de la Unión, como lo es la LGVS, tiene mayor rango y debe aplicarse por encima de una NOM, que en caso de contradicción, se aplicaría el término de “integralidad” determinado en la Ley General que es un término que no aparece en el diccionario de la Real Academia de la Lengua Española.

**Tabla 4.** Caracterización ecológica de familias de aves acuáticas (Weller, 1999) que habitan en mayor abundancia los humedales costeros de la Península de Yucatán. Elaboración propia. \*Sensibles a contaminantes. Orden taxonómico y nomenclatura de acuerdo a Chesser *et al.* (2010).

Familia/especies en riesgo	Alimento	Hábitat de reproducción	Depredadores
Anatidae: <i>Cairina moschata</i> , <i>Nomonyx dominicus</i> , <i>Anas discors</i>	Plantas acuáticas, insectos, peces, plancton, crustáceos, frutos, Artrópodos, algas	Pastos, raíces, vegetación variada	Cocodrilos, mapaches, perros ferales, ratas, gavilanes
Phoenicopteridae: <i>Phoenicopiterus ruber</i>	Crustáceos, materia orgánica	Bajos de lodo y arena	Mapaches, perros ferales, jaguares
Ciconiidae: <i>Jabiru mycteria</i> y <i>Mycteria americana</i>	Peces, anfibios, crustáceos, reptiles, aves, insectos	Árboles y arbustos	Cocodrilos
*Phalacrocoracidae: <i>Phalacrocorax auritus</i> , <i>P. brasilianus</i>	Peces	Árboles y arbustos	Gaviotas, fragatas, iguanas.
*Anhingidae: <i>Anhinga anhinga</i>	Peces	Árboles	Gaviotas, fragatas, iguanas.
*Pelecanidae: <i>Pelecanus occidentalis</i> ,	Peces	Árboles y arbustos	Gaviotas, fragatas, iguanas.
Ardeidae: <i>E. rufescens</i> , <i>Ardea alba</i> , <i>Ixobrychus exilis</i> , <i>Tigrisoma mexicanum</i> , <i>Cochlearius cochlearius</i> ,	Peces, crustáceos, pequeños anfibios, insectos	Árboles y arbustos	Tlacuaches, ratas, nutrias, urracas, gavilanes, halcones, iguanas y serpientes
Threskiornithidae: <i>Eudocimus albus</i> , <i>Platalea ajaja</i>	Peces, crustáceos, anfibios, insectos	Árboles y arbustos	Gaviotas, fragatas, iguanas
*Pandionidae: <i>Pandion haliaetus</i>	Peces	Copas de árboles	Halcones
Charadriidae: <i>Charadrius alexandrinus</i> , <i>C. wilsonia</i> , <i>C. melodus</i>	Crustáceos, insectos, lapas, almejas, gusanos, poliquetos	Playa arenosa con guijarros o conchas	Gaviotas, fragatas, halcones, perros ferales
Haematopodidae: <i>Haematopus palliatus</i>	Bivalvos, gusanos, poliquetos.	Playas con guijarros o conchas	Mapaches, perros ferales, gaviotas
Recurvirostridae: <i>Himantopus mexicanus</i> , <i>Recurvirostra americana</i>	Pequeños crustáceos, materia orgánica, poliquetos	Playas arenosas con vegetación rastrera	Mapaches, perros ferales, gaviotas
Jacaniidae: <i>Jacana spinosa</i>	Vegetales, insectos, gusanos, moluscos	Vegetación herbácea emergente de agua dulce	Cocodrilos, mapaches, perros ferales, ratas, gavilanes
Scolopacidae: <i>Tringa flavipes</i> , <i>Calidris alba</i> , <i>C. mauri</i> , <i>C. minutilla</i>	Insectos, lapas, almejas, gusanos, poliquetos	N/A	N/A
Laridae: <i>Leucophaeus atricilla</i> , <i>Larus argentatus</i> , <i>Sternella antillarum</i>	Peces	Playa arenosa con guijarros o conchas	Mapaches, perros ferales, otras gaviotas
Alcedinidae: <i>Megasceryle torquata</i> , <i>M. alcyon</i> , <i>Chloroceryle amazona</i> , <i>C. americana</i> , <i>C. aenea</i>	Peces	Huecos en la tierra en la ribera de los cuerpos de agua	Serpientes, urracas, iguanas

Esta situación podría favorecer posturas en contra de la conservación de manglares en el campo litigioso. Como ejemplo de esto, Connolly (2008) asegura que esta situación de controversia en el campo de la interpretación jurídica por el uso de términos es común en los casos de regulación de humedales costeros en USA.

A nivel de instrumentos de política ambiental, ambos (OET y ANP) requieren ser fortalecidos en México, debido a que presentan algunas debilidades evidentes, tal como se observa tanto en los resultados aquí presentados como en los discutidos por Cortina *et al.* (2007). Este estudio identificó en la caracterización temática de los criterios de regulación un particular én-

fasis en aspectos de regulación ecológica con aplicación a pequeña escala, es decir, reforestación y recuperación de especies amenazadas o en riesgo. Cortina *et al.* (2007) identificaron diversos problemas de carácter institucional y legal para las ANP y OET. Entre los primeros destaca, la ausencia de una definición clara y operativa de la “capacidad de carga del ecosistema” y de las “proporciones y límites de cambio aceptables” conceptos que son, indiscutiblemente, resultado de procesos de investigación científica en aspectos de integralidad ecológica de un ecosistema. Además, esos autores señalan, como ejemplo, las dificultades existentes para controlar la actividad turística en las ANP y las limitaciones para definir la cantidad óptima de visitas, en función del desconocimiento de los impactos ambientales que las actividades ocasionan en los recursos a conservar. Esto claramente es aplicable a la actividad turística de avistamientos de aves en humedales cuando no existe el diseño y aplicación de reglas que eviten costos ambientales indeseables en la integralidad del ecosistema.

Además, Cortina *et al.* (2007) han identificado como problema legal y normativo de los OET locales y regionales el hecho que al estar supeditados a un OET federal del territorio (de mayor escala geográfica), estas disposiciones normativas pierden flexibilidad, y las contribuciones de mayor definición por la visión más detallada de los procesos que éstas representan se diluyen. Por lo tanto, el presente trabajo, con otro enfoque, evidencia la necesidad de conservar una escala regional en los OET cuando se trata de corredores biológicos de ecosistemas; de tal manera que los criterios de regulación, por una parte, no se pierdan en acciones de mínima escala y por otra parte, se reduzca la contradicción en el aprovechamiento o conservación de recursos naturales, como humedales y mangle, compartidos entre zonas adyacentes como ha sido el caso de los OET de Quintana Roo, claramente aquí mencionado. Se entiende que esta variabilidad se debe al momento político en el que cada instrumento se formuló, especialmente en lo referido a las modificaciones realizadas en la NOM-022 en el 2004. Actualmente, sin embargo, la controversia debe resolverse con la adición del Art. 60 Ter en la LGVS en el 2007, siempre y cuando se interprete el afectar la “integralidad” de los procesos y servicios ecológicos como afectar la “integridad”, en el sentido discutido anteriormente.

El diseño de estrategias de manejo (planificación y atención de problemas de impacto ambiental) con consideración de escalas espaciales resulta esencial para su éxito; tanto así que actualmente se enfoca mucho esfuerzo en regionalizar las áreas marinas y

costeras según sus características ecológicas (Espejel & Bermúdez, 2009). Desde hace dos décadas, Wiens (1989) reconoció que la probabilidad de mantener poblaciones silvestres dinámicas frecuentemente depende de estrategias de manejo a diferentes escalas espaciales. Esta visión es necesaria para la conservación, tanto de los humedales como para las aves de esta región. Especialmente para estas últimas, tanto para especies nativas como migratorias, y no sólo para las nativas como se incluye en los criterios de regulación analizados en los OET. Si bien es conocido que la habilidad de gestionar recursos para manejar efectivamente los humedales es mayor a escalas locales (parques, refugios y áreas de manejo), la escala a la cual el manejo tiene mayor repercusión biológica es mucho mayor (cuencas regionales) (Erwin, 2002; Quoc-Tuan *et al.*, 2012). En este sentido, se debe enfatizar que el aspecto de conservar la conectividad, manifestado en los criterios de regulación analizados, sea en realidad operativo. De tal forma, se esperaría que las recomendaciones de mayor escala espacial favorecerán la conectividad (Hall *et al.*, 2011) entre ANP regionales, resaltarán la conservación de los servicios ambientales de estos sistemas costeros y, si bien darán mayor importancia a las especies nativas regionales, no excluirán a las migratorias, independientemente de si están o no enlistadas en alguna categoría de riesgo. Estas condiciones no se cumplen actualmente en los ordenamientos analizados y ante ello, es necesario mejorarlos.

Otro aspecto a destacar entre los criterios administrativos analizados es el tema de la restauración de humedales. Si bien la restauración es considerada una estrategia prioritaria en la Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, también es cierto que obedece a diferentes motivaciones y paradigmas (Davenport *et al.*, 2010; Jenkins *et al.*, 2010). Estos van desde el deseo de recuperar ambientes degradados, obtención de beneficios económicos, publicidad e imagen, hasta motivaciones puramente tecnócratas. Por ello, propiciar esta política local o regionalmente, sin cuidado o control adecuados, puede implicar algunos riesgos a la integridad de los sistemas ecológicos (Hobbs *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2011) y a su conectividad.

Otra línea potencial de mejora en el diseño de medidas de regulación y, de investigación en estos humedales es el aspecto del balance de hidro-periodo y la calidad del agua. Ambos son cruciales para la presencia de los humedales y si estos no se conservan cabalmente, los servicios ambientales que ofrecen, como aquéllos vinculados a la presencia de aves de humedal y al consecuente uso de éstas con fines turísticos, no será posible. Aunque estos aspectos están presentes en los criterios de regulación de los POET,

profundizar en este tema, aportará más elementos para identificar las amenazas asociadas con la pérdida y degradación de los bienes y servicios ambientales, pero también para reconocer los posibles límites de una eventual regionalización que considere la conectividad entre los ecosistemas.

Es importante mencionar que legalmente los PM de ANP pueden ser revisados y actualizados por lo menos cada cinco años (Art. 77 del Reglamento de la LGEEPA en materia de ANP). Asimismo, las reformas de febrero de 2005 y mayo de 2013 a la LGEEPA y su Reglamento en materia de ANP (DOF, 2000) determinaron los diferentes tipos de zonas y subzonas en que pueden dividirse sus territorios, así como las actividades permitidas y prohibidas dentro de cada una de ellas (Art. 47 Bis). Esta zonificación debe observarse de manera obligatoria y, constituye, una oportunidad para que la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) promueva la actualización de sus PM, tomando en cuenta la reciente información científica que apoya las acciones de conservación de la integridad y conectividad de los humedales.

### Estrategia “b”

El análisis de las reglas administrativas restrictivas y propositivas sobre humedales o aves en los PM analizados y la información compilada en la Tabla 4 lleva a discutir dos aspectos: primero, que como algunos expertos sugieren, los estudios orientados a las acciones de conservación en estas zonas debieran beneficiar directa y principalmente los hábitats de aves migratorias amenazadas, no cinegéticas, y muchas veces endémicas (*e.g.*, cigüeña jabirú, cigüeña americana, pato golondrino, cerceta aliazul clara, pato chalcuán, pato boludo chico, y martín pescador, listados en la NOM-059, UICN y CITES), más del 80% de las especies de aves de humedal registrados en la zona costera, quedarían desprotegidas. Segundo, hay aspectos de la integralidad ecológica de los humedales y de las aves de humedal ausentes en las reglas de los PM, que es necesario reforzar o incorporar en los instrumentos normativos para asegurar el mínimo impacto y estrés en los mismos. Algunos a reforzar son: dimensiones de las áreas de amortiguamiento para que los manglares no sean afectados por los cambios de flujos hídricos o desmonte y el porcentaje de cobertura forestal que debe ser conservado sin perturbación (Christensen *et al.*, 2008; Quoc-Tuan *et al.*, 2012), como también las distancias mínimas y tiempos máximos de acercamiento a los hábitats de descanso, anidación y alimentación de las aves. Se debe incorporar reglas sobre: la protección de vegetación arbustiva y herbácea asociada a los cuerpos de agua (no solo de árboles); la conservación de la integridad de las

raíces de las comunidades forestales; la conservación de la heterogeneidad de comunidades biológicas y el mantenimiento de su conectividad con otros ecosistemas (Luther & Greenberg, 2009; Beger *et al.*, 2010). Todo esto para asegurar el flujo de agua, nutrientes y energía determinantes para la sobrevivencia de aves de humedal (May *et al.*, 2002). Se debe reforzar la aplicación del respeto a la capacidad de carga y límite de cambio aceptable para usos y aprovechamientos dentro de las ANP, tal como lo señalan los Art. 80 y 81 del reglamento de la LGEEPA en materia de ANP. Con respecto a las aves de humedal, es necesario incluir reglas sobre la determinación de áreas mínimas para la reproducción y anidación (aspectos que suelen ser empleados en los procedimientos de EIA); hábitats críticos de las presas y depredadores (aspectos que definen su nicho ecológico, Weller, 1999); control o eliminación de fauna feral y monitoreo, control y vigilancia relacionados con la descarga de contaminantes a los cuales varias familias de aves son muy sensibles (Luther & Greenberg, 2009; Beger *et al.*, 2010). De no efectuarse estas modificaciones, es posible que las estrategias de manejo sean aún muy generales y que no aseguren la integridad de los ecosistemas de humedal.

Se sugiere reforzar los mecanismos de participación de expertos para incluir criterios de manejo más precisos en los PM. Además se considera que la información debe ser individualizada por humedal, pero las prioridades de información para regularlos deben estar homogenizadas de manera que el tratamiento o manejo de estas áreas persigan los mismos objetivos y la aplicación normativa se facilite. En particular, esto es relevante para ecosistemas que funcionan como corredores biológicos a escala continental (como todos los humedales costeros de la Península de Yucatán), cuya protección diferenciada podría causar el aislamiento de poblaciones de aves de humedal y la pérdida de continuidad ecológica para aves migratorias. Es decir, aunque la conectividad ecológica se ha tratado de contemplar legalmente, mediante el establecimiento de zonas de amortiguamiento y zonas de influencia en la definición de los polígonos de las ANP, y que las reformas de 2007 a la LGEEPA pretendieron promover la continuidad ecológica de áreas protegidas a través de decretar que los PM sean considerados en la formulación de los OET, es necesario ahondar legal y prácticamente dicha formulación.

El análisis de capacidad de gestión ambiental (Fig. 2) permite evidenciar un escaso interés en regular recursos financieros, humanos (con capacitación permanente) y materiales, así como la integración social en el manejo de los recursos naturales. Este

último aspecto debilita mucho la posibilidad de hacer eficiente la protección y conservación de recursos naturales. Los avances más notables en la última década en este tema se han logrado empleando estrategias de co-manejo y manejo participativo (es decir, manejo compartido entre usuarios y autoridades), más que diseñando e imponiendo reglas estrictas impuestas por las autoridades. Es necesario reforzar la participación social, la comprensión de las reglas y la confianza de los usuarios aún en caso de tener que aplicar el Principio Precautorio (tomar medidas de control aún con gran incertidumbre de información científica).

Se concluye que el enfoque transversal (entre instrumentos) y espacial (a diferentes escalas) empleado en este análisis, permite detectar que el escenario jurídico global aplicable a la conservación de los humedales y aves de humedal de la región PY es aún ineficiente (Brañez, 2004) por las siguientes razones:

- a) Hay conceptos en sus instrumentos legales como “integralidad” por “integridad” que pueden favorecer la ambigüedad de interpretación jurídica.
- b) Aún hay ANP y OET sin reglas sobre la protección de los humedales costeros y de las aves de humedal de la PY.
- c) No existen las normas jurídico-ambientales necesarias para lograr una protección sistémica para que los humedales mantengan la integridad ecológica, particularmente la conectividad, el hidro-periodo con adecuado balance físico y químico, la degradación constante de materia orgánica, procesos ecológicos completos, cadenas alimentarias completas, productividad primaria y secundaria, heterogeneidad espacio-temporal y variedad florística y faunística.
- d) No existen suficientes elementos científicos sobre las causas de estrés ambiental en humedales y protección de aves en zonas de anidación, reproducción y alimentación, así como sobre los servicios ecológicos que ofrecen los humedales que se reflejen en criterios regulatorios.

#### **Recomendaciones para fortalecer las condiciones normativas**

- a) Elaborar compendios de información científica básica necesaria para el diseño de reglas administrativas *ad-hoc* para cada ANP y sistemas de humedales (a nivel local y regional), pero homogenizando en temas prioritarios que deben regularse.
- b) Intensificar la investigación sobre nichos ecológicos y requerimientos de hábitats de las aves que habitan

los humedales de la costa peninsular y reflejar tal información en los PM.

- c) Promover el diseño de estrategias y reglas de manejo que favorezcan la integridad de los ecosistemas y la conectividad entre ANP regionales y asegurar así, las medidas para conservar todos los servicios ambientales de estos sistemas costeros. Además, controlar el seguimiento de su aplicación.
- d) Procurar el diseño de reglas de manejo que incluyan la protección de diferentes doseles de la vegetación y variedades de hábitats (visión de sistema), de forma que no se espere proteger a las aves de humedal con reglas muy generales.
- e) Solicitar a las autoridades competentes en materia ambiental de los tres niveles de gobierno, que consideren una estructura jerárquica o anidada de estrategias de manejo a diferentes escalas espaciales (considerando zonas de amortiguamiento y zonas de influencia), que homogenice criterios y prioridades. De tal forma que, al validar los OET y PM se consideren las estrategias previamente diseñadas y se busque la congruencia y complementariedad entre ellas. Sin duda, la atención a los retos que México aborda en materia de planeación territorial y ecológica podrán ser de utilidad para otros países latinoamericanos, sobre todo para aquellos ecosistemas donde la conectividad es crítica.
- f) Diseñar y robustecer mecanismos de consulta a expertos y usuarios de bienes naturales para que participen en la evaluación de estrategias de manejo de recursos naturales en ANP (como el Directorio en línea de especialistas de manglares en México, promovido por la CONABIO como parte del programa “Los Manglares en México: estado actual y establecimiento de un programa de monitoreo a largo plazo”) y crear una base de datos sobre información científica de recursos naturales a nivel regional que pueda ser consultada al actualizar PM.
- g) Incentivar a los ecólogos a involucrarse en los procesos del manejo de los recursos y ecosistemas naturales y a publicar en medios de difusión accesibles a los tomadores de decisiones.
- h) Realizar un análisis comprensivo de políticas públicas y un reglamento acerca de las estrategias de restauración de humedales costeros.
- i) Complementar con la evaluación de estrategias institucionales de manejo y conocimientos tradicionales acerca de estas estrategias para abordar los compromisos del Plan Estratégico Ramsar 2009-2015.

#### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen al CONACyT y la Dirección General de Personal Académico (DGAPA) de la UNAM

por su apoyo financiero para realizar estancias posdoctorales durante las cuales se elaboró este trabajo. Los autores agradecen al ICMYL (UNAM) por facilitar el uso del servicio bibliotecario, equipo de cómputo e instalaciones en la estación El Carmen durante la misma estancia posdoctoral. Agradecemos al Biol. Hernán Álvarez Guillén (estación El Carmen ICMYL) por su apoyo logístico en la búsqueda de material bibliográfico empleado en la elaboración de este documento y al M. en C. Imre Páramo por su apoyo en la edición del documento.

## REFERENCIAS

- Arizmendi, M.C. & L. Márquez. 2000. Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. CIPAMEX-CONABIO, México, 40 pp.
- Azuela, A., M.A. Cancino, C. Contreras & A. Rabasa. 2008. Una década de transformaciones en el régimen jurídico del uso de la biodiversidad. In: J. Carabias, A. Mohar, S. Anta & J. de la Maza (eds.). Capital natural de México. III. Políticas públicas y perspectivas de sustentabilidad. CONABIO, pp. 259-282.
- Badillo, A.M., M.F. López, T.A. Gallardo & C.X. Chiappa. 2014. Catálogo de aves de la costa norte de Yucatán. CONACYT, UNAM, México, 167 pp.
- Batliori-Sampedro, E., J. Febles-Patrón & J. Díaz-Sosa. 1999. Landscape change in Yucatan's northwest coastal wetlands (1948-1991). *Hum. Ecol. Rev.*, 6(1): 8-20.
- Beger, M., H.S. Grantham, R.L. Pressey, K.A. Wilson, E.L. Peterson, D. Dorfman, P.J. Mumby, R. Lourival, D.R. Brumbaugh & H.P. Possingham. 2010. Conservation planning for connectivity across marine, freshwater, and terrestrial realms. *Biol. Conserv.*, 143: 565-575.
- Berlanga-Cano, M., P. Wood, J. Salgado-Ortiz, E.M. Figueroa-Esquivel & J. Correa-Sandoval. 2000. Laguna de Términos. In: M.C. Arizmendi & L. Márquez (eds.). Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. CIPAMEX-CONABIO, pp. 67-70.
- Brañez, R. 2004. Manual de Derecho Ambiental Mexicano. Fondo de Cultura Económica, México, 756 pp.
- Cafaro, P. & R. Primack. 2001. Ecological integrity: evaluating success in national parks and protected areas. [<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1038/npg.els.0003656/full>]. Revisado: 25 Junio 2014.
- Carrillo, J.C. 2007. El marco legal e institucional aplicable a la gestión de humedales y ecosistemas acuáticos en México. In: O. Sánchez, M. Herzig, E. Peters, R. Márquez & L. Zambrano (eds.). Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México. SEMARNAT, INE, USF&WS, Unidos para la Conservación y Escuela de Biológica de la Universidad de Michoacán de San Nicolás de Hidalgo, pp. 245-285.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2009. Manglares de México: extensión y distribución. CONABIO, México, 99 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010a. La red de conocimiento sobre las aves de México. [<http://aves.mx.conabio.gob.mx/>]. Revisado: 3 Julio 2014.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO). 2010b. Regiones hidrológicas prioritarias. [<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/Hlistado.html>]. Revisado: 3 Julio 2014.
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). 2010. Sitios Ramsar. [<http://ramsar.conanp.gob.mx/>]. Revisado: 30 Junio 2014.
- Connolly, K.D. 2008. Regulation of coastal wetlands and other waters in the United States. In: D.C. Baur, T. Eichenberg & M. Sutton (eds.). Ocean and coastal law and policy. Section of Environment, Energy and Resources, American Bar Association, pp. 87-146.
- Cornell-Lab-of-Ornithology 2010. Neotropical birds. [<http://neotropical.birds.cornell.edu/-portal/home>]. Revisado: 3 Julio 2014
- Correa-Sandoval, J. & A.J. Contreras-Balderas. 2008. Distribution and abundance of shorebirds in the coastal wetlands of the Yucatan Peninsula, Mexico. *Wader Study Group Bull.*, 115(3): 148-156.
- Correa-Sandoval, J., S. Hernández-Betancourt, M. Berlanga-Cano, B. MacKinnon, P. Wood & J. Salgado-Ortiz. 2000. Humedales costeros del norte de la península de Yucatán. In: M.C. Arizmendi & L. Márquez (eds.). Áreas de importancia para la conservación de las aves de México. CIPAMEX-CONABIO, pp. 75-76.
- Cortina, S.S., B.G. Brachet, M. Ibañez-de la Calle & V.L. Quiñones. 2007. Océanos y costas. Análisis del marco jurídico e instrumentos de política ambiental en México. SEMARNAT-INE, 233 pp.
- Chesser, R.T., R.C. Banks, F.K. Barker, C. Cicero, A.W. Kratter, I.J. Lovette, P.C. Rasmussen, J.V. Remsen, J.D. Rising, D.F. Stotz & K. Winker. 2010. Fifty-first supplement to the American Ornithologists' Union check-list of North American birds. *Auk*, 127(3): 726-744.
- Christensen, S.M., P. Tarp & C.N. Hjortso. 2008. Mangrove forest management planning in coastal buffer and conservation zones, Vietnam: a multi-methodological approach incorporating multiple stakeholders. *Ocean Coast. Manage.*, 51: 712-726.
- Dahdouh-Guebas, F., L.P. Jayatissa, D. Di Nitto, J.O. Bosire, D. Lo Seen & N. Koedam. 2005. How effective

- were mangroves as a defense against the recent tsunami? *Current Biol.*, 15(12): 443-447.
- Davenport, M.A., C.A. Bridges, J.C. Mangun, A.D. Carver, K.W.J. Williard & E.O. Jones. 2010. Building local community commitment to wetlands restoration: a case study of the river Wetlands in southern Illinois, USA. *Environ. Manage.*, 45: 711-722.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2000. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Áreas Naturales Protegidas [[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LGEEPA\\_ANP.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LGEEPA_ANP.pdf)]. Revisado: 4 Julio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2004. Acuerdo que adiciona la especificación 4.43 a la Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT 2003. Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. [[http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3282/1/nom-022-semarnat-2003\\_acuerdo\\_que\\_especifica\\_4.43\\_d.o.f\\_7-may-2004.pdf](http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/3282/1/nom-022-semarnat-2003_acuerdo_que_especifica_4.43_d.o.f_7-may-2004.pdf)]. Revisado: 25 Junio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental, especies nativas de México de flora y fauna silvestres, categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio, Lista de especies en riesgo. México. [[http://www.profepa.gob.mx/-innovaportal/file/435/1/NOM\\_059\\_SEMARNAT\\_2010.pdf](http://www.profepa.gob.mx/-innovaportal/file/435/1/NOM_059_SEMARNAT_2010.pdf)]. Revisado: 25 Junio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2011. Reglamento de la Ley de aguas Nacionales. México. [[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LAN.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LAN.pdf)]. Revisado: 30 Junio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2013. Ley de Aguas Nacionales México. [<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>]. Revisado: 25 Junio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014a. Ley General de Vida Silvestre. México. [<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/146.pdf>]. Revisado: 30 Junio 2014.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014b. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. México. [<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/148.pdf>]. Revisado: 30 Junio 2014.
- Erwin, R.M. 2002. Integrated management of waterbirds: beyond the conventional. *waterbirds* 25(Spec. Publ. 2): 5-12.
- Espejel, I. & R. Bermúdez. 2009. Propuesta metodológica para la regionalización de los mares mexicanos. In: A. Córdova y Vásquez, V.F. Rosete, H.G. Enríquez & B. Hernández-de la Torre (eds.). *Ordenamiento ecológico marino. Visión integrada de la regionalización*. SEMARNAT, INE, México, pp. 232.
- Fahring, L. & G. Merriam. 1985. Habitat patch connectivity and population survival. *Ecology*, 66: 1762-1768.
- Guzy, J.C., E.D. McCoy, A.C. Deyle, S.M. Gonzalez, N. Halstead & H.R. Mushinsky. 2012. Urbanization interferes with the use of amphibians as indicators of ecological integrity of wetlands. *J. Appl. Ecol.*, 49: 941-952.
- Hall, T., M. MacLean, S. Coffen-Smout & G. Herbert. 2011. Advancing objectives-based, integrated ocean management through marine spatial planning: current and future directions on the Scotian Shelf off Nova Scotia, Canada. *J. Coast. Conserv.*, 15: 247-255.
- Hiraishi, T. & K. Harada. 2003. Greenbelt tsunami prevention in south Pacific region. Reports of the port and airport research institute. Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Yokosuka City, Kanagawa, pp: 3-25
- Hobbs, R.J., L.M. Hallett, P.R. Ehrlich & H.A. Mooney. 2011. Intervention ecology: applying ecological science in the twenty-first century. *Bioscience*, 61: 442-450.
- Hodgson, J.A., C.D. Thomas, B.A. Wintle & A. Moilanen. 2009. Climate change, connectivity and conservation decision making: back to basics. *J. Appl. Ecol.*, 46: 964-969.
- Instituto Nacional de Ecología (INE). 2005. Evaluación preliminar de las tasas de pérdida de superficie de manglar en México. Dirección General de Investigación de Ordenamiento Ecológico y Conservación de los Ecosistemas, México, 22 pp.
- Jenkins, W.A., B.C. Murray, R.A. Kramer & S.P. Faulkner. 2010. Valuing ecosystem services from wetlands restoration in the Mississippi alluvial valley. *Ecol. Econ.*, 69: 1051-106.
- Lopez-Duarte, P.C., H.S. Carson, G.S. Cook, F.J. Fodrie, B.J. Becker, C. DiBacco & L.A. Levin. 2012. What controls connectivity? An empirical, multi-species approach. *Integr. Comp. Biol.*, 52: 511-524.
- Luther, D.A. & R. Greenberg. 2009. Mangroves: a global perspective on the evolution and conservation of their terrestrial vertebrates. *Bioscience*, 59: 602-612.
- Llamasa, N.E. 2011. Aves comunes de la Península de Yucatán. Editorial Dante, México, 144 pp.
- Ma, C., G. Zhang, H. Li, M. Ju, T. Mao & X. Zhang. 2011. Research trends of ecological restoration: new opportunities to match new changes. In: X. Zhou, (ed.). *International Conference on Energy and Environmental Science (ICEES)*, Shenzhen, China., IEEE, pp. 3017-3024.
- MacKinnon, B.H. 2005. Aves y reservas de la Península Yucatán. *Amigos de Sian Ka'an*, A.C., México, 76 pp.

- May, S.M., D.E. Naugle & K.F. Higgins. 2002. Effects of land use on nongame wetland birds in western south Dakota stock ponds. *Waterbirds*, 25(Spec. Publ. 2): 51-55.
- Millennium-Ecosystem-Assessment. 2005. Ecosystems and human well-being: wetlands and water synthesis. World Resources Institute, Washington DC, 68 pp.
- Parrish, J.D., D.P. Braun & R.S. Unnach. 2003. Are we conserving what we say we are? Measuring ecological integrity within protected areas. *Bioscience*, 53: 851-860.
- Perlo, V.B. 2006. *Birds of Mexico and Central America*. Princeton University Press, New Jersey, 336 pp.
- Quoc-Tuan, V., C. Kuenzer, V. Quang-Minh, F. Moder & N. Oppelt. 2012. Review of valuation methods for mangrove ecosystem services. *Ecol. Indic.*, 23: 431-446.
- RAMSAR. 2008. Declaración de Changwon sobre el bienestar humano y los humedales. 10ª Reunión de la Conferencia de las Partes en la Convención RAMSAR, mediante la Resolución X.1. Changwon, República de Corea. [[http://www.ramsar.org/pdf/cop10/cop10\\_changwon\\_spanish.pdf](http://www.ramsar.org/pdf/cop10/cop10_changwon_spanish.pdf)]. Revisado: 30 Junio 2014.
- RAMSAR. 2010. Leyes e instituciones: examen de leyes e instituciones para promover la conservación y el uso racional de los humedales. Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales. Gland, Suiza. [<http://www.ramsar.org/pdf/lib/hbk4-03sp.pdf>]. Reviewed: 30 Junio 2014.
- RAMSAR. 2015. Informe Nacional de México sobre la aplicación de la Convención Ramsar sobre los Humedales. 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes Contratantes, Uruguay, 2015 [[http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/2014/nationalreports/CO P12/cop12\\_nr\\_mexico.pdf](http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/2014/nationalreports/CO P12/cop12_nr_mexico.pdf)]. Revisado: 4 Agosto 2015.
- Rasouli, S., M.M. Farkhondeh, H.R. Jafari, R. Suffling, B. Kiabi & A.R. Yavari. 2012. Assessment of ecological integrity in a landscape context using the Miankale Peninsula of Northern Iran. *Int. J. Environ. Res.*, 6: 443-450.
- Rivera-Arriaga, E. & G. Villalobos. 2001. The coast of Mexico: approaches for its management. *Ocean Coast. Manage.*, 44: 729-756.
- Roberge, J.M. & P. Angelstam. 2004. Usefulness of the umbrella species concept as a conservation tool. *Conserv. Biol.*, 18(1): 76-85.
- Taylor, P.D., L. Fahrig, K. Heinen & G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos*, 68: 571-573.
- Vidal, L. 2010. Análisis de la capacidad de gestión ambiental ante el cambio climático en instrumentos de planeación de la costa de Quintana Roo. In: E. Rivera-Arriaga, I. Azuz-Adeath, G.J. Villalobos-Zapata & L. Alpuche-Gual (eds.). *Cambio climático en México un enfoque costero-marino*. Universidad Autónoma de Campeche CETYS-Universidad, Gobierno del Estado de Campeche, Campeche, pp. 689-710.
- Voss, K.A., A. Pohlman, S. Viswanathan, D. Gibson & J. Purohit. 2012. A study of the effect of physical and chemical stressors on biological integrity within the San Diego hydrologic region. *Environ. Mon. Assess.*, 184: 1603-1616.
- Weller, M.W. 1999. *Wetland birds: habitat resources and conservation implications*. Cambridge University Press, London, 271 pp.
- Wiens, J.A. 1989. Spatial scaling in ecology. *Funct. Ecol.*, 3: 385-397.
- Young, J.C., M. Marzano, R.M. White, D.I. McCracken, S.M. Redpath, D.N. Carss, C.P. Quine & A.D. Watt. 2010. The emergence of biodiversity conflicts from biodiversity impacts: characteristics and management strategies. *Biodivers. Conserv.*, 19: 3973-3990.

*Received: 14 July 2014; Accepted: 13 August 2015*