

Esquema de clasificación de los humedales de México

Recibido: 22 de agosto de 2007. Aceptado en versión final: 28 de noviembre de 2007.

César Alejandro Berlanga-Robles*
Arturo Ruiz-Luna*
Guadalupe de la Lanza Espino**

Resumen. Se propone un esquema para la clasificación de los humedales de México basado en el análisis comparativo de los principales sistemas de clasificación actualmente en uso. El análisis incluyó 18 clasificaciones de diferentes partes del mundo, aunque la discusión se centró en los sistemas de clasificación de los Estados Unidos y de la Convención sobre Humedales de Ramsar, además de una aproximación geomorfológica (formas terrestres) e hidrológica (régimen de agua) con la adición de los humedales artificiales propuestos por la Convención de Ramsar. Cuenta con una estructura

jerárquica con tres ámbitos (marino-costeros, continentales y artificiales), cinco sistemas (marino, estuarino, fluvial, lacustre y palustre), ocho subsistemas y 26 clases (17 naturales y nueve artificiales). Desde un enfoque paisajístico las clases corresponden a facetas acuáticas integradas por un conjunto de ecotopos los cuales pueden definirse con base en los criterios y descriptores propuestos en los sistemas estadounidense y geomorfológico.

Palabras clave: Humedales, inventario, clasificación.

Classification system of the wetlands of Mexico

Abstract. We propose a classification system for the wetlands of Mexico based on the comparative analysis of mainstream classification systems. The analysis included 18 worldwide classifications, but the discussion was focused on the United States and the Ramsar Convention systems, plus a geomorphologic approach (terrestrial forms) and hydrologic (water regime) criteria, adding the artificial wetlands from the Ramsar Convention. The system has a hierarchical structure with three domains (marine-coastal, continental

and artificial), five systems (marine, estuarine, fluvial, lacustrine and palustrine), eight subsystems and 26 classes (17 natural and 9 artificial). From a landscape view, the classes correspond to aquatic facets integrated by a set of ecotopes, which can be defined with the descriptors and criteria found in the US and the geomorphologic systems.

Key words: Wetlands, inventory, classification.

*Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental, Av. Sábalo Cerritos s/n, 82010, Mazatlán, Sinaloa. E-mail: cesar@ciad.mx

**Departamento de Zoología, Laboratorio de Hidrobiología, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior Jardín Botánico, Ciudad Universitaria, 04510, Coyoacán, México, D. F. E-mail: gdll@servidor.unam.mx

INTRODUCCIÓN

Los humedales como marismas, pantanos o ciénegas son ecosistemas que surgen cuando la saturación del terreno por agua produce sustratos hídricos (dominados por procesos anaeróbicos) y permite el establecimiento de biota, principalmente plantas enraizadas, con adaptaciones para tolerar la anegación (Keddy, 2004). Dadas las diferencias regionales en el régimen hidrológico, clima, procesos de formación del suelo y escenarios geomorfológicos, una vasta asociación de comunidades de plantas de humedales y tipos de suelos hídricos han evolucionado en todo el mundo (Tiner, 1999). Estos ambientes complejos y dinámicos se caracterizan por su alta productividad y diversidad biológica, jugando un papel fundamental al proporcionar un hábitat único para una amplia variedad de flora y fauna. Son fuente, sumidero y transformadores de materiales químicos y biológicos, ayudan a estabilizar los suministros de agua y contribuyen en la depuración de aguas contaminadas, en la protección de litorales y recarga de los mantos freáticos. También han sido reconocidos como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global (Mitsch y Gosselink, 2000).

En la actualidad existe mayor conciencia sobre la necesidad de conservar los humedales y mantener las funciones y servicios ecológicos que proporcionan. Varios países han implementado planes de manejo y leyes para protegerlos, congregándose alrededor de un tratado internacional que promueve la conservación y uso racional de los humedales, conocido como Convención sobre los Humedales de Ramsar o Convención Ramsar, al haberse firmado por 18 países acreditados y cinco observadores en la ciudad iraní de ese nombre en 1971. Actualmente cuenta con 158 países miembros y hasta febrero de 2008 la Lista de Humedales de Importancia Internacional incluía 1 743 humedales. México se adhirió a la Convención en 1986 al incluir en la lista a la Reserva de la Biosfera Río Lagartos (60 348 ha) y hoy tiene 112 sitios Ramsar en una superficie que supera los ocho millones de hectáreas (Anónimo, 2007).

Pese a lo anterior, las presiones antropogénicas sobre los humedales continúan, alterando procesos ecológicos clave que han conducido a la reducción de la superficie y a la disminución de la resiliencia de estos ecosistemas (Agardy *et al.*, 2005). Alrededor del 9% de la superficie terrestre está cubierta por algún tipo de humedal y aunque no hay datos precisos del impacto antropogénico sobre su extensión, se estima que la mitad del área de humedales en el planeta se ha perdido (Zedler y Kercher, 2005). En el caso concreto de los humedales costeros, algunos reportes señalan que están desapareciendo a una tasa anual del 1% (Gu *et al.*, 2007).

En México, Olmsted (1993) estimó más de 3.3 millones de hectáreas de humedales que representan el 0.6% de los humedales del mundo, pero Dugan (1993) reconoce menos de dos millones, de los que 1 250 000 ha corresponden a humedales costeros y 650 000 ha a humedales interiores. Más recientemente, las cifras que ofrece el Sistema Nacional de Información Forestal de México, indican que para 2002 existían aproximadamente 4.5 millones de hectáreas de vegetación hidrófila, dentro de la que se agrupa a manglares, popales, tulares, petenes y vegetación de galería, entre otras. Sin embargo, aunque el establecimiento de estrategias de conservación y manejo a escala nacional requiere del conocimiento básico de su distribución, extensión y principales características, las discrepancias sobre la extensión de estos sistemas, ampliamente documentadas para manglares por Ruiz *et al.* (2008), no permiten planes adecuados de manejo, reduciéndose las posibilidades a escasas áreas, donde se cuente con información más detallada. Esta cuestión sólo puede ser resuelta a través de la elaboración de inventarios y monitoreo de humedales.

De acuerdo con el marco de la Convención de Ramsar, el inventario se refiere a la recolección de información básica para la gestión de los humedales, incluido el establecimiento de una base de información para actividades de evaluación y monitoreo específicas, que tiene entre otros propósitos: *a)* contar con una lista de los tipos particulares de humedales en una zona, o incluso de todos los tipos; *b)* hacer una lista de los humedales de importancia local, nacional y/o internacional;

c) describir la presencia y distribución de los tipos de humedales; *d)* describir la presencia de recursos naturales como turba, peces o agua; *e)* establecer una base de referencia para medir los cambios de sus características ecológicas; *f)* evaluar la magnitud y velocidad de pérdida o degradación; *g)* promover el conocimiento del valor de los humedales; *h)* suministrar un instrumento para la planificación de su conservación y manejo, e *i)* desarrollar redes de expertos y de cooperación para la conservación y gestión de los humedales (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004).

Una condición esencial para el levantamiento de inventarios de humedales es contar con una definición y un sistema de clasificación base, independientemente de su cobertura espacial (Finlayson y van der Valk, 1995; Mitsch y Gosselink, 2000;). Considerando que en México no existe un consenso sobre el sistema clasificatorio que debe utilizarse para la realización del Inventario Nacional de Humedales, en 2004 se integró un grupo de trabajo con varias dependencias gubernamentales encabezadas por el Instituto Nacional de Ecología (INE), que siguiendo las recomendaciones del marco para el inventario de humedales de la Convención Ramsar (Secretaría de la Convención de Ramsar, 2004), se planteó el objetivo de analizar los principales sistemas clasificatorios de humedales existentes a nivel nacional e internacional y evaluar la viabilidad y pertinencia de utilizar o adaptar uno de estos sistemas a la condición y características de los humedales de México. Los autores de este trabajo fueron los responsables de llevar a cabo dicho análisis bajo convenio con el INE, cuyos resultados (Berlanga y Ruiz, 2004) fueron sometidos ante expertos del grupo intersectorial y académicos de diversas dependencias, siendo los resultados el eje central de este trabajo.

SISTEMAS DE CLASIFICACIÓN DE HUMEDALES ANALIZADOS

Se revisaron 18 sistemas de clasificación de todo el mundo (Tabla 1), pero la discusión se centró en las propuestas de Cowardin *et al.* (1979), la derivada de la Convención de Ramsar (aprobada

inicialmente en 1990) y la geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995), ya que en términos generales el resto de las clasificaciones analizadas son modificaciones de alguna de estas tres.

Se parte de la base de que un sistema de clasificación debe agrupar objetos relacionados, con definición de los límites de clases, los cuales deben ser claros, precisos, cuantitativos en lo posible y basados en criterios objetivos. Por lo tanto, una clasificación debe ser independiente de la escala y la fuente de información (Di Gregorio y Jansen, 2005). Adicionalmente, es recomendable que una clasificación de humedales cuente con una serie de características o atributos operativos como los señalados en la Tabla 2 y con las que se ponderan los tres principales sistemas de clasificación analizados en este estudio.

Clasificación de Cowardin et al. (1979). El sistema de Clasificación de humedales y hábitat de aguas profundas de los Estados Unidos (Anexo 1) es la base del inventario nacional de humedales de ese país. En este sistema los humedales se definen como terrenos de transición entre sistemas acuáticos y terrestres donde usualmente el nivel freático está en o cerca de la superficie, o el terreno está cubierto por aguas someras. Los humedales deben tener uno o más de los siguientes atributos: *a)* al menos periódicamente el terreno alberga predominantemente hidrófilas; *b)* el sustrato dominante corresponde a suelos hídricos y *c)* el sustrato está saturado con agua o cubierto por aguas someras en algún momento de la estación de crecimiento de cada año. El concepto de suelos hídricos corresponde a suelos formados bajo condiciones de saturación hídrica, inundación o estancamiento, por un periodo suficientemente largo durante la estación de crecimiento, para generar condiciones anaeróbicas en la superficie (USDA_NRCS, 2006). A su vez, la estación de crecimiento se define como la época del año donde la temperatura del suelo, a una profundidad de 50 cm, permite el crecimiento y funcionamiento de las plantas que ahí se desarrollan.

Por otra parte, los hábitats de aguas profundas se definen como terrenos permanentemente inundados, situados por debajo de la profundidad límite de los humedales, que establecen en el nivel más

Tabla 1. Sistemas de clasificación de humedales incluidos en la revisión

| Clasificación | Observaciones |
|--|--|
| Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States (Cowardin <i>et al.</i> , 1979) | Sistema jerárquico con dos niveles superiores: Sistema y Subistema; y tres niveles inferiores: Clase, Subclase y Tipo Dominante. Los niveles superiores se definen con bases hidrológicas, geomorfológicas, químicas o biológicas. Las clases se definen por las formas dominantes de vida de la vegetación o la fisiografía y composición del sustrato. Si la vegetación cubre el 30% o más del sustrato las clases se distinguen con base en las formas dominantes de vida que constituye el estrato más alto de la vegetación. Si la vegetación cubre menos del 30% del sustrato, la fisiografía y composición del sustrato son usadas para distinguir clases. Contiene hábitats con y sin vegetación e incluye ambientes de aguas profundas (> 2 m). |
| Sistema de clasificación de tipos de humedales de la Convención de Ramsar (Convención sobre los Humedales de Ramsar) | La jerarquía no es explícita pero agrupa las clases en tres categorías amplias: humedales marinos y costeros, humedales continentales y humedales artificiales. También se pueden establecer categorías superiores al nivel de clase con base en el régimen hidrológico y en algunos casos con la salinidad del agua. Las categorías (clases) enumeradas sólo tienen por objeto aportar un marco amplio que facilite la identificación rápida de los principales hábitat de humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar. Se trata de un listado adaptado libremente de la clasificación de Cowardin <i>et al.</i> (1979). Ha sido modificado en diversas ocasiones desde su introducción para adaptarse a los intereses de los participantes de la Convención de Ramsar. |
| A geomorphic approach to global wetland classification (Semeniuk y Semeniuk, 1995) | Sistema basado en la geomorfología y régimen hidrológico exclusivo para humedales continentales. Las clases se definen con cinco formas terrestres y cuatro categorías de régimen hidrológico, pero sólo hay 13 unidades primarias. Existen posteriores subdivisiones jerárquicas y sistémicas basadas en área, forma, suelos, características de vegetación y salinidad. |
| The Canadian Wetland Classification System (National Wetlands Working Group, 1997) | Sistema jerárquico con tres niveles: Clase, Forma y Tipo. Las clases se definen con criterios genéticos, las formas con geomorfológicos y los tipos con fisonómicos. También utiliza criterios de química del agua y el régimen hidrológico para definir subformas. Reconoce 49 formas de humedales y 72 subformas. No incluyen humedales artificiales. |
| Clasificación topológica (Abarca y Cervantes, 1996) | Agrupa a los humedales de México en tres grandes categorías: Interiores, Costeros y Marinos. Clasifica a los humedales con base en posición geográfica, tipo de cuerpo de agua, su extensión y sus características relevantes como la presencia o ausencia de aportes marinos. |
| Clasificación de humedales en México (Carrera y de la Fuente, 2003) | Modificación a la clasificación de Cowardin <i>et al.</i> (1979) dando énfasis a los humedales de importancia para aves. |
| Política nacional de humedales interiores. Estrategias para su conservación y uso racional (Consejo Nacional Ambiental, Ministerio del Medio Ambiente, Colombia, 2001) | Sistema jerárquico de cinco niveles: Ámbito, Sistema, Subsistema, Clase y Subclase. Las clases se definen con base en los descriptores de la fisonomía del humedal, en términos de las formas de desarrollo dominantes o de características del sustrato, tales como textura y granulometría en caso de no estar cubierto por plantas. Separa a los humedales artificiales con base en el proceso antrópico que los origina o mantiene. |
| Sistema de clasificación ecológica de Costa Rica (Bravo y Windevoxhel, 1997) | Sigue las mismas bases que la clasificación de Cowardin <i>et al.</i> (1979). La Ley Orgánica del Ambiente de Costa Rica (Ley No. 7554 del 28 de septiembre de 1995) adopta la clasificación de Sistemas Ecológicos como la oficial. |
| Sistema de clasificación paisajística de Costa Rica (Bravo y Windevoxhel, 1997) | Sistema no jerárquico en el que los humedales se clasifican con base en unidades de paisaje y sus relaciones funcionales. No tiene bien establecidos los criterios de clasificación y las clases se definen principalmente por su posición geográfica. Reconoce 12 categorías: costas, arrecifes de coral, estuarios, esteros, deltas, llanuras litorales, llanuras de inundación, pantanos, lagos y lagunas, turberas, bosques inundados y humedales artificiales. |

| | |
|---|---|
| Classification of wetlands in the countries of western Europe (Stevenson y Frazier, 1999) | Clasificación basada en Review of Wetland Inventory Information in Western Europe (Stevenson y Frazier, 1999) utilizada por los programas de la Unión Europea CORINE (Coordination of Information on the Environment) BIOTOPES y EUNIS (Habitats Classification European Nature Information System). Es un sistema basado en la clasificación de RAMSAR. CORINE utilizan estándares europeos para clasificación de áreas naturales y seminaturales que incluyen humedales. Los hábitats se identifican por facies y flora. EUNIS integra CORINE y la Clasificación de Hábitats Paleárticos. |
| Medwet: Mediterranean Wetland Classification (Farinha <i>et al.</i> , 1996) | Sistema jerárquico basado en la clasificación de Cowardin <i>et al.</i> (1979) con modificaciones hechas para incluir la variedad de humedales del Mediterráneo. Elimina subsistemas de los sistemas Marino y Estuarino. |
| South African National Wetland Inventory (Dini <i>et al.</i> , 1998; Dini y Cowan, 2000) | Sistema jerárquico basado en las clasificaciones de Cowardin <i>et al.</i> (1979) y MedWet. Incluye adaptaciones para reflejar los aspectos funcionales de humedales basadas en geoformas e hidrología. Particularmente adapta el Sistema Palustre, con cuatro subsistemas: a) Llano, b) Pendiente, c) Valle y d) Llanura de inundación. Incluye también el Sistema Endorreico. |
| Inventory and classification of wetlands in India (Gopal y Sah, 1995) | Clasificación jerárquica basada en la localización de los humedales (costeros-interiores), salinidad (salinos-dulceacuícolas), fisonomía (herbáceas-maderable), duración de inundación (permanente-estacional) y formas de crecimiento de la vegetación dominante. |
| Asian Wetland Inventory (AWI), (Finlayson <i>et al.</i> , 2002) | Sistema basado en la clasificación de Semeniuk y Semeniuk (1995) en adición al sistema de clasificación de Ramsar. Se tienen problemas para la caracterización de ambientes costeros y no considera algunos humedales de características especiales como aguas termales. |
| Australia: Classification of NSW wetlands based on morphology and hydrology (Winning, 1993) | Sistema jerárquico que busca estandarizar el registro de atributos relativamente fáciles de obtener. Los atributos principales son la morfología y la hidrología. Adopta una aproximación de ecosistema que busca asignar atributos a unidades fisonómicas. La morfología es descrita para definir clases y subclases; el régimen de agua para describir la periodicidad de inundación o saturación de agua. Las clases de régimen acuático y pH son adaptadas del sistema de Cowardin <i>et al.</i> (1979). No incluye humedales marinos. Los cuerpos de agua artificiales también fueron excluidos, aunque se incluyen humedales modificados por el humano. |
| Wetland management technical manual: Wetland Classification (Green, 1997) | Sistema elaborado con fines de manejo, basado en tres localidades geográficas: Costa, Altiplanicie e Interior. Utiliza criterios hidrológicos, geomorfológicos, vegetación y localización geográfica. Una vez reconocido el sitio geográfico el siguiente criterio es la fuente de agua. Reconoce 14 tipos de humedal, incluyendo humedales de zonas áridas. |
| Wetland Classification System of The Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (2001) | Sistema basado en la clasificación de Ramsar. Presenta modificaciones para ajustarlo a la situación de Australia, adicionando las clases humedales dulceacuícolas boscosos no mareales, estanque rocoso continentales y sistemas cársticos, aunque actualmente Ramsar incluye sistemas cársticos en todas las categorías. |
| The C-CAP Coastal Land Cover Classification System (Dobson, 1995) | Sistema jerárquico que considera tres grandes super clases: Tierras Emergentes, Humedales y Aguas y Tierras Sumergidas. Las super clases reflejan relaciones ecológicas y se enfocan sobre coberturas del terreno que pueden ser discriminadas primariamente con datos de satélites. El sistema fue diseñado para el monitoreo de la zona costera con datos de percepción remota, tratando de ser compatible con otras sistemas de clasificación, entre ellos el de Cowardin <i>et al.</i> (1979). Reconoce nueve clases de humedales. |

Tabla 2. Comparación entre los sistemas de clasificación de humedales de Cowardin *et al.* (1979),¹ la Convención sobre Humedales de Ramsar² y geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995)³ para características deseables en una clasificación de humedales

| Característica | 1 | 2 | 3 | Observaciones |
|--|----|----|----|---|
| Objetividad (dentro de su estructura define a los tipos de humedales sin ambigüedades) | Si | No | Si | |
| Incluye a todos los tipos de humedales naturales | Si | Si | No | En 3 únicamente incluye humedales interiores pero se están realizando modificaciones para incluir humedales marinos y costeros. |
| Incluye humedales artificiales | No | Si | No | En 1 la acción humana sólo se considera como un modificador especial usado para describir. La esencia de la clasificación geomorfológica no permite la inclusión de humedales artificiales. |
| Jerárquico | Si | No | No | En 2 la jerarquía no es explícita y existe una sola categoría (clase). En 3 únicamente la descripción de las formas primarias es sistemática y jerárquica. |
| Genera traslape entre los tipos de humedales/clases | No | Si | No | |
| Genera divisiones innecesarias | Si | Si | No | |
| Es consistente: define claramente los atributos y criterios para clasificar | Si | No | Si | |
| Parte de una definición propia de humedal | Si | Si | No | En 3 se supone que asume la definición de Ramsar. |
| Es abierta (se pueden incorporar categorías en diferentes niveles) | Si | Si | Si | En 2 es un proceso complicado porque se trata de reformas a acuerdos internacionales. 3 abierta sólo para humedales naturales. |
| Visualiza a los humedales como ecosistemas | No | No | Si | En 1 sólo en algunas categorías superiores. |
| Su estructura permite establecer fronteras artificiales dentro de los ecosistemas de humedales para fines de administración o manejo | Si | Si | Si | |
| Facilita el estudio de los humedales a nivel de paisaje | No | No | Si | En 1 únicamente en las categorías superiores. |
| Los tipos de humedales o atributos principales para su clasificación se pueden captar con plataformas de percepción remota | Si | Si | Si | En 1 de manera parcial. |
| Se requiere poco trabajo de campo para obtener datos de atributos fundamentales | No | Si | Si | En 1 se requiere de conocimientos especializados una vez que se rebasa el nivel de clase. Para 3 es necesario un buen conocimiento de las unidades primarias. |
| Su aplicación en la implementación de un inventario sería rápida y a bajo costo | Si | Si | No | No se cuenta con elementos suficientes para desarrollar la clasificación con criterios geomorfológicos, además de que no incluye todos los tipos de humedal en México. |
| Facilita la comparación de humedales entre países y la colaboración internacional en la investigación y manejo de humedales | No | Si | No | A pesar de que la clasificación 1 ha tenido amplia aceptación a nivel internacional y es la base de la 2, ésta generalmente se toma con modificaciones lo que dificulta su uso para fines de comparación. |

bajo de las mareas vivas para los humedales marinos y estuarinos y a los 2 m (6') para los humedales lacustres, fluviales y palustres.

La estructura que sigue esta clasificación es jerárquica progresiva, ubicando a los sistemas y subsistemas como categorías superiores, y a las clases, subclases y tipos dominantes como categorías inferiores. El término Sistema se refiere a un complejo de humedales y hábitats de aguas profundas que comparten la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos, químicos o biológicos, que pueden dividirse en categorías más específicas llamadas subsistemas. La Clase, categoría inmediata inferior a Subsistema, describe la apariencia general del hábitat en términos de las formas dominantes de vida, de la vegetación o de la fisiografía y composición de los suelos. Adicionalmente, la clasificación considera Subclases, Tipos dominantes y Modificadores que permiten una descripción más detallada de los humedales.

Clasificación de la Convención sobre los Humedales de Ramsar. Esta clasificación fue inicialmente adoptada en 1990 y ha sido modificada en algunas ocasiones, definiendo recientemente a los humedales como extensiones de marismas, pantanos y turberas, o superficies cubiertas de aguas, sean éstas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluidas las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros. Adicionalmente los humedales podrán incluir sus zonas ribereñas o costeras adyacentes, así como las islas o extensiones de agua marina de una profundidad superior a los seis metros en marea baja, cuando se encuentren dentro del humedal (Anexo 2).

Esta clasificación es una adaptación libre de la propuesta de Cowardin *et al.* (1979), que reconoce tres grupos amplios de humedales: Marinos-Costeros, Interiores y Artificiales, dentro de los que originalmente se identificaban 35 tipos de humedales con base en la permanencia y propiedades del agua, el tipo de suelos, el sustrato y la vegetación (Semeniuk y Semeniuk, 1997). Sin embargo, en la actualidad el número de clases se eleva a 42, al incorporar nuevos tipos de humedales, incluidos los cársticos.

Esta clasificación fue desarrollada inicialmente como una herramienta simple para describir los sitios Ramsar, pero sus características la convierten en un auxiliar adecuado para la rápida identificación de los principales humedales representados en cada sitio, para el mapeo y para proveer de un marco de evaluación y comparación con otros inventarios a nivel nacional o regional (Mitra *et al.*, 2003).

Varios países usan la clasificación de Ramsar o alguna modificación de ésta, e inclusive países como Australia han adoptado oficialmente (Directory of Important Wetlands in Australia) la de Ramsar, a pesar de contar con varias propuestas regionales. En Colombia, este sistema fue modificado para hacer más explícita la jerarquía del esquema de clasificación y es el sistema oficial (Anónimo, 2001). En Europa occidental 12 países tienen inventario de humedales a nivel nacional, pero 32 tienen inventarios de sitios de importancia internacional, listados bajo la Convención de Ramsar. En Europa oriental el número de inventarios nacionales es de 17 y en el 60% de éstos aplican la definición y el sistema de Ramsar (Stevenson y Frazier, 1999). Por ello existen recomendaciones para que la implementación del inventario nacional de humedales de cada uno de los países que integran esta región pueda hacerse con el esquema de Ramsar, considerando la amplitud de los 42 tipos de humedales incluidos y su flexibilidad (Hughes, 1995).

Aproximación geomorfológica (Semeniuk y Semeniuk, 1995). En esta propuesta de clasificación no se proporciona una definición de humedal pero se adopta la de Ramsar de humedales interiores, excluyendo a los humedales marino-costeros y antropogénicos. Este sistema se basa en la geomorfología e hidrología de los humedales, combinando cinco formas básicas del terreno y cuatro categorías de disponibilidad de agua, por lo que reconoce 13 formas primarias que son descritas sistemática y jerárquicamente, con criterios basados en el tamaño, la forma, los suelos, vegetación y salinidad (Anexo 3). La clasificación del Inventario de Humedales de Asia (AWI por sus siglas en inglés) se basa en esta aproximación geomorfológica (Finlayson *et al.*, 2002).

Experiencias en México. Si se considera que en la actualidad las lagunas costeras son identificadas como humedales, uno de los primeros antecedentes para la de clasificación de humedales costeros en México se encuentra en el trabajo de Lankford (1977), donde se define a estos sistemas como:

una depresión de la zona costera por debajo del nivel máximo de la marea alta, teniendo comunicación con el mar permanente o efímera, pero protegida del mar por algún tipo de barrera...

y las clasifica geológicamente de acuerdo con su origen y características de su barrera, proponiendo cinco tipos principales. Asimismo, identificó 125 lagunas costeras y dividió al país en siete regiones costeras.

Para los humedales de México en su conjunto, uno de los primeros intentos por adecuar la clasificación de Cowardin *et al.* (1979) fue realizada por Olmsted (1993), quien incluyó a los sistemas fluviales en las categorías de estuarios y palustres por no contar con la información suficiente para identificar estos ambientes dentro del esquema de los autores estadounidenses.

Por otro lado, Abarca y Cervantes (1996) proponen una clasificación tipológica de los humedales, similar al esquema de Ramsar, considerando la ubicación geográfica de los humedales y describiéndolos de una manera amplia para distinguirlos y dar una idea de la diversidad de estos ambientes en México (Abarca, 2002). Este esquema clasifica a los humedales con base en su ubicación geográfica (Interiores, Costeros y Marinos) y tipo de cuerpo de agua, su extensión y sus características relevantes como la presencia o ausencia de aportes marinos.

Cervantes (1996, citado por Abarca y Cervantes, 1996.) adicionó el Sistema Acuático-Subterráneo para incluir formaciones geológicas ligadas a las aguas subterráneas como cavernas y cenotes, definiéndolo como:

formaciones geológicas estrechamente ligadas a las aguas procedentes del subsuelo, derivados de procesos geológicos subterráneos, los cuales se en-

cuentran ampliamente asociados con aguas dulce, mineralizada y/o termal.

El sistema se divide en dos subsistemas: Cavernoso y Cárstico, el primero con cuatro clases y el segundo con tres.

La organización de origen estadounidense Duck Unlimited de México A. C. (DUMAC) toma como base la de Cowardin *et al.*, (1979) en la clasificación de humedales prioritarios para aves acuáticas en México, proponiendo algunas modificaciones. Agrupa a las Clases de los Subsistemas submareales de los sistemas Marino y Estuarino en una Clase denominada Aguas Abiertas; a las clases del Sistema Marino/Subsistema Submareal en la Clase Playa, y a las clases del Sistema Estuarino/Subsistema Intermareal, a las que agrupa en la Clase Llanura Costera Inundable, con excepción de las clases Humedal Arbustivo y Humedal Forestal, que son incluidas en la Clase Manglar, de manera inversa a lo propuesto por Cowardin y colaboradores quienes integran a manglares y petenes como un Tipo dominante de las clases Humedal Arbustivo y Humedal Forestal (Sistema Estuarino/Subsistema Intermareal). En las modificaciones no se considera ningún Subsistema para el Sistema Fluvial (denominado Riberino) y por último, incorpora un Sistema de Tierras Altas con varias clases para incorporar los usos del suelo en las inmediaciones de los humedales (Carrera y de la Fuente, 2003). A pesar de lo positivo de esta propuesta, es evidente el sesgo hacia ambientes de importancia para la conservación de aves, siendo que actualmente la propia Convención de Ramsar, que inicialmente tuviera un enfoque similar, ya no hace énfasis en las aves acuáticas, orientando su atención a los humedales en general.

Correspondencia entre sistemas de clasificación. A pesar de las diferencias existentes, es factible establecer equivalencias entre los tres principales sistemas de clasificación analizados, aunque de manera parcial, pues algunas clases del sistema de Ramsar no tienen correspondencia o pueden asociarse a más de una de las clases del sistema de Estados Unidos; la clasificación de Ramsar es la única que reconoce a los humedales antropogénicos dentro del esquema de clasificación y en tanto que

la aproximación geomorfológica, sólo considera humedales naturales interiores (Tabla 3).

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LOS HUMEDALES DE MÉXICO

Considerando las conveniencias y desventajas de los diferentes sistemas de clasificación y con el fin de contribuir al pronto inicio del inventario nacional de los humedales de México, se propone un

esquema general de clasificación (Tabla 4), basado principalmente en la propuesta de Cowardin *et al.* (1979), pero aplicando algunos de los criterios geomorfológicos (formas terrestres) e hidrológicos (régimen de agua) de Semeniuk y Semeniuk (1995), adicionando los humedales artificiales propuestos por la Convención de Ramsar.

Se proponen tres formas terrestres y dos regímenes de marea para los humedales marino-costeros, mientras que para los continentales se consideraron las formas terrestres y regímenes de la aproximación

Tabla 3. Correspondencia entre los sistemas de clasificación de humedales de Cowardin *et al.* (1979), la Convención sobre Humedales de Ramsar y geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995)

| Sistema de clasificación | | |
|---|---|------------------------|
| Cowardin <i>et al.</i> | Ramsar | Semeniuk y Semeniuk |
| Sistema Marino | Humedales marinos-costeros | No considerados |
| <i>Subsistema Submareal</i> | | |
| Fondo rocoso | A. Aguas marinas someras permanentes | |
| Fondo no consolidado | A. Aguas marinas someras permanentes | |
| Lecho acuático | B. Lechos marinos submareales | |
| Arrecife ¹ | C. Arrecifes de coral | |
| <i>Subsistema intermareal</i> | Humedales costeros | |
| Lecho acuático | Sin correspondencia | |
| Arrecife | Sin correspondencia | |
| Litoral rocoso | D. Costas marinas rocosas | |
| Litoral no consolidado | E. Playas de arena o guijarros | |
| Sistema Estuarino | Humedales marinos-costeros | No considerados |
| <i>Subsistema Submareal</i> | | |
| Todas las clases ² | F. Estuarios, J. Lagunas costeras salobres, K. Lagunas costeras de agua dulce | |
| <i>Subsistema Intermareal</i> | | |
| Fondo rocoso, Fondo no consolidado, Lecho acuático, Humedal emergente | G. Bajos intermareales; H. Pantanos y esteros intermareales | |
| Arrecife | Sin correspondencia | |
| Lecho de corriente | J. Lagunas costeras ³ | |
| Litorales | Sin correspondencia | |
| Humedal arbustivo o forestal | I. Humedales intermareales arbolados | |

Tabla 3. Continuación

| | | |
|---|--|--|
| Sistema Fluvial <i>Subsistema Mareal</i> Todas las clases ² | Humedales continentales L. Deltas interiores | Forma terrestre: Canal Río |
| <i>Subsistema Perenne inferior</i> Todas las clases ² | M. Ríos/arroyos permanentes | Río |
| <i>Subsistema Perenne superior</i> Todas las clases ² | M. Ríos/arroyos permanentes | Río |
| Subsistema Intermitente Todas las clases ² | N. Ríos/arroyos estacionales/intermitentes | Riachuelo, Canal de drenaje, Abrevadero |
| Sistema Lacustre Todos los subsistemas y clases ² | Humedales continentales O. Lagos permanentes de agua dulce, P. Lagos estacionales de agua dulce, Q. Lagos permanentes salinos R. Lagos y zonas inundadas estacionales salinos | Forma terrestre: Cubeta Lago, Charca, Playa, Depresión húmeda |
| Sistema Palustre Todas las clases ² | Humedales continentales S. Pantanos salinos, T. Pantanos de agua dulce, U. Turberas no arboladas, W. Pantanos con vegetación arbustiva, Xf. Humedales boscosos de agua dulce, Xp. Turberas arboladas, Y. Manantiales de agua dulce | Forma terrestre: Planicie, Pendiente, Montaña Planicie de inundación, Llanos inundados, Llanura húmeda |
| Casos especiales ⁴ | Va. Humedales alpinos/de montaña; Vt. Humedales de tundras | Pendiente húmeda, Colina húmeda |
| Sistema Acuático-Subterráneo ⁵ Todos los subsistemas y clases | Humedales continentales Zk(b) sistemas cársticos y otros sistemas hídricos subterráneos continentales. | Forma terrestre: todas Se puede ajustar a cualquier forma primaria |
| No considerados ⁶ | Humedales artificiales ⁷ | No considerados |

Observaciones: ¹ La clase C de Ramsar sólo considera arrecifes coralinos en tanto que en Cowardin *et al.* (1979) otros tipos. ² Véase Anexo 1. ³ En J. el lecho de corriente sería la conexión de la laguna con el mar. ⁴ Podrían ubicarse en alguna clase de los sistemas Fluvial, Lacustre o Palustre. ⁵ Se trata de la adenda de Cervantes (1996) a la clasificación de Cowardin *et al.* (1979). ⁶ La construcción o modificación antropogénica de humedales es considerada como un modificador especial. ⁷ En esta categoría se consideran nueve clases de humedales (véase Anexo 2).

geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (*op. cit.*). Debido a esto último, el Subsistema Litoral del Sistema Lacustre se elimina y los subsistemas Mareal Permanente Inferior y Permanente Superior del Sistema Fluvial se fusionan en el Subsistema Permanente.

Se definen 17 unidades primarias de humedales naturales que podrían detallarse usando los descrip-

tores propuestos por Semeniuk y Semeniuk (*op. cit.*) y en el caso de la vegetación, además de su organización interna y zonación, también debe considerarse el estrato dominante (herbáceo-arbustivo-arbóreo). Asimismo, las clases definidas en el sistema de Cowardin *et al.* (1979) podrían utilizarse para definir categorías inferiores a Clase o como descriptores en un sentido similar a la propuesta geomorfológica. La clasifi-

cación de un humedal bajo el esquema propuesto estaría incompleta y sería incorrecta si la identificación de las unidades primarias no se acompaña de descriptores de tamaño, forma plana, vegetación y salinidad. La condición cárstica del humedal sería un modificador especial, que de presentarse, debe ser considerada como el primer descriptor pero sin necesidad de establecer clases adicionales para este tipo de humedales.

En resumen, esta propuesta es jerárquica con tres ámbitos, cinco sistemas, ocho subsistemas y 26 clases y se plantea el uso de claves en los diferentes niveles, con el fin de identificar fácilmente a cualquier tipo de humedal dentro del sistema de clasificación, sin importar el nombre común que reciba (Tabla 4).

DISCUSIÓN

Debido a que los humedales representan un gradiente entre ambientes acuáticos y terrestres, no hay una definición universalmente reconocida sobre estos ecosistemas, generándose así, confusiones e inconsistencias en su clasificación, inventario y manejo (Mitsch and Gosselink, 2000). Un elevado número de sistemas de clasificación de humedales se ha diseñado alrededor del mundo siguiendo diversos criterios, que en algunos casos son aplicables a sistemas específicos, con carácter local o para aplicaciones o necesidades de manejo concretas (Green, 1997; Warner y Rubec, 1997). Cada sistema de clasificación intenta integrar la vegetación de humedal dominante, e implícita o explícitamente asociarla a diferentes escenarios de condiciones ambientales (Keddy, 2004).

De los diversos intentos de clasificación general de humedales destaca la Clasificación de Cowardin *et al.* (1979), que se ha usado de manera exitosa por más de veinte años en el inventario de humedales de los Estados Unidos y es considerada como uno de los sistemas de clasificación más incluyente y versátil (Finlayson y van der Valk 1995; Dini *et al.*, 1998). Este sistema incluye a los hábitats de aguas profundas contiguos, por lo cual podría abarcar a todos los ecosistemas continentales acuáticos y semiacuáticos del planeta (Mitsch y Gosselink, 2000).

Dentro de las ventajas que ofrece dicho sistema está su alto grado de consistencia y objetividad que permite que personas con cierta experiencia en humedales puedan hacer la misma designación que un experto (Abarca y Cervantes, 1996). El usar las formas de vida para definir clases, facilita su identificación sin un conocimiento biológico profundo y adicionalmente varias formas de vida pueden ser reconocidas por una amplia variedad de sensores remotos (Cowardin *et al.*, 1979). Por el contrario, los parámetros físicos, químicos y biológicos necesarios para distinguir las Clases basadas en las propiedades del sustrato, las Subclases, los Tipos Dominantes y los modificadores son difíciles de medir de manera consistente en evaluaciones de gran escala como son los inventarios (Mitsch y Gosselink, 2000).

De acuerdo con Warner y Rubec (1997) y Warner (2002) esta clasificación podría ser la base para el diseño de una clasificación de los humedales de México donde, al igual que en Estados Unidos, predominarían los humedales minerales, es decir, aquéllos con escasa concentración de materia orgánica en el sustrato. Abarca y Cervantes (1996) consideran que el sistema es lo suficientemente robusto para poder llevar a cabo el inventario de humedales y hábitat de aguas profundas de toda Norteamérica. Con base en este mismo sistema, la propuesta de DUMAC (Carrera y de la Fuente, 2003) es un antecedente relevante para el desarrollo de un esquema mexicano, pero tiene la seria limitación de no enfocarse a los humedales en general, sino que hace énfasis en los ambientes de importancia para la conservación de aves, por lo que las modificaciones se hicieron sin seguir un procedimiento sistemático basado en la jerarquía y criterios de la propuesta original, de tal forma que la eliminación o inserción de categorías se basó en criterios ambiguos o el uso arbitrario de los criterios propuestos por los autores estadounidenses.

La especificidad o amplitud de una clasificación de humedales, además de los propósitos del inventario, también puede depender de los objetivos de manejo y de características ambientales regionales, aunque esto se convierte en una limitante para su generalización. El diseño de una clasificación de humedales con base en temas prioritarios de

Tabla 4. Esquema general de clasificación de humedales de México

Ámbito Marino-costero (M)

| Unidades primarias | | | |
|----------------------|--------------------------------------|--|-----------------------|
| Forma terrestre | | | |
| Régimen de marea (m) | Plataforma (a) | Depresión (b) | Planicie (c) |
| Submareal (m1) | Franja acuática costera ¹ | Estero o lagunas costeras ³ | |
| Intermareal (m2) | Litoral ² | | Marismas ⁴ |

¹ M/a/m1. Incluye todas las clases del Sistema Marino/Subsistema Submareal de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

² M/a/m2. Incluye todas las clases del Sistema Marino/Subsistema Intermareal de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

³ M/b/m1. Incluye todas las clases del Sistema Estuarino/ Subsistema Submareal de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

⁴ M/c/m2. Incluye todas las clases del Sistema Estuarino/Subsistema Intermareal de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

Ámbito Continental (C)

| Unidades primarias | | | | | |
|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| Forma terrestre | | | | | |
| Régimen de agua (h) | Depresión (b) | Canal (d) | Planicie (c) | Pendiente (e) | Montaña (f) |
| Permanente inundado (h1) | Lago, ciénega, cenote ⁵ | Río, caverna ⁹ | | | |
| Estacionalmente inundado (h2) | Charca ⁶ | Arroyo, riachuelo ¹⁰ | Pantano, turbera, popal ¹³ | | |
| Intermitentemente inundado (h3) | Playa ⁷ | Canal ¹¹ | Llanura inundada ¹⁴ | | |
| Estacionalmente saturado (h4) | Depresión húmeda ⁸ | Zanja ¹² | Llanura húmeda ¹⁵ | Pendiente húmeda ¹⁶ | Montaña húmeda ¹⁷ |

⁵ C/b/h1. Incluye todos los subsistemas y clases del Sistema Lacustre^a de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

⁶ C/b/h2. Incluye todos los subsistemas y clases del Sistema Lacustre^a de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

⁷ C/b/h3. Incluye todos los subsistemas y clases del Sistema Lacustre^a de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

⁸ C/b/h4. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

⁹ C/d/h1. Incluye todas las clases del Sistema Fluvial/Subsistemas Mareal, Perenne inferior y Perenne superior de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹⁰ C/d/h2. Incluye todas las clases del Sistema Fluvial/Subsistema Intermitente de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹¹ C/d/h3. Incluye todas las clases del Sistema Fluvial/Subsistema Intermitente de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹² C/d/h4. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹³ C/c/h2. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹⁴ C/c/h3. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹⁵ C/c/h4. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹⁶ C/e/h4. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

¹⁷ C/f/h4. Incluye todas las clases del Sistema Palustre de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979)

^a Cowardin *et al.* (1979) no hacen ninguna distinción entre Perenne o Temporal/Intermitente para el sistema Lacustre

Tabla 4. Continuación

Ámbito Artificial (A)

- A1. Estanques de acuicultura
- A2. Estanques artificiales
- A3. Tierras de regadío
- A4. Tierras agrícolas
- A5. Zonas de explotación de sal
- A6. Áreas de almacenamiento de aguas
- A7. Excavaciones, canteras, piletas de residuos mineros
- A8. Áreas de tratamiento de agua
- A9. Canales de transportación y de drenaje, zanjas

DESCRIPTORES

Se proponen los descriptores de la aproximación geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995): tamaño, forma plana, suelos, vegetación, salinidad (Anexo 3). Las clases de Cowardin *et al.* (1979) podrían usarse como descriptores para definir ecotopos. La condición cárstica es un modificador especial presente en las tres grandes categorías que se indica con la letra k (ejemplo. cenote: C/b/h1-k, caverna: C/d/h1-k, popal: C/c/h2-k

Esquema general

| Ámbito | Sistema | Subsistema | Clase |
|--------------------------|-------------------|--------------------------|--|
| Marino-costero | Sistema Marino | Subsistema Submareal | M/a/m1. Franja acuática costera |
| | | Subsistema Intermareal | M/a/m2. Litoral |
| | Sistema Estuarino | Subsistema Submareal | M/b/m1. Estero, laguna costera |
| | | Subsistema Intermareal | M/c/m2. Marismas |
| Continental | Sistema Fluvial | Subsistema Permanente | C/d/h1. Río, caverna |
| | | Subsistema Estacional | C/d/h2. Arroyo, riachuelo C/d/h3. Canal |
| | | Subsistema Permanente | C/b/h1. Lago, ciénega, cenote |
| | Sistema Lacustre | Subsistema Estacional | C/b/h2. Charca |
| | | | C/b/h3. Cubeta inundada |
| | | Subsistema Permanente | C/d/h4. Zanja |
| | | | C/b/h4. Depresión húmeda |
| | Sistema Palustre | Subsistema Permanente | C/c/h2. Pantano, turbera, popal |
| C/c/h3. Llanura inundada | | | |
| Subsistema Estacional | | C/c/h4. Llanura húmeda | |
| | | C/e/h4. Pendiente húmeda | |
| | | C/f/h4. Montaña húmeda | |
| Artificial | | | A1. Estanques de acuicultura |
| | | | A2. Estanques artificiales |
| | | | A3. Tierras de regadío |
| | | | A4. Tierras agrícolas |
| | | | A5. Zonas de explotación de sal |
| | | | A6. Áreas de almacenamiento de aguas |
| | | | A7. Excavaciones, canteras, piletas |
| | | | A8. Áreas de tratamiento de agua |
| | | | A9. Canales de transportación y de drenaje |

Tabla 4. Continuación

Ecotopos:

M/a/m1. fondo rocoso y no consolidado/lecho marino/arrecife

M/a/m2. lecho acuático/arrecife/litoral rocoso y no consolidado

M/b/m1. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático

M/c/m2. fondo rocoso y no consolidado/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/d/h1. fondo rocoso/fondo no consolidado/lecho acuático/litoral rocoso/litoral no consolidado/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/d/h2. lecho de corriente

C/d/h3. **lecho de corriente**

C/d/h4. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal

emergente/humedal arbustivo-forestal

C/b/h1. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral rocoso y no consolidado/humedal emergente

C/b/h2. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral rocoso y no consolidado/humedal emergente

C/b/h3. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral rocoso y no consolidado/humedal emergente

C/b/h4. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal

emergente/humedal arbustivo-forestal

C/c/h2. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/c/h3. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/c/h4. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/e/h4. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

C/f/h4. fondo rocoso y no consolidado/lecho acuático/litoral no consolidado/humedal de musgos y líquenes/humedal emergente/humedal arbustivo-forestal

manejo ha sido propuesto por Green (1997) para humedales de Australia. En la propuesta de este autor, como primer paso, se identificaron los principales criterios de clasificación (hidrología, geomorfología, vegetación, localización geográfica); posteriormente se identificó la importancia relativa que tiene cada uno de estos criterios en la forma en que los humedales son usados. Finalmente, la clasificación se lleva a cabo ponderando la aplicabilidad de los criterios seleccionados de acuerdo con la información disponible. Por ejemplo, si el “tópico de manejo importante” son los efectos de la extracción de agua de los humedales, los criterios para su clasificación deben ser la hidrología y morfología, pues de éstos depende la extracción del agua, y los esfuerzos primarios del inventario se deben enfocar en obtener buena información sobre ambos parámetros y por tanto poder clasificar a los humedales.

Por otro lado, un ejemplo de clasificación con un fuerte sustento ambiental es la de Canadá de Warner y Rubec (1997), quienes consideran que la clasificación de Cowardin *et al.* (1979) es de poca

utilidad para inventariar los humedales canadienses ya que más del 95% de éstos corresponden al Sistema Palustre, escasamente diferenciado en el sistema estadounidense. Por lo anterior, estos autores proponen un nuevo sistema jerárquico basado principalmente en el origen genético de los humedales, la morfología superficial y la fisonomía de la vegetación, con equivalencias de la clasificación de la Convención de Ramsar para permitir análisis comparativos de forma general (Davidson *et al.*, 1999).

Aunque es una tarea difícil dada su diversidad, se hace necesario contar con sistemas de clasificación compatibles a nivel global que proporcionen una terminología comprensible para la investigación y los proyectos de conservación de humedales con dimensión internacional, así como una estructura para implementar instrumentos legales internacionales para su conservación, que apoye la disseminación de información entre individuos e instituciones tanto como sea posible (Scott y Jones, 1995). Se están llevando a cabo inventarios de humedales que involucran a varios países y que

siguen un sistema de clasificación común como la de los programas BIOTOPES y EUNIS en Europa occidental, el Medwet en el Mediterráneo o el AWI en Asia, pero la única propuesta internacional de clasificación de humedales es la de la Convención sobre los Humedales de Ramsar, cuyo principal problema es que no todos los tipos de humedales han sido definidos claramente y en algunos es evidente la ambigüedad, al mismo tiempo que los parámetros físicos, químicos y biológicos no están bien establecidos para diferenciar una clase con respecto a otra, por lo que presentan inconsistencias al momento de clasificar (Semeniuk y Semeniuk, 1997).

A pesar de sus limitaciones, la clasificación de Ramsar ha permitido el avance en el desarrollo de clasificaciones compatibles. Este sistema de clasificación es lo suficientemente amplio para permitir la identificación de los humedales más significativos y representativos de los sitios que se propone incluir en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar y, por otro lado, sería poco oportuno y altamente costoso en términos de la conservación de los humedales trabajar en el diseño de un sistema de clasificación internacional completamente nuevo, por lo que es recomendable limitarse al uso de este sistema en foros internacionales (Scott y Jones, 1995).

Clasificaciones como las de Cowardin *et al.* (1979) y Ramsar están inherentemente relacionadas a atributos biológicos que resultan, en el traslape en las categorías de humedales en algunas instancias y en divisiones innecesarias en otras. Además, la complejidad intrínseca de los sistemas biológicos no necesariamente debe transferirse a las partes primarias de una clasificación de ecosistemas, considerando que dentro de los objetivos de éstas se encuentra simplificar componentes complejos en unidades lógicas (Semeniuk y Semeniuk, 1997). Una clasificación alternativa a las clasificaciones “inherentemente biológicas” es la propuesta geomorfológica de Semeniuk y Semeniuk (1995), la cual resalta las características básicas presentes en todos los humedales: la geoforma y el régimen de agua, con lo cual describe la variedad completa de humedales naturales, reduciendo el número de humedales primarios en el planeta. Las diferencias

fundamentales en la aproximación geomorfológica con la mayoría de las otras clasificaciones son el reconocimiento de los sistemas acuáticos y sus líneas litorales como un solo sistema geomorfológico integrado y el uso de la escala. Asimismo, esta propuesta se dirige a las características fundamentales de todos los humedales, independientemente del clima, atributos biogeográficos o fisiográficos/geológicos, tipos de agua, mecanismos de suministro de agua y origen (Semeniuk y Semeniuk, 1995; 1997).

La clasificación geomorfológica es útil para el manejo de los humedales porque los trata como unidades simples integrales y no como fragmentos de un todo, lo que subyace en algunas categorías superiores de la clasificación de Cowardin *et al.* (1979). Las diferentes funciones ecológicas y los papeles hidrológicos y geoquímicos de los humedales en el paisaje pueden ser separados en un nivel primario, siendo este sistema jerárquico y sistemático en su descripción, lo que permite la colección de datos para clasificaciones progresivamente más detalladas y también permite comparaciones sistemáticas entre humedales (Semeniuk y Semeniuk, 1995; 1997).

Otra ventaja que ofrece esta clasificación es la eficiencia ganada en una rápida y sistemática adquisición de datos, iniciando con trabajo de gabinete por medio del análisis de datos procedentes de percepción remota y procediendo a evaluaciones de campo progresivamente más intensivas, lo que facilita la adición de unidades primarias extras y otros tipos de forma del terreno o hidroperiodos que dan soporte a un humedal. Las unidades de humedales básicas primarias pueden ser complementadas con información adicional, los tipos primarios de humedales son semejantes a los sistemas ecológicos y la clasificación es similar a los efectos del escenario climático (Semeniuk y Semeniuk, 1995). Aunado a lo anterior, se puede establecer una correlación entre los tipos de humedales de la clasificación de Ramsar y esta propuesta (Semeniuk y Semeniuk, 1997).

La aproximación geomorfológica tiene una fuerte desventaja con respecto a otros sistemas de clasificación, ya que su diseño únicamente considera humedales naturales e interiores. Asimismo, a diferencia de otros sistemas, requiere de mayor

capacitación para su implementación. Aun así, en Sudáfrica se ha avanzado en el diseño de clasificaciones basadas en la de Semeniuk y Semeniuk (1995), incorporando a los humedales costeros a través de la adición de una forma terrestre denominada Planicie Costera a la que se le pueden asociar dos categorías de régimen de agua: Permanentemente inundadas e Inundación por mareas, de manera equivalente a los subsistemas Submareal e Intermareal del Sistema Estuarino de la clasificación propuesta en este trabajo. En la primera se encontrarían playas y manglares, entre otros y en la segunda arrecifes coralinos cercanos al litoral (<6 m), los lechos marinos y los esteros (Dini *et al.*, 1998). Aun así, la aplicación de este sistema en Sudáfrica no es definitiva pues, dependiendo de sus necesidades, siguen aplicando modificaciones a la clasificación de Cowardin *et al.* (1979) o de la Convención de Ramsar, mientras trabajan en una clasificación definitiva con el enfoque geomorfológico.

Hay que recordar que en el diseño de la clasificación de Semeniuk y Semeniuk (1995) los atributos importantes para describir un humedal tales como su origen, tamaño y forma (horizontal) pueden ser usados para identificar con mayor precisión a cualquiera de las 13 formas básicas de humedales. En ese sentido, el desarrollo de una propuesta geomorfológica que incluya a los humedales costeros para México, cuenta con un antecedente importante con la clasificación de las lagunas costeras mexicanas propuesta por Lankford (1977).

Adicional a un sistema de clasificación de ecosistema basado en la clasificación de Cowardin *et al.* (1979), en Costa Rica se ha desarrollado un esquema paralelo basado en una clasificación paisajística en la cual los humedales se clasifican en 12 categorías con base en unidades de paisaje y sus relaciones funcionales, entendiendo al paisaje como la expresión perceptible u observable del espacio geográfico (Bravo y Windervoxhel, 1997). De acuerdo con De la Lanza (2002), esta clasificación se basa en uno de los criterios señalados durante la Conferencia de San José, Costa Rica en 1999, junto con el criterio ecológico, que es el que normalmente se incluye en la clasificación de Ramsar y el tipológico, basado en la ubicación de los humedales.

Aunque una aproximación a nivel de paisaje es interesante, la propuesta de Bravo y Windervoxhel (1997) no establece los atributos perceptibles para identificar cada una de las categorías utilizadas, y su descripción está hecha principalmente en propiedades físicas, químicas o biológicas que son poco o no observables en escalas espaciales amplias.

Si bien la definición y clasificación de los humedales debe establecerse con anterioridad a la realización de un inventario, el diseño de este último (considerando tiempo, recursos y técnicas de levantamiento) puede influir en la selección o diseño de la estructura de clasificación a utilizarse. En ese sentido, es importante considerar que la implementación de un inventario regional o nacional de humedales hoy en día no puede concebirse sin la aplicación de técnicas de percepción remota, por lo que una propiedad deseable en las clasificaciones es que los atributos que se proponen para delimitar y definir a los distintos tipos de humedales sean detectables por diferentes opciones de sensores remotos.

Considerando lo anterior, aquellas clasificaciones con un enfoque paisajístico, que promueven el análisis de los humedales como ecosistemas o que definen a los tipos principales de humedales con atributos fácilmente detectables a distancia, como la geoforma por ejemplo, ofrecen mayores ventajas para el levantamiento de inventarios y el monitoreo de los humedales. Una clasificación que resalta en este contexto es la C-CAP Coastal Land Cover Classification System del Coastal Change Analysis Program de la NOAA, donde una de sus Super-clases incluye a los humedales, que además de reflejar las relaciones ecológicas entre los ambientes costeros, se enfoca sobre clases de cobertura del terreno que pueden ser discriminadas primariamente a partir de datos de satélite (Dobson *et al.*, 1995).

Si bien la aproximación geomorfológica es limitante al considerar únicamente a los humedales interiores y no estar diseñada para incluir humedales artificiales, se recomienda que el sistema de *Clasificación de Humedales de México* se base en propuestas similares a las de Semeniuk y Semeniuk (1995), pero incorporando a los humedales marinos y costeros, ya que este sistema ofrece las ventajas de objetividad, consistencia y estructura

abierta, cualidades que comparte con la clasificación de Cowardin *et al.* (1979), pero en adición a la clasificación de los Estados Unidos, permite la implementación de inventarios en el corto plazo y a bajos costos por visualizar a los humedales como ecosistemas y clasificarlos en primera instancia, con criterios que pueden ser monitoreados empleando técnicas de percepción remota.

Por otro lado, sin importar qué tan detallada sea una clasificación regional o nacional, debe ser compatible en sus categorías mayores con la clasificación de Ramsar para facilitar el intercambio y transferencia de información sobre sitios prioritarios (Scott y Jones, 1995), propiedad que tanto la aproximación geomorfológica como la de Cowardin *et al.* (1979) cumplen parcialmente, aunque la clasificación de Ramsar es una modificación libre de esta última.

En cuanto a los humedales artificiales, se propone seguir la propuesta de Ramsar o una modificación de ésta, pues es la única que reconoce el atributo esencial de este tipo de humedales que, independientemente de su origen, compiten por recursos con los naturales. Por ello ante la necesidad de contar con el *Inventario de Humedales de México*, éste podría iniciar clasificando a los humedales naturales con el esquema propuesto en este trabajo y a los humedales artificiales con la clasificación de la convención de Ramsar. Si esta propuesta es posteriormente modificada o se diseña un nuevo sistema de clasificación, el inventario que se genere puede ser recategorizado, toda vez que es factible el establecer equivalencias entre diferentes clasificaciones.

A diferencia de otras modificaciones hechas a la clasificación de Cowardin *et al.* (1979), la aquí propuesta es objetiva porque se basa en dos rasgos fundamentales de los humedales: la geomorfología y la hidrología. También es consistente porque se respeta la jerarquía original de las categorías superiores y porque se aplicaron los mismos criterios en todos los sistemas y subsistemas. Con estas modificaciones se eliminan divisiones innecesarias de los humedales de los sistemas Fluvial, Lacustre y Palustre, las clases son unidades simples integrales que pueden visualizarse como ecosistemas, e im-

plícitamente puede considerarse como una clasificación paisajística al integrar a elementos como el ecotopo y las facetas, que son niveles jerárquicos de las unidades espaciales del paisaje (Naveh y Lieberman, 1994).

Las unidades primarias o clases de humedales en el esquema propuesto equivaldrían a una faceta que pudiera denominarse faceta acuática, cuyos ecotopos podrían definirse con base en las clases de Cowardin *et al.* (1979), que en este caso son consideradas como descriptores. El conjunto de facetas acuáticas conformarían un sistema acuático en equivalencia al sistema terrestre y éste, junto con las coberturas y usos del terreno circundantes, conformarían el paisaje.

CONCLUSIONES

Esta propuesta de sistema para la clasificación de los humedales de México intenta cubrir criterios de consistencia, flexibilidad, aptitud para ser escalado o comparado con otros sistemas semejantes; así como claridad en la definición de las clases. La integración de 26 Clases de humedales naturales y artificiales, homologables con las clases de los principales sistemas internacionales, basadas en criterios geomorfológicos e hidrológicos y su enfoque paisajístico, permite que el sistema sea científicamente robusto, con orientación práctica y que puede ser utilizado por usuarios con diversas orientaciones y necesidades. Por lo anterior, considerando que como toda propuesta está sujeta a crítica y revisión, se plantea la conveniencia de su aplicación en la elaboración de inventarios de humedales de México.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Ecología (INE) a Ana Córdova y Gerardo Bocco por el apoyo brindado para la realización de este trabajo, así como al proyecto EFONSEC CNA 48216.

REFERENCIAS

- Abarca, F. J. (2002), "Definición e importancia de los humedales", en Abarca, F. J. y M. Herzing (eds.), *Manual para el Manejo y Conservación de los Humedales en México*, INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS, México.
- Abarca, F. J. y M. Cervantes (1996), "Definición y clasificación de humedales", en Abarca, F. J. y M. Cervantes (eds.), *Manual para el Manejo y Conservación de los Humedales de México*, Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Ecología/U.S. Fish and Wildlife Service/Arizona Game and Fish Department/Wetlands International the Americas-Programa, México.
- Agardy, T., J. Alder, P. Dayton, S. Curran, A. Kitchingman, M. Wilson, A. Catenazzi, J. Restrepo, C. Birkeland, S. Blaber, S. Saifullah, G. Brach, D. Boersma, S. Nixon, P. Dungan, N. Davidson and C. Vörösmarty (2005), "Coastal systems", *Ecosystems and human well-being: current state and trends*, Island Press, London, pp. 513-549.
- Anónimo (2001), *Política nacional para humedales interiores de Colombia. Estrategias para su conservación y uso racional*, Consejo Nacional Ambiental/Ministerio del Medio Ambiente, Colombia, [http://www.ramsar.org/wurc/wurc_policy_colombia_inland.htm: 17 de agosto de 2007].
- Anónimo (2007), *Convención de Ramsar sobre los Humedales*, [http://www.ramsar.org/indexsp.htm: 27 de julio de 2007].
- Barlanga, R. C. A. y A. Ruiz L. (2004), *Análisis comparativo de los sistemas clasificatorios de humedales*, Instituto Nacional de Ecología/Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, México.
- Bravo, J. y N. J. Windevoxhel (1997), *Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica*, UICN/ORMA-MINAE-Embajada Real de los Países Bajos, Costa Rica.
- Carrera, E. y G. De la Fuente (2003), *Inventario y Clasificación de Humedales en México*. Parte I, Ducks Unlimited de México A.C., México.
- Cowardin, L. M., V. Carter, F. C. Golet and E. T. LaRoe (1979), *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States, U.S.*, Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Washington, D.C.
- Davidson, I., R. Vanderkam and M. Padilla (1999), "Review of wetland inventory information in North America", en Finlayson C. M. y A. G. Spiers (eds.), *Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory*. Supervising Scientist Report 144, Canberra, Australia, pp. 1-34.
- De la Lanza E., G. (2002), "Recursos hidrológicos de México", en Abarca, F. J. y M. Herzing (eds.), *Manual para el manejo y conservación de los humedales en México*, INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS, México.
- Dini, J., G. Cowan and P. Goodman (1998), "South African National Wetland inventory". *Proposed Wetland Classification System for South Africa*, South African Wetlands Conservation Program, [http://www.ngo.grida.no/soesa/nsoer/resource/wetland/inventory_classif.htm: 17 de agosto de 2007]
- Dobson, J., E. Bright, R. Ferguson, D. Field, L. Wood, K. Haddad, H. Iredale III, J. Jensen, V. Klemas, R. Orth and J. Thomas (1995), "NOAA's Coastal Change Analysis Program", *Guidance for Regional Implementation*, National Marine Fisheries Service, National Oceanic and Atmospheric Administration Technical Report 123, Seattle, www.csc.noaa.gov/products/sggoasts/html/ccapguid.htm#apt8
- Dugan, P. (1993), "Wetlands in danger", *A World Conservation Atlas*, Oxford University Press, New York.
- Farinha, J. C., L. Costa, G. Zalidis, A. Mantzavelas, E. Fitoka, N. Hecker and P. Tomàs -Vives (1996), *Mediterranean Wetland Inventory: Habitat Description System*, MedWet/Instituto da Conservação da natureza (ICN)/Wetlands International/Greek Biotope/Wetland Centre (EKBY) Publication, vol. III.
- Finlayson, C. M. y A. G. van der Valk (1995), "Wetland classification and inventory", *A summary. Vegetatio*, 118, pp. 103-124.
- Finlayson, C. M., G. W. Begg, J. Howes, J. Davies, K. Tagi and J. Lowry (2002), *A Manual for an Inventory of Asian Wetlands*, Version 1.0, Wetlands International Global Series 10, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Green, D. L. (1997), "Wetland technical manual, wetland classification", *The Ecological Services Unit for the Water Environments*, Unit of the Department of Land and Water Conservation, Australia [http://www.dlwc.nsw.gov.au/care/wetlands/facts/pdfs/wetclass.pdf: 15 de enero de 2005]
- Gopal, B. and M. Sah (1995), "Inventory and classification of wetlands in India", *Vegetatio*, no. 118, pp. 39-48.

- Gu, D., Y. Zhang, J. fu and X. Zhang (2007), "The landscape pattern characteristics of coastal wetlands in Jiaozhou Bay under the impact of human activities", *Environmental Monitoring and Assessment*, 124, pp. 361-370.
- Hughes, J. M. R. (1995), "The current status of European wetland inventories and classifications", *Vegetatio*, no. 118, pp. 17-28.
- Keddy, P. A. (2004), *Wetland Ecology*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Lankford, R. R. (1977), "Coastal lagoons of Mexico, their origin and classification", in *Estuarine Processes II: Circulation, Sediment and Transfer of Material in Estuary*, Academic Press Inc., New York, pp. 182-215.
- Mitra, S., R. Wassmann and L. G. Vlek (2003), "Global inventory of wetlands and their role in the carbon cycle", *ZEF-Discussion Papers on Development Policy No. 64*, Center for Development Research, Bonn.
- Mitsch, W. J. and J. G. Gosselink (2000), *Wetlands*, John Wiley and Sons Inc., Nueva York.
- Naveh, Z. and A. S. Lieberman (1994), *Landscape Ecology. Theory and Application*, Springer-Verlag, New York.
- Olmsted, I. (1993), "Wetlands of Mexico", en Whigham, D. F., D. Dykyjová and S. Hejný (eds.), *Wetlands of The World I: Inventory, Ecology and Management, Handbook of Vegetation Science*, Kluwer, Dordrecht, pp. 637-678.
- Ruiz-Luna, A., J. Acosta V. and C. A. Berlanga-Robles (2008), "On the reliability of the data of extent of mangrove; a case study in Mexico", *Ocean and Coastal Management*, no. 51, pp. 342-351.
- Scott, D. A. and T. A. Jones (1995), "Classification and inventory of wetlands. A global overview", *Vegetatio*, no. 118, pp. 3-1.
- Secretaría de la Convención de Ramsar (2004), *Manuales Ramsar para el uso racional de los humedales*, Secretaría de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza).
- Semeniuk V. and C. A. Semeniuk (1997), "A geomorphic approach to global classification for natural inland wetlands and rationalization of the system used by the Ramsar Convention – a discussion", *Wetlands Ecology and Management*, no. 5, pp. 145-158.
- Semeniuk, C. A. and V. Semeniuk (1995), "A geomorphic approach to global wetland classification", *Vegetatio*, no. 118, pp. 103-124.
- Stevenson, N. and S. Frazier (1999), "Review of wetland inventory information in Western Europe", Global review of wetland resources and priorities for wetland inventory, Supervising Scientist Report 144, Australia [http://www.wetlands.org/RSIS/WKBASE/GRoWI/report_westerneurope.doc: 18 abril de 2008].
- Tiner, R.W. (1999), "Wetland indicators", *A guide to Identification, Delineation, Classification, and Mapping*, Lewis Publishers, Boca Raton.
- USDA-NCRS (2006), *Field Indicators of Hydric Soils in the United States, Version 6.0.*, United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service in cooperation with the National Technical Committee for Hydric Soils, USA [ftp://ftp-fc.sc.gov.usda.gov/NSSC/Hydric_Soils/FieldIndicators_v5_01.pdf: 18 de abril de 2008].
- Warner, B. G. y D. A. Rubec (1997), *The Canadian Wetland Classification System*, National Wetlands Working Group, Ontario.
- Warner, B. G. (2002), "Clasificación de humedales", en Abarca, F. J. and M. Herzing (eds.), *Manual para el Manejo y Conservación de los Humedales en México*, INNE/PRONATURA/SEMARNAT/North American Wetlands Conservation Council/RAMSAR/The Nature Conservancy/Society of Wetlands Scientists/Comité Pigua/Ducqs Unlimited de Mexico/Arizona Game and Fish/WNCCWS, México.
- Winning, G. (1993), "A classification of NSW wetlands based on morphology and hidrology", Shortland Wetlands Centre Technical Memorandum No. 7 [<http://www.hunterwetlands.com.au/classif.html>: 25 de noviembre de 2004].
- Zedler, J. B. and S. Kercher (2005), "Wetlands resources: Status, trends, ecosystem services, and restorability", *Annual Reviews of Environmental Resources*, 30, pp. 39-74.

Anexo 1. Esquema de la clasificación de humedales y hábitat de aguas profundas de los Estados Unidos (Cowardin *et al.*, 1979)

| Sistema | Subsistema | Clase |
|-----------|------------------|--|
| Marino | Submareal | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Arrecife |
| | Intermareal | Lechos acuático Arrecife Litoral rocoso Litoral no consolidado |
| Estuarino | Submareal | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Arrecife |
| | Intermareal | Lecho acuático Arrecife Lecho de corriente Litoral rocoso Litoral no consolidado Humedal emergente Humedal arbustivo Humedal forestal |
| Fluvial | Mareal | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Litoral rocoso Litoral no consolidado Humedal emergente |
| | Perenne inferior | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lechos acuático Litoral rocoso Litoral no consolidado Humedal emergente |
| | Perenne superior | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Litoral rocoso Litoral no consolidado |
| | Intermitente | Lecho de corriente |
| Lacustre | Limnético | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Fondo rocoso Fondo no consolidado |
| | Litoral | Lecho acuático Litoral rocoso Litoral no consolidado Humedal emergente |
| Palustre | | Fondo rocoso Fondo no consolidado Lecho acuático Litoral no consolidado Humedal de musgos y líquenes Humedal emergente Humedal arbustivo Humedal forestal |

Anexo 2. Esquema general de la clasificación de la Convención sobre los Humedales de la Convención de Ramsar

| | | | |
|----------------------------|------------------------|--|---|
| Humedales marinos costeros | Marinos | Submareal | A. Aguas marinas someras permanentes B. Lechos marinos submareales C. Arrecifes de coral |
| | | Intermareal | D. Costas marinas rocosas E. Playas de arena o guijarros |
| | Estuarino | Submareal | F. Estuarios J. Lagunas costeras salobres K. Lagunas costeras de agua dulce |
| | | Intermareal | G. Bajos intermareales H. Pantanos y esteros I. Humedales intermareales arbolados |
| Humedales continentales | Fluvial | Permanente | L. Deltas interiores M. Ríos/arroyos permanentes Y. Manantiales de agua dulce |
| | | Estacionales/intermitentes | N. Ríos/arroyos estacionales/intermitentes |
| | Lacustre | Permanente | O. Lagos permanentes de agua dulce (>8 ha) Tp. Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce (<8 ha) Q. Lagos permanentes salinos (>8 ha) Sp. Pantanos/esteros/charcas permanentes salobres (<8 ha) |
| | | Estacionales/intermitentes | P. Lagos estacionales/intermitentes de agua dulce (>8 ha) Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce R. Lagos y zonas inundadas estacionales/intermitentes salobres Ss. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salobres |
| | Palustres | Permanente | Tp. Pantanos/esteros/charcas permanentes de agua dulce (<8 ha) Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce U. Turberas no arboladas Va. Humedales alpinos de montaña Vt. Humedales de la tundra Xf. Humedales boscosos de agua dulce Xp. Turberas arboladas |
| | | Estacionales/intermitentes | Ss. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes salobres Ts. Pantanos/esteros/charcas estacionales/intermitentes de agua dulce Y. Manantiales de agua dulce Xf. Bosques inundados estacionalmente |
| | | Geotérmicos | Zg. Humedales geotérmicos |
| | Humedales artificiales | 1. Estanques de acuicultura 2. Estanques artificiales 3. Tierras de regadío 4. Tierras agrícolas 5. Zonas de explotación de sal 6. Áreas de almacenamiento de aguas 7. Excavaciones, canteras, piletas de residuos mineros 8. Áreas de tratamiento de agua 9. Canales de transportación y de drenaje, zanjas | |
| | Humedales cársticos | Zk(a) Costeros Zk(b) Continentales Zk(c) Artificiales | |

Anexo 3. Aproximación geomorfológica para la clasificación global de humedales naturales continentales (Semeniuk y Semeniuk, 1995)

| Unidades primarias | | | | | |
|---|------------------|------------------------|------------------------|------------------|---------------|
| Forma terrestre | | | | | |
| Régimen de agua | Cubeta | Canal | Planicie | Pendiente | Montañas |
| Permanentemente Inundado ^a | Lago | Río ⁵ | | | |
| Estacionalmente Inundado ^a | Charca | Riachuelo ⁶ | Planicie de inundación | | |
| Intermitentemente Inundado ^a | Playa | Canal de Drenaje | Llanos inundados | | |
| Estacionalmente Saturado ^b | Depresión húmeda | Zanja | Llanura húmeda | Pendiente húmeda | Colina húmeda |

Observaciones: Régimen Inundado^a.- Suelos cubiertos con agua y el suelo abajo de la superficie también está saturado. Saturado^b.- Suelos saturados con agua, aunque no inundados en la superficie.

Las 13 unidades primarias son descritas sistemática y jerárquicamente de acuerdo con los descriptores siguientes.

Tamaño

| Marco de referencia | | |
|---------------------|---|--|
| Tamaño | Cubeta, Planicies, Pendientes, Montañas | Canales |
| Megaescala | > 10 km x 10 km | |
| Macroescala | ≥ 1 km x 1 km a 1 km x 10 km | un kilómetro o más de ancho por decenas de kilómetros de largo |
| Mesoescala | ≥ 0.5 km x 0.5 km a 1 km x 1 km | cientos de metros de ancho por miles de metros de largo |
| Microescala | ≥ 0.1 km x 0.1 km a 0.5 km x 0.5 km | decenas de metros de ancho por cientos de metros de largo |
| Leptoescala | < de 0.1 km | varios metros de ancho y decenas de metros de largo |

Forma plana (horizontal):

Para cubetas planicies, pendientes y montañas: lineal, alongada, irregular, redonda, ovoide, “forma de ventilador”
 Para canales: recto, sinuoso, anastomosado, irregular.

Suelos: Guijarros, arcillas, calcáreos, cuarzos, entre otros.

Vegetación:

| | Periférica | Mosaico | Completa |
|---------------------------------------|-------------|-------------|----------------|
| Organización interna de la vegetación | homogénea | periforme | paniforme |
| | zonificada | zoniforme | gradiforme |
| | heterogénea | bacataforme | heteroforme |
| | | | latiforme |
| | | | concentriforme |
| | | | maculiforme |

Salinidad del agua: dulce, salobre, salina, hipersalina.

Consistencia de la salinidad: isohalino, polihalino.