

CLASIFICACION DE HUMEDALES CON ENFOQUE DE PAISAJES Y SU APLICACIÓN EN EL CASO DE LA PROVINCIA DE MATANZAS (CUBA)

CLASSIFICAÇÃO DAS ÁREAS ÚMIDAS COM ENFOQUE DE PAISAGENS E SUA APLICAÇÃO NA PROVÍNCIA DE MATANZAS (CUBA)

Lic. Angel A. Alfonso Martinez¹, Dr. José Mateo Rodriguez²

¹Unidad de Medio Ambiente. CITMA-Matanzas, Cuba, aalfonsomartinez@gmail.com

²Facultad de Geografía, Universidad de la Habana, Cuba, mateocuba@hotmail.com

RESUMEN: El logro de una clasificación de humedales, utilizando un enfoque de paisajes y geocológico, constituye una herramienta dirigida a la solución de problemas que se enfrentan en el camino hacia el ordenamiento territorial y la optimización de los paisajes sobre la base de los principios del análisis de sistemas y la complejidad. Las particularidades del sistema de clasificación que se seleccione debe estar en correspondencia con la orientación del trabajo científico, y la aplicación de las políticas nacionales o territoriales de gestión ambiental (RAMSAR, 2009). La clasificación de los humedales de la provincia Matanzas tiene la particularidad de que se enfoca al territorio como un mosaico integrado por los diferentes tipos de paisajes que se describen a través de sus principales rasgos distintivos y que le dan al territorio característica única e identidad propia. Con el objetivo de lograr la correcta organización de la información sobre humedales, y tener en cuenta sus características esenciales, se ha propuesto, sobre la base del conocimiento de los paisajes de la provincia, una clasificación que, en esencia, identifica los “tipos” de humedales, vistos como geosistemas territoriales repetibles y caracterizados por la unidad dialéctica de sus componentes. (ALFONSO & DIPOTET, 2009). En el presente trabajo se describen los criterios que sirvieron de base a la clasificación propuesta, se presenta la cartografía de los paisajes clasificados y la regionalización paisajística, todo lo cual ayuda a la sistematización de los conocimientos acumulados hasta la fecha y se constituye en una sólida base para la toma de decisiones relacionada con el esquema de desarrollo territorial.

PALABRAS CLAVE: Humedales, Clasificación de humedales, Enfoque de paisajes, Geo-ecología del Paisaje.

RESUMO: A realização de uma classificação de áreas úmidas, utilizando um enfoque de paisagens e geocológico, é uma ferramenta que visa a solução dos problemas para o planejamento territorial e otimização de paisagens com base nos princípios de análise de sistemas e complexidade. As particularidades do sistema de classificação selecionados devem estar em consonância com a orientação de trabalhos científicos, bem como a implementação de políticas nacionais ou regionais de gestão ambiental (RAMSAR, 2009). A classificação das áreas úmidas da província de Matanzas tem a particularidade que incide sobre o território constituídos por diferentes tipos de paisagens descritas por suas principais características distintivas que dão ao território um mosaico de identidade única. A fim de alcançar a boa organização de informações sobre áreas úmidas, e ter em conta as suas características essenciais, tem sido proposto, com base no conhecimento das paisagens da província, uma classificação que identifica essencialmente os "tipos" áreas úmidas, visto como geossistemas territoriais repetíveis e caracterizados pela unidade dialéctica de seus componentes. (ALFONSO & DIPOTET, 2009). Neste trabalho, os critérios que serviram de base para a classificação proposta são os mapeamento de paisagens classificadas e a regionalização paisagística, todos os quais ajudam a sistematização dos conhecimentos acumulados até à presente data e constitui uma sólida base para a tomada de decisões relacionadas com esquema de desenvolvimento territorial.

PALAVRAS-CHAVE: Pantanais, Classificação de áreas úmidas, Enfoque de paisagens, Geo-ecologia da paisagem

INTRODUCCION

Los humedales comprenden entre 4% y 6% de la superficie terrestre y han sido considerados de gran importancia biológica a nivel global (MITSCH&GOSSELINK, 2007). Pero también se encuentran entre las áreas más amenazadas en el mundo (MIDWOOD, 2010). Baste decir que más del 50% de ellos se perdieron en el siglo pasado, y el resto ha sido degradado en diferentes magnitudes, debido a los efectos adversos de las actividades antrópicas (HUI, 2010).

A pesar de esta crítica situación, cada vez más se comprende la importancia de los humedales como uno de los paisajes más productivos del planeta (RAMSAR, 2011), ya que: constituyen “supermercados biológicos”, por el volumen de alimentos y la rica diversidad que proporcionan (ALFONSO, A.; DIPOTET, P., 2007) y son grandes productores de biomasa (DUGAN, P., 1992) y realizan funciones protectoras y reguladoras del paisaje únicas (ALFONSO & DIPOTET, 2007).

La clave en el funcionamiento geocológico de este tipo de paisaje es la presencia de agua en un período significativo del año, lo que motiva el desarrollo característico de suelos, microorganismos y comunidades de plantas y animales, de modo que funcionen en forma diferente y especializada (ALFONSO & DIPOTET, 2009).

Junto a ello, se ha llamado la atención sobre dificultades en la gestión de estos geosistemas, debido al poco conocimiento de sus funciones y valores (ALFONSO A Y DIPOTET P., 2007), lo cual se agrava por el uso de metodologías de ordenamiento y técnicas de manejo inadecuadas (DUGAN, P., 1992) y la ausencia de una justa valoración económica de los mismos (Constanza, 1998; Pattanayak, 2010).

En relación con todo ello, y debido a que estos paisajes representan un gradiente entre ambientes acuáticos y terrestres, no hay una clasificación universalmente reconocida de los mismos, lo que trae consigo confusiones e inconsistencias en las tareas prácticas de inventario, diagnóstico y manejo (MITSCH&GOSSELINK, 2007). Se aprecia que se han propuesto numerosos sistemas de clasificación de humedales, sobre la base de diversos criterios, pero mayormente pensados para territorios muy específicos, o para aplicaciones o necesidades muy concretas de manejo (GREEN, 1997; WARNER & RUBEC, 1997). También se advierte que la mayoría de los sistemas de

clasificación propuestos se han basado en la vegetación dominante, e implícita o explícitamente asociarla a diferentes escenarios de condiciones ambientales (KEDDY, 2004).

El presente trabajo es la lógica continuación de una etapa anterior, en que numerosas instituciones y especialistas han centrado su atención en el estudio de los paisajes de humedales, en general, y de la provincia de Matanzas, en particular. En función de ello, se ha cumplido primero una ardua revisión documental de los aspectos conceptuales y de los criterios teórico- metodológicos que han sido empleados en el ámbito internacional y nacional sobre clasificación y cartografía de humedales, y posteriormente, mediante un exhaustivo trabajo de campo, y con el apoyo de la Teledetección y el uso de los Sistemas de información geográfica, se ha adoptado un enfoque ecólogo-paisajístico para proponer la Clasificación de los humedales de la provincia de Matanzas, su cartografía y su regionalización.

De esta forma, las aportaciones conceptuales y metodológicas alcanzadas hasta la fecha, han creado una sólida base de partida para la propuesta de una clasificación de humedales basada en el enfoque paisajístico, y su aplicación al caso específico de la provincia de Matanzas (Cuba), dejando abierta amplias posibilidades de extrapolación de esta propuesta en contextos espaciales similares, siempre con su imprescindible adecuación a los mismos.

MARCO CONCEPTUAL-METODOLÓGICO Y ANTECEDENTES

Según la Primera Edición del Larousse, Diccionario Esencias de Geografía (2011), humedal, es el área que está permanentemente saturada de agua, puede ser de agua dulce, fundamentalmente, de la lluvia, ríos, y de agua salada, que suele estar en la costa.

En el Inventario Nacional de Humedales de los Estados Unidos, se define a los humedales como "áreas donde la saturación con agua es el factor dominante que determina la naturaleza del desarrollo del suelo y del tipo de comunidades de plantas y animales que viven en el suelo o en su superficie. La característica, que todos los humedales comparten, es que el suelo está al menos periódicamente saturado o cubierto de agua. Los humedales son áreas de transición entre los sistemas acuáticos y terrestres, donde el nivel freático usualmente está al nivel de superficie o cerca de ésta, o la superficie está cubierta por aguas someras" (USFWS, 1979).

Ramsar (2006), define a los humedales como "Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o

saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad, en marea baja, no exceda de seis metros".

A los efectos de proteger sitios coherentes, estipula que los humedales: "podrán comprender 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, si estos se encuentran dentro del humedal".

La interpretación de este planteamiento de la Convención Ramsar, ha llevado a diferentes especialistas y países, a que erróneamente hayan considerado como humedales zonas bajas de la plataforma costero marinas, lo que, a juicio del autor, no cumple con la integración de los tres índices a partir de los cuales se hace el reconocimiento de un humedal: suelo hidromórfico, vegetación hidrófila y la presencia recurrente del agua, la cual determina los procesos distintivos que lo generan.

Sobre la base de la teoría general de sistemas (BERTALANFTY, 2006, SOCHAVA 1978, IGNATOV 2004, DIAKONOV, 2006), los autores consideran que los humedales son paisajes propios de zonas húmedas, cuyos componentes geográficos, biológicos y socioeconómicos, interactúan continuamente entre sí y con su ambiente para reabastecerse de materia, energía, e información, pero donde el agua constituye el elemento que rige el funcionamiento general. Las interacciones entre estos componentes son probabilísticas y cambiantes en naturaleza, que le permiten mantener la estabilidad del sistema y su resiliencia ante las fuerzas externas. Un hecho distintivo de los paisajes de humedales, como sistema geoecológico, es que pueden adaptarse a cambios internos y a condiciones del ambiente externo y mantener sus funciones ambientales. Sus componentes internos, son capaces de adaptarse a las nuevas situaciones que, producto de fenómenos ocurridos, le obligan a establecer incluso, a veces, nuevas relaciones internas y externas.

Además, se reconoce como aquellos paisajes, en los cuales el relieve posibilita la presencia recurrente del agua y facilita así la ocurrencia de un conjunto de procesos biológicos y químicos, que traen como resultado la existencia de suelos hidromórficos, que sirven de substrato a formaciones vegetales típicas, con una gran diversidad de especies. Estas condiciones favorecen el establecimiento del hábitat ideal para una gran riqueza de especies de flora y fauna específicamente adaptadas, estos paisajes ofrecen un conjunto de servicios ambientales de vital importancia para la sociedad.

Paralelamente, la sociedad ha creado áreas que recrean de manera artificial aquellos beneficios o servicios que naturalmente proveen estos paisajes, como son: producción de arroz, acuicultura, suministro de agua y producción de sal o servicios de purificación de aguas. Estos tipos de paisajes antrópicos son reconocidos también como humedales transformados o antropogénicos. De los cuatro

factores que caracterizan a los humedales, el agua tiene un peso especial, pues ni los sustratos característicos, ni la biota de los humedales, se pueden desarrollar en ausencia de ciertas condiciones hidrológicas

En el contexto del presente trabajo, el concepto “paisaje de humedal” no considera los arrecifes coralinos, pastos marinos, cavernas freáticas y cuencas subterráneas como se podría derivar del concepto de humedal de la Convención Ramsar y otras organizaciones, ya que se entiende que esos paisajes no cumplen con los criterios expuestos para su identificación, aunque como señala Ramsar, resultan “sitios coherentes” con los humedales y están muy interconectados en su funcionamiento y dinámica con los humedales costeros marinos y terrestres.

En la actualidad, existe un creciente interés en perfeccionar el conocimiento de los paisajes de humedales, así como su conservación (ALFONSO & DIPOTET, 2010), se aumentan los esfuerzos para documentar, valorar los bienes y servicios que proporcionan estos paisajes a los seres humanos. El objetivo de la mayoría de las acciones de rehabilitación en estos paisajes se centra en garantizar los servicios ambientales que estos paisajes ofrecen (KOTZE, 2009).

Los humedales cubanos son parte importante e inseparable de la riqueza y diversidad geográfica del archipiélago, desde los estuarios, costas abiertas, ciénagas, llanuras inundables, matorrales y bosques, entre otros, hasta lagunas, canales y ríos. Los “humedales” de origen artificial (a partir de acciones del hombre), también tributan de manera positiva o negativa; según las circunstancias a tal riqueza y diversidad biológica. (CNAP, 2007).

Se destacan los humedales costeros y fluviales cubiertos por manglares, que se localizan en zonas bajas costeras o fluviales acumulativas, cenagosas y en esteros con escurrimientos de agua dulce, sobre depósitos orgánicos, aluviales, aunque también en ambientes salinos como los cayos e islas de la plataforma. Estos ocupan una superficie de 5,321 km² a lo largo de un perímetro costero de cerca de 5,476 Km (CNAP, 2007). Estas importantes formaciones vegetales de humedales están presentes en casi 70% de las costas cubanas, por lo que juegan un papel fundamental en la protección y estabilización de las áreas costeras, así como en su funcionamiento geoecológico. También son importantes zonas de reproducción y cría de especies marinas (CNAP, 2007).

Según Salabarría (2009), las amenazas a los humedales en Cuba son las siguientes:

- Destrucción y modificación de los paisajes de humedales, como resultado fundamentalmente del desarrollo de actividades económicas, construcción de infraestructura vial y relleno de lagunas costeras y áreas de manglar, así como la realización de embalses que han modificado el régimen hídrico y la

dinâmica tanto los sedimentos costeros como los de las cuencas.

- Contaminación por residuales líquidos y sólidos, por las actividades económicas y los asentamientos humanos que utilizan estas áreas para el vertimiento de residuales líquidos y sólidos sin el debido tratamiento por una parte, y por otra, debido a la falta de mantenimiento y a la no ejecución de prácticas de producción y consumo sustentable.
- Explotación inadecuada de recursos naturales, que sobrepasan los límites de uso de los mismos, lo que trae problemas de salinización, deforestación y, por tanto, problemas en el funcionamiento del paisaje.
- Introducción de especies exóticas, bajo la justificación del incremento y diversificación de fuentes de alimentación, o como elemento decorativo, lo que ha traído como consecuencia la introducción de especies invasoras sin la evaluación ambiental necesaria, en detrimento de las especies autóctonas y de la integridad de la diversidad biológica.
- Inadecuada planificación del desarrollo, que no ha tenido en cuenta la existencia de los servicios ambientales que prestan estos paisajes naturales a la sociedad en su funcionamiento, variable que no ha sido incorporada en los modelos de ordenamiento ambiental.

En el caso específico de la provincia de Matanzas, un rasgo significativo de este territorio, es precisamente el predominio espacial de los paisajes de humedales, que originan zonas de transición o ecotonos paisajísticos. Este rasgo se hace muy evidente tanto en la zona del litoral Norte desde el Centro hasta el Este, como en todo el Sur de la provincia, en la que aparecen fajas de paisajes pantanosos en superficies bajas o muy bajas, paralelas a la costa, así como que la enorme extensión y particulares condiciones de formación y desarrollo de la región de Zapata, todo lo cual le concede a esta provincia de Matanzas una singularidad geográfica, y una región clásica para los estudios de los humedales, lo que no debe pasar por alto (CABRERA, 1996), y de hecho constituye el centro de atención del presente trabajo.

Con respecto a los antecedentes de clasificación de los humedales destaca la propuesta formulada por Cowardin (1979), que se ha usado exitosamente por más de veinte años en el inventario de humedales de los Estados Unidos y se considera uno de los sistemas de clasificación más incluyente y versátil (FINLAYSON & VAN DER VALK, 1995). 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 & GOSSELINK, 2007).

La estructura de esta clasificación es jerárquica y se subdivide de acuerdo al régimen

hidrológico y al tipo de vegetación presente, y progresa desde los niveles más generales, tales como sistemas y subsistemas, hasta llegar a categorías más específicas, denominadas clases. El término sistema se refiere a un complejo de tipos de paisajes de humedales que comparten la influencia de factores hidrológicos, geomorfológicos o biológicos similares. El subsistema se refiere al régimen hidrológico y la clase describe la apariencia general del hábitat en términos de vegetación dominante y fisiografía del sustrato. Dentro de esta clasificación se consideran cinco sistemas que corresponden a los diferentes cuerpos de agua: marino, estuarino, lacustre, palustre y ribertino (COWARDIN, 1979).

Por otro lado, un ejemplo de clasificación con un fuerte sustento ambiental es la de Warner y Rubec (1997), quienes consideran que la clasificación de Cowardin (1979) es de poca utilidad para inventariar los humedales canadienses ya que más de 95% de éstos corresponden al sistema palustre, escasamente diferenciado en el caso 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, 1999).

Aunque es una tarea difícil dada su diversidad, se hace necesario contar con sistemas de clasificación compatibles al nivel global que proporcionen una terminología comprensible para la investigación y para los proyectos de conservación de humedales con dimensión internacional y que brinden también una estructura para la implementación de instrumentos legales internacionales para su conservación, que apoye la diseminación de información entre individuos e instituciones (SCOTT & JONES, 1995). 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 casos, es evidente la ambigüedad. Igualmente, 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 la clasificación (SEMENIUK&SEMENIUK, 1997).

Según Ramsar, se reconoce cinco tipos de humedales principales (RAMSAR 2006): Marinos (costas, lagunas costeras, costas acantiladas y arrecifes de coral). Estuarinos (deltas, marismas de marea y manglares); Lacustres (lagos); Ribereños (ríos y arroyos); y Palustres (marismas, pantanos y ciénagas). Además, reconoce humedales artificiales, a los estanques de cría de peces y camarones, salinas, embalses, piletas de aguas residuales y canales.

A pesar de sus limitaciones, la clasificación de Ramsar ha posibilitado 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 (SCOTT & JONES, 1995).

Una alternativa a las clasificaciones "inherentemente biológicas" es la propuesta geomorfológica (SEMENIUK&SEMENIUK, 1995), la cual destaca 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 y se reduce 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&SEMENIUK, 1995; 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. (BERLANGA-ROBLES, 2008).

En Costa Rica, se desarrolló una clasificación paisajística en la cual los humedales se clasifican en 12 categorías con base en unidades de paisaje y sus relaciones funcionales. Aquí se entiende al paisaje como la expresión perceptible u observable del espacio geográfico por medios directos, que captan las características temporales y dinámicas de los ecosistemas naturales y culturales (BERLANGA-ROBLES, 2008).

Por otra parte, la propuesta de Bravo y Windevoxhel (1997) no establece los atributos estructurales y funcionales para identificar cada una de las categorías utilizadas. Su descripción está hecha principalmente sobre propiedades físicas, químicas o biológicas que son poco o no observables en escalas espaciales amplias (BERLANGA-ROBLES, 2008), y no usa la acepción geocológica del paisaje.

Neiff (2000), realiza una propuesta de naturaleza fisiográfica y dinámica, que contempla como parámetros, el marco geomorfológico y la relación del anegamiento con los sistemas vinculados al humedal y los clasifica en Continentales: Lagos y lagunas someras, espiras de meandro en planicies fluviales, charcas, bañados de pastos cortos, bañados con praderas de plantas altas y tiernas, turberas,

pajonales, bañados con palmas, bañados con bosques de galería, y Marinos: Playas marinas, manglares, marismas, albuferas y arrecifes de coral.

En España, se genera una clasificación genético-funcional para identificación de los humedales y lagos de Andalucía, la cual se presenta en el Plan Andaluz de Humedales (2007), en el cual los autores se auxilian de los sistemas morfogenéticos de relieve, procesos morfodinámicos y el modo de alimentación hídrica e hidropérido, separándolos en tres tipos: continentales, litorales y antrópicos, dentro de los cuales se dividen los continentales en humedales de cordilleras, de sierra y de depresiones, los humedales litorales en litoral y bético y los humedales antrópicos en artificiales y culturales.

En China se han clasificado los humedales en tres clases: costeros, interiores y artificiales, que se dividen en cinco subclases cada uno (GONG, 2010). Aquí han primado varios criterios como: posición de acuerdo a la frontera tierra-mar y la génesis de éstos.

En Estados Unidos, se desarrolló también una propuesta de clasificación hidrogeomorfológica, que incorporan aspectos no considerados en la clasificación de Cowardin, que es la que sustenta el Inventario Nacional de Humedales de este país, ni en la de Warner y Rubec en Canadá, como son: fuentes y regímenes de agua, diferencias morfométricas del relieve, posición de la geoforma en el paisaje y aunque en este caso no se realiza un análisis geocológico, son elementos que aportan información en relación con el funcionamiento del humedal y ayuda a diferenciar lo tipos de humedales, que se habían obtenido anteriormente en los Estados Unidos (BROOKS, 2011).

En México, Priego y Bocco (2008) realizaron una propuesta de Clasificación de Humedales de la Costa del Golfo de México para las escalas 1:25 000-1:50 000, en que sub-dividen las unidades superiores y las unidades inferiores y se toma en consideración el carácter acuático o subaéreo de las áreas, su sectorialidad, morfogénesis, clima, pendiente, periodicidad de la inundación y características edafobiogénicos de los paisajes.

Para el caso específico de la provincia de Matanzas (Cuba), Cabrera y Soto (1994) proponen una primera clasificación genética de los paisajes de los humedales, en la cual se definen cuatro tipos principales:

- Formados en sistemas de grandes depresiones estructuro geomorfogénicas interconectadas entre sí y con el mar.
- Formados en litorales bajos con marcada influencia marina
- Formados en pequeñas depresiones y lagunas, generalmente asociadas a procesos cársicos

litorales.

- Formados en tramos costeros bajos en que los ríos desembocan e interactúan con el mar.

Haciendo un análisis general, los autores consideran que todas las anteriores clasificaciones no logran un adecuado enfoque sistémico, a excepción de la propuesta por Cabrera y Soto (1994), aunque en este caso no se consideró el régimen de inundación, que es fundamental en el entendimiento de la dinámica-funcional, y no se distinguieron las unidades tipológicas más pequeñas, además de que no incluirse claramente a los paisajes transicionales, los cuales juegan un papel muy importante desde el punto de vista geocológico. En el caso de la clasificación propuesta por Priego y Bocco (2008), es positiva la incorporación de aspectos importantes como la morfogénesis, régimen de inundación, y aspectos edafobiogénicos, pero incluye apreciaciones conceptuales muy particulares, como es considerar costas acantiladas, lomeríos y colinas, así como evaluar áreas con pendientes muy fuertes, con las cuales no concuerdan los autores, a partir de la concepción de humedal que se adopta.

Es evidente que la mayoría de los sistemas de clasificación de humedales consultados, como tendencia general, distinguen a los diferentes tipos de humedales, a través de aspectos morfológicos, genéticos o funcionales, pero vistos por separados, y no se logra una visión realmente sistémica y compleja.

PROPUESTA DE CLASIFICACIÓN DE LOS HUMEDALES Y SU APLICACIÓN AL CASO DE LA PROVINCIA DE MATANZAS (CUBA)

La propuesta de clasificación de humedales que presentamos se distingue por su enfoque geocológico, basado en los atributos estructurales y dinámico-funcionales de los paisajes.

La hipótesis que se defiende es que esta clasificación de los humedales, sobre la base del enfoque de paisajes, facilita sistematizar los conocimientos, a través de su inventario, clasificación y cartografía, y a partir de sus atributos estructurales y dinámicos funcionales, y su evaluación ambiental, puede constituirse en una potente herramienta teórico-metodológica y aplicada, orientada hacia la solución de los problemas del ordenamiento territorial y la optimización de las unidades espaciales concretas.

Se define la Clasificación de humedales como la asignación de categorías espaciales dentro de un sistema jerárquico, que se distingue por una combinación de atributos físicos y/o biológicos. La meta global de la clasificación es reducir la variabilidad dentro de clases, causada por diferencias naturales relacionadas con factores tales como geología, geomorfología, hidrología, suelo, vegetación,

funcionamiento, etc. De esta manera, la Clasificación puede ser muy útil para la generación e implementación de políticas ambientales (ALFONSO & DIPOTET, 2009).

Sobre la base del conocimiento de los paisajes de la provincia, se ha propuesto una clasificación que, en esencia, identifica los paisajes de humedales, como sistemas naturales repetibles, caracterizados por la unidad dialéctica de sus componentes (ALFONSO & DIPOTET, 2009). Los índices diagnósticos definidos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Índices usados para la clasificación de humedales de la provincia de Matanzas.

Niveles taxonómicos	Naturaleza	Morfo-estructura	Génesis	Condiciones climáticas	Régimen de inundación	Suelo	Relieve	Formación vegetal	Especie vegetal dominantes
Clases	X								
Tipos		X	X	X					
Grupos		X	X		X	X	X	X	
Especies		X	X		X	X	X	X	X

Fuente: Elaborado por el autor.

En esta clasificación de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas se proponen dos clases y seis tipos que son:

Clases

- Naturales
- Transformados

Tipos

- Humedales en llanuras marinas con clima cálido y poco lluvioso, donde la dinámica de los sedimentos está vinculados al régimen de las mareas y las corrientes, procesos naturales vitales en su formación y desarrollo.
- Humedales en llanuras lacuno palustres, desarrolladas en depresiones tectónicas con clima muy cálido e invierno notable, y medianamente lluvioso, en que predomina la acumulación de agua y sedimentos de origen biogénicos.

- Humedales en llanuras semipantanosas transicionales, con clima cálido, poco a medianamente lluvioso, localizadas entre las llanuras cársicas interiores y llanuras marinas con depósitos lacuno-palustres en depresiones tectónicas, lo que condicionan los flujos de agua y sedimentos hacia los paisajes ubicados en las áreas contiguas más bajas.
- Humedales en llanuras fluviales y deltaicas, con predominio de clima muy cálido e invierno notable y medianamente lluvioso, en los que la combinación de los procesos fluviales y marinos contribuyen al aporte y distribución de sedimentos.
- Humedales en llanuras marinas litorales y sublitorales cársico acumulativos, con clima cálido e invierno notable, poco a medianamente lluvioso, que son el resultado de procesos de disolución cársica, donde ocurren procesos secundarios de empantanamiento.
- Humedales transformados. Estos han evolucionado a partir de paisajes naturales con una fuerte influencia humana. Pueden localizarse en llanuras marinas litorales y sublitorales, llanuras fluvio marinas, llanuras cársicas o llanuras denudativas interiores. Constituyen el resultado de la creación, por parte de la sociedad para beneficio propio, de áreas que ofrecen de manera intensiva, algunos de los servicios ambientales que brindan los paisajes de humedales naturales.

Clase	Tipo	Grupo	Genero
Humedales Naturales	<p>A</p> <p>Humedales en llanuras marinas costeras con clima cálido y poco lluvioso.</p>	<p>A.I Humedales en llanura pantanosa insular (cayos) entre 0 y 1 m, sobre depósitos lacuno-palustres y biogénicos con predominio de suelos hidromórficos (Histosoles), de permanente a temporalmente inundados, con vegetación de manglar y saladar.</p>	<p>A.I.1 Superficies pantanosas costeras, muy bajas y aplanadas entre 0.5 y 1 metro, sobre depósitos biogénico-palustres con suelos hidromórficos (histosol fibrico), permanente inundados bajo régimen de mareas, cubiertos con por manglares con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>A.I.2 Superficies pantanosas, muy bajas y aplanadas entre 0.5 y 1 metro, sobre depósitos palustres con suelos poco desarrollados y salinos, entre estacionalmente y ocasionalmente inundados con vegetación de saladar con predominio de <i>Batis maritima</i>.</p> <p>A.I.3 Lagunas someras entre 0 y 1 metro, redondeadas y rodeadas por mangle, con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p>

		<p>A.II Llanuras litorales y sublitorales pantanosas bajas (hasta 2 metros) sobre depósitos palustres, y sedimentos marinos finos, con predominio de suelos hidromórficos costeros (Histosoles), frecuentemente inundados, con vegetación de manglar, saladar, herbazal de ciénaga y bosque de ciénaga.</p>	<p>A.II.1 Superficies pantanosas costeras, muy baja entre 0.5 y 1 metro, sobre depósitos lacuno-palustres con predominio de suelos hidromórficos permanentemente inundados, cubiertos por manglares con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>A.II.2 Faja pantanosa baja entre 1 y 4 metros, sobre depósitos carbonatados con vertisuelos cubiertos por manglares con predominio de <i>Avicenia germinans</i>.</p> <p>A.II.3 Faja semipantanosas acumulativo-abrasiva y pantanoso marinas, sobre depósitos palustres, con vertisuelos y suelos salinos, estacionalmente u ocasionalmente inundados con predominio de <i>Batis marítima</i> y <i>Distichlis spicata</i>.</p> <p>A.II.4 Lagunas costeras someras entre 0.5 y 1 metro, sobre depósitos lacuno-palustres rodeadas de manglares, con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>A.II.5 Superficies pantanosas costeras, muy bajas hasta 1 metro sobre depósitos palustres y biogénicos, con predominio de suelos hidromórficos estacionalmente inundados, cubiertos por herbazal de ciénaga, con predominio de <i>Claudia jamaicensis</i> en partes <i>Acoelorrhaphe wrightii</i>.</p> <p>A.II.6 Superficies pantanosas costera entre 1 y 2 metros sobre depósitos palustres y biogénicos, con predominio de suelos hidromórficos ocasionalmente inundados, cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i>.</p> <p>A.II.7 Superficie semipantanosas subcostera (entre 1 y 2 metros), sobre depósitos palustres, carbonatados, con predominio de vertisuelos y en partes suelos hidromórficos, estacionalmente inundados cubiertos por herbazal de ciénaga, con predominio de <i>Claudia jamaicensis</i>.</p>
--	--	--	---

	<p>B Humedales en llanuras lacuno palustres desarrolladas en depresiones tectónicas con clima muy cálido e invierno notable, medianamente lluvioso.</p>	<p>B.III Llanuras pantanosas entre 2 y 4 metros en grandes depresiones tectónicas (graben) sobre depósitos biogénicos y suelos hidromórficos estacionalmente inundados cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga y, en partes, bosques de ciénaga</p>	<p>B.III.1 Superficie pantanosa en depresión tectónica sobre depósitos biogénicos, con suelos hidromórficos, frecuentemente inundados cubierto por manglar con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>B.III.2.- Superficie pantanosa en depresión tectónica sobre depósitos biogénicos, con suelos hidromórficos, temporalmente inundados cubiertos por herbazal de ciénaga con predominio de <i>Claudia jamaicensis</i> en partes <i>Acoelorrhaphe wrightii</i>, <i>Ilex cassine</i> y <i>Myrica cerifera</i>.</p> <p>B.III.3.- Superficie pantanosa en depresión tectónica sobre depósitos biogénicos, con suelos hidromórficos, ocasionalmente inundados cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i>.</p>
		<p>B.IV Llanuras pantanosas entre 2 y 3 metros en bloque horts sobre depósitos biogénicos y suelos hidromórficos estacionalmente inundados cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga y, en partes, bosques de ciénaga</p>	<p>B.IV.1 Superficies pantanosas en bloque hórstico sobre depósitos biogénicos con predominio de suelo hidromórficos y vertisuelos, poco desarrollados, temporalmente inundados, cubiertos por herbazal de ciénaga con predominio de <i>Claudia jamaicensis</i> en partes <i>Acoelorrhaphe wrightii</i>, <i>Ilex cassine</i> y <i>Myrica cerifera</i>.</p> <p>B.IV.2 Superficies pantanosas en bloque hórstico sobre depósitos biogénicos con predominio de suelos hidromórficos húmicos calcimórfico ferralíticos (histosol fíbrico), temporalmente inundados, cubierto por manglar con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>B.IV.3 Superficie pantanosa en bloque hórstico, con suelos hidromórficos húmicos calcimórficos ferralíticos, ocasionalmente inundados, cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i>.</p>
		<p>B.V Llanuras cársicas pantanosas y aplanadas bajas o muy bajas entre 0 y 2 metros, sobre depósitos biogénicos y lacuno palustres bajas con la</p>	<p>B.V.1 Superficies pantanosas abrasivas acumulativas bajas y aplanadas con presencia de procesos cársicos con predominio de hidromórficos (histosol fíbrico) con afloramientos rocosos y microformas disolutivas cársicas de frecuentemente a estacionalmente inundados, cubiertos por</p>

		<p>existencia de formas abrasivo acumulativas cársicas y predominio de suelos hidromórficos y poco desarrollados que van de estacionalmente a ocasionalmente inundados cubierto por manglares, herbazales de ciénaga y saladares.</p>	<p>manglares achaparrados con predominio de <i>Conocarpus erecta</i>.</p> <p>B.V.2 Superficies semipantanosas bajas o muy bajas de 1 a 2 metros sobre depositos biogénicos o carbonatado con suelo hidromórfico (histosol fíbrico) de frecuentemente a estacionalmente inundada, con vegetación de manglar achaparrado con predominio de <i>Conocarpus erecta</i>.</p> <p>B.V.3 Superficie semipantanosas bajas o muy bajas de 1 a 2 metros con suelo hidromórficos (histosol fíbrico) estacionalmente inundada, con vegetación de herbazal de ciénaga con predominio de <i>Claudia Jaimacensis</i>, en partes <i>Acoelorrhapha wrightii</i>, <i>Ilex cassine</i> y <i>Eleocharis celulosa</i>.</p> <p>B.V.4 Superficies semipantanosas bajas o muy bajas entre 0 y 1 metros sobre depósitos biogénicos con suelos hidromórficos (histosol fíbrico) vegetación de herbazal de ciénaga con predominio de <i>Claudia Jaimacensis</i> y en partes <i>Acoelorrhapha wrightii</i></p> <p>B.V.5 Superficies pantanosas y lacuno palustres en partes abrasivas acumulativas con débiles procesos cársicos muy bajas y aplanadas con predominio de suelos hidromórficos (histosol fíbrico) con afloramientos rocosos y microformas disolutivas cársicas de estacionalmente a ocasionalmente inundados, cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i>.</p>
		<p>B.VI. Humedales sobre superficies cársicas pantanosas bajas y aplanadas, sobre depósitos biogénicos, lacuno palustres y en partes carbonatados con la existencia de formas abrasivo acumulativas cársicas y predominio de suelos hidromórficos y poco desarrollados que van de</p>	<p>B.VI.1 Superficies pantanosas abrasivas acumulativas bajas y aplanadas con presencia de procesos cársicos con predominio de hidromórficos (histosol fíbrico) con afloramientos rocosos y microformas disolutivas cársicas de frecuentemente a estacionalmente inundados, cubiertos por manglares achaparrados con predominio de <i>Conocarpus erecta</i>.</p> <p>B.VI.2 Superficies pantanosas bajas en partes abrasivas acumulativas con débiles procesos cársicos muy bajas y aplanadas con predominio de suelos hidromórficos, vertisuelos (histosol fíbrico) con afloramientos rocosos y microformas disolutivas cársicas estacionalmente inundados,</p>

		<p>estacionalmente a ocasionalmente inundados cubierto por manglares, herbazales de ciénaga y saladares</p>	<p>cubiertos por herbazales de ciénaga con predominio de <i>Claudia Jaimacensis</i>, <i>Eleocharis celulosa</i>, <i>Acoelorrhaphe wrightii</i> e <i>Ilex cassine</i>.</p> <p>B.VI.3 Superficies pantanosas costera y subcostera en partes abrasivas acumulativas, con suelos poco desarrollados (histosol fábriico e histosol sáprico) que van de estacionalmente a ocasionalmente inundados, con saladares con predominio de <i>Batis maritima</i> y <i>Distichlis spicata</i>.</p> <p>B.VI.4 Superficies pantanosas y lacuno palustres en partes abrasivas acumulativas con débiles procesos cársicos muy bajas y aplanadas con predominio de hidromórficos (histosol fábriico) con afloramientos rocosos y microformas disolutivas cársicas de estacionalmente a ocasionalmente inundados, cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i> y <i>Bucida spinosa</i>.</p>
	<p>C Humedales en llanuras semipantanosas transicionales, con clima cálido de poco a medianamente lluvioso</p>	<p>C.VI Humedales en llanuras transicionales semipantanosas entre 1 y 20 m., sobre depósitos arcillosos o rocas carbonatadas de las formaciones transgresivo marinas con predominio de suelo húmico (ferralíticos, hidromórficos e histosoles) poco inundados, cubiertos por manglar, herbazal de ciénaga y bosque de ciénaga típico.</p>	<p>C.VI.1 Fajas sublitorales del litoral Norte, con hasta 6 metros, suelos ferralítico, pardos y vertisuelos, medianamente profundo, ocasionalmente inundadas con bosque semideciduo mesófilo de humedad fluctuante, vegetación secundaria y cultivos.</p> <p>C.VI.2 Faja pantanosa trancisional con hasta 20 metros, localizada entre la llanura cársica y la depresión tectónica, sobre depósitos biogénicos carbonatados, con suelos hidromórficos e húmicos calcimórfico ocasionalmente inundados, con bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Reistonea regia</i>.</p> <p>C.VI.3 Faja transicional que bordea la llanura cársicas interior, con hasta 3 metros, sobre depósitos carbonatados con suelos húmicos calcimórficos hidromórficos poco desarrollado (histosol sáprico, gley húmico e hidromorcálcico), ocasionalmente inundados con bosques de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i> y <i>Bucida spinosa</i>.</p> <p>C.VI.4 Faja transicional que atraviesa la parte baja llanura cársica interior occidental, entre 2 y 4 metros, sobre depósitos carbonatados y biogénicos con suelos húmico calcimórfico, poco desarrollados e hidromórficos (histosol sáprico, gley húmico e hidromorcálcico), estacionalmente</p>

			inundadas con bosques siempreverde de ciénaga bajo de <i>Bucida palustris</i> y <i>Bucida spinosa</i> .
D Humedales en llanuras fluviales y deltaicas, con predominio de clima muy cálido e invierno notable y medianamente lluvioso.	D.VII Humedales en llanuras fluviomarina acumulativas y pantanosa y en valles fluviales erosivos acumulativos entre 0 y 3 m., sobre depósitos biogénicos y aluviomarinicos con predominio de suelos hidromórficos, oscuros plásticos y aluvial (Pardos sialíticos y en partes histosol), de permanente a poco inundados con vegetación de manglar, herbazal de ciénaga, bosques degradados, vegetación secundaria y cultivos.	<p>D.VII.1 Superficies fluviomarina muy bajas entre 1 y 2 metros, sobre depósitos cuaternarios biogénicos, con suelos hidromórficos permanente o frecuentemente inundado, cubierto por manglar con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>D.VII.2 Superficie fluviomarina, pantanosas muy bajas entre 0.5 a 1 metros sobre depósitos biogénicos con suelos hidromórficos (histosol fábriico), estacionalmente inundados, cubierto por herbazal de ciénaga con predominio de <i>Claudia jamaicensis</i> y en partes <i>Typha dominguensis</i>.</p> <p>D.VII.3 Superficie fluviomarina, pantanosas bajas entre 1 y 3 metros, sobre depósitos cuaternarios biogénicos, con suelos hidromórficos (histosol fábriico) poco inundados, cubiertos por bosque de ciénaga típico con predominio de <i>Bucida palustris</i>.</p> <p>D.VII.4 Valles fluviales erosivo-acumulativos entre 2 y 3 metros de altura, sobre depósitos biogénicos y aluvio marinos con predominio de suelos oscuros plástico gleyzado aluvial (pardo gleyzoso, pardos e histosol fábriico), que pueden ser de permanente a poco inundados, cubiertos en partes por manglares, bosques degradados con predominio de <i>Reistonea regia</i>, vegetación secundaria y cultivos.</p>	
E Humedales formados en llanuras marinas litorales, sublitorales, con clima cálido e invierno notable, poco a	E.VIII Humedales en depresiones cársicas, tectónicas acumulativas y en grietas longitudinales alargadas entre 0 y 40 m., sobre depósitos cuaternarios palustres, cuaternarios biogénicos y carbonatados con acumulación con suelos hidromórficos, húmicos calcimórfico, poco	<p>E.VIII.1 Lagunas en depresiones cársicas acumulativas costeras y fluviomarinas, con acumulación fangosa entre 0.5 y 2 metros de altura, suelos hidromórficos, vertisuelos o suelos poco desarrollados poco profundos, permanentemente o estacionalmente inundadas con vegetación con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>E.VIII.2 Lagunas en depresiones en el interior de superficie semipantanosas bajas o muy bajas entre 2 y 3 metros o al borde de la llanura abrasivo acumulativa entre 3 y 4 metros con procesos débiles de empantanamiento, con suelos hidromórficos, poco desarrollados de</p>	

	<p>medianamente lluvioso</p>	<p>desarrollados, que van de permanente inundados a poco inundados, cubiertos por herbazal de ciénaga, bosques siempre verdes de ciénaga típico y vegetación secundaria</p>	<p>permanente a estacionalmente inundadas, con vegetación de manglar con predominio de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>E.VIII.3 Lagunas en depresiones en grietas longitudinales alargadas sobre depósitos carbonatados en el interior de planicies cársicas semipantanosas acumulativa abrasiva a pantanoso marinas entre 2 y 4 metros con suelos poco desarrollados húmicos calcimórficos, rodeadas por bosques de ciénaga típico, manglares y herbazal de ciénaga.</p> <p>E.VIII.4 Lagunas en depresiones tectónicas entre 1 y 4 metros sobre depósitos biogénicos permanentemente inundadas, rodeadas por herbazal de ciénaga con predominio <i>Claudia jamaicensis</i> y manglar de <i>Rizophora mangle</i>.</p> <p>E.VIII.5 Lagunas en depresiones en el interior de la llanura cársica central hasta 40 metros sobre depósitos biogénicos o carbonatados, con suelos hidromórficos y lagunas estacionalmente inundadas rodeados de herbazal de ciénaga con predominio de <i>Typha dominguensis</i> y/o vegetación secundaria.</p>
<p>Humedales Transformados</p>	<p>F Humedales productivos y/o servicios</p>	<p>F.IX Humedales artificiales sobre llanura litoral marina, roja interior, denudativas central, valles fluviales y llanuras litorales, sobre antrosol donde la estructura vertical del paisaje ha sido casi removida totalmente.</p>	<p>F.IX.1 Embalses, canales, polders.</p> <p>F.IX.2 Sistemas de tratamiento de residuales</p> <p>F.IX.3 Arroceras</p> <p>F.IX.4 Salinas</p>

CARTOGRAFÍA APLICADA A LOS PAISAJES DE HUMEDALES DE LA PROVINCIA DE MATANZAS

Para lograr la sistematización científica de los conocimientos sobre los paisajes de humedales de Matanzas, se propone su tipología que, en esencia, consiste en la determinación de los tipos de paisajes considerados como unidades territoriales repetibles y caracterizadas por la unidad dialéctica de sus componentes. En esta tipología, se ha adoptado cuatro unidades taxonómicas: clases, tipos, grupos y especies.

Las clases se distinguen a partir de la naturaleza y génesis primaria. Los tipos se corresponden con elementos de morfoestructura y clima, los grupos se identifican de acuerdo al relieve, agrupamiento de suelos, régimen de inundación y formación vegetal y las especies, unidad taxonómica más detallada, se distinguen de acuerdo a la forma del relieve, tipo de suelo, régimen de inundación y la formación vegetal, donde se especifica si existen especies dominantes.

En muchos países se utiliza sistemas automatizados, con tecnología de avanzada en la cartografía de los paisajes (MATEO, 2002; PRIEGO, 2008; CAMARGO, 2008; CRONEMBERGER, 2012.; VICENS & MATEO, 2012).

En el trabajo, “Paisajes y ordenamiento territorial: obtención del mapa de paisajes del estado de Hidalgo en México a escala media con el apoyo de los SIG” (SALINAS & QUINTELA, 2001), se muestra los procedimientos adoptados para la realización del mapa de paisaje con el empleo de los SIG. Por su estructura y propuesta de síntesis de la información, así como por los aspectos que trata, esa contribución apoya la base metodológica utilizada en este trabajo.

Por otra parte, la “Propuesta para la generación de unidades de paisajes de manera semi-automatizada.”(PRIEGO, 2008), formula los fundamentos y métodos para el desarrollo de la cartografía de paisajes a partir de un levantamiento integral de componentes naturales.

En el trabajo, “Diseño metodológico para la elaboración de mapas de paisajes con el uso de los SIG: aplicación a la cuenca alta del río Cauto, Cuba” (RAMÓN, 2009), muestra una plataforma metodológica general para la realización del levantamiento de las unidades de paisajes desde la perspectiva de la Geoeología de los paisajes, con la utilización de los SIG, y plantea un esquema tecnológico muy provechoso que sirve de guía general para trabajos de este tipo.

De este análisis el autor concluye que, aunque las metodologías analizadas responden a la delimitación de unidades de paisaje, tienen que adaptarse a las necesidades concretas de la cartografía de los humedales; que llevan implícitas algunos análisis no que son necesarios ejecutar para mapificar

los humedales, como disección horizontal y vertical, pero; incuestionablemente sirven de antecedentes metodológicos.

En la actualidad, existen numerosos sensores remotos con resolución espacial media que se pueden utilizar para cartografiar con precisión los tipos de humedales. Los sensores como Landsat y SPOT, han cartografiado y monitoreado humedales por más de 20 años (RODRÍGUEZ & SOUZA-FILHO, 2011). Una buena opción para la cartografía de los paisajes de humedales es usar de manera combinada los SIG y las imágenes satelitales (FROHN, 2010; GRAPENTINE & KOWALSKI, 2010; ROVER, 2011).

Para la elaboración del mapa de paisajes de los humedales de la provincia de Matanzas a escala 1:100 000, se partió de la elaboración de un modelo digital del terreno (MDT) (COWARDIN 1979; RAMÓN, 2009). Se generó un modelo digital del terreno a escala 1: 100 000, ya que estos geosistemas ocupan niveles hipsométricos muy bajos y era necesario obtener un mayor grado de detalle que el aportado por el MDT a escala 1: 250 000 generado por el grupo empresarial Geocuba para nuestro país. Esta información se integró a la tributada por el STR (Shuttle Radar Topography Mission), para facilitar la delimitación de los pisos altimétricos, lo que facilitó una mejor diferenciación como resultado final. Se reclasificó el modelo obtenido para obtener los rangos del relieve (IGT, 2013) y seguidamente se procedió a estudiar la composición litológica, tipos de relieve, que junto a las principales características climáticas (anexo 3), permiten caracterizar este nivel taxonómico de paisaje. Los insumos utilizados fueron los mapas digitales de geología del Instituto de Geología y Paleontología a escala 1:100 000, y el geomorfológico de Matanzas a escala, 1:200 000, para lo cual se homogeneizó la escala de trabajo, y la integración de esta información con el uso del ArcGIS Desktop 10.1.

A continuación la primera acción consistió en convertir las capas “raster” obtenidas en polígonos y se realizó el cálculo del área mínima cartografiable y se eliminan los polígonos que están por debajo del área mínima. Seguidamente, y con el objetivo de lograr una mayor limpieza de la categoría obtenida, se eliminaron los ruidos del resultado de la reclasificación, y se obtuvo la capa de tipos de paisajes de humedales.

Por la baja posición hipsométrica mencionada en páginas anteriores, en el caso de los humedales de Matanzas, no fue necesaria la realización de mapas de disección vertical y horizontal, como es común en la metodología citada, para la realización de mapas de paisaje.

En la obtención de la siguiente categoría taxonómica, los grupos, se incluye nueva información digital, el Mapa hidrológico 1:100 000 de la Dirección de Recursos Hidráulicos de Matanzas, Mapa de suelos

1: 25 000 del Departamento de suelos del MINAGRI en Matanzas, y el Mapa de formaciones vegetales de Cuba a escala 1:100 000 (ESTRADA, 2013).

Toda la información de los mapas mencionados se integró con el apoyo del GIS, con la capa tipos de humedales y con el mismo procedimiento explicado se obtiene la capa grupos de paisajes de humedales.

Por último, para el logro de la categoría jerárquica más pequeña, la especie, se procedió a integrar la capa grupos de paisajes de humedales, con los datos de agrupamiento de suelos, regímenes de inundación y especies vegetales dominantes; para de esta forma lograr la mayor diferenciación de los paisajes de humedales. A continuación se aplica las operaciones correspondientes para lograr la corrección de los resultados y se procede a la edición del mapa de los paisajes de los humedales de la provincia de Matanzas (Anexo 6).

Se utilizó para apoyar la identificación de los paisajes de humedales, la clasificación orientada a objeto de imágenes satelitales. La importancia de la segmentación y el procesamiento de la imagen, con la aplicación de la clasificación orientada a objeto para identificar humedales ha sido probada con éxito (Frohn, 2009) y para este trabajo, fue procesada por el programa de clasificación de imágenes “Definies Developer”, mediante la clasificación de los paisajes de humedales propuesta. Este es un sistema computacional que realiza tareas de interpretación de imágenes de sensores remotos, con la aplicación de la segmentación en múltiple resolución, clasificación orientada a objeto y jerarquización de decisiones (CRONEMBERG, 2012).

De esta forma, se elaboró una clasificación supervisada orientada a objeto, de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas, agrupándolas en las categorías ya identificadas, a partir de la misma estructura de datos. Se adoptó tres niveles de segmentación en un análisis de arriba abajo (top down), para definir las grandes unidades. Se tomó en consideración la clasificación propuesta, con el uso de la escala 1:100 000 para la definición de los tipos de humedales, con la indicación al sistema de los principales atributos inherentes a los paisajes de humedales que se deben seleccionar, principalmente litología, morfoestructura y altura del terreno (ALFONSO, 2012). A este proceso, en esta técnica, se denomina regla de clasificación.

En el segundo nivel, fueron definidos los grupos, para ello se utilizó los resultados del análisis anterior, y se incorporó otros atributos de los humedales a la regla de clasificación para su reconocimiento. Ellos son: régimen de humedecimiento, agrupamiento de suelos y formaciones vegetales, con lo que se obtiene mayor nivel de detalle.

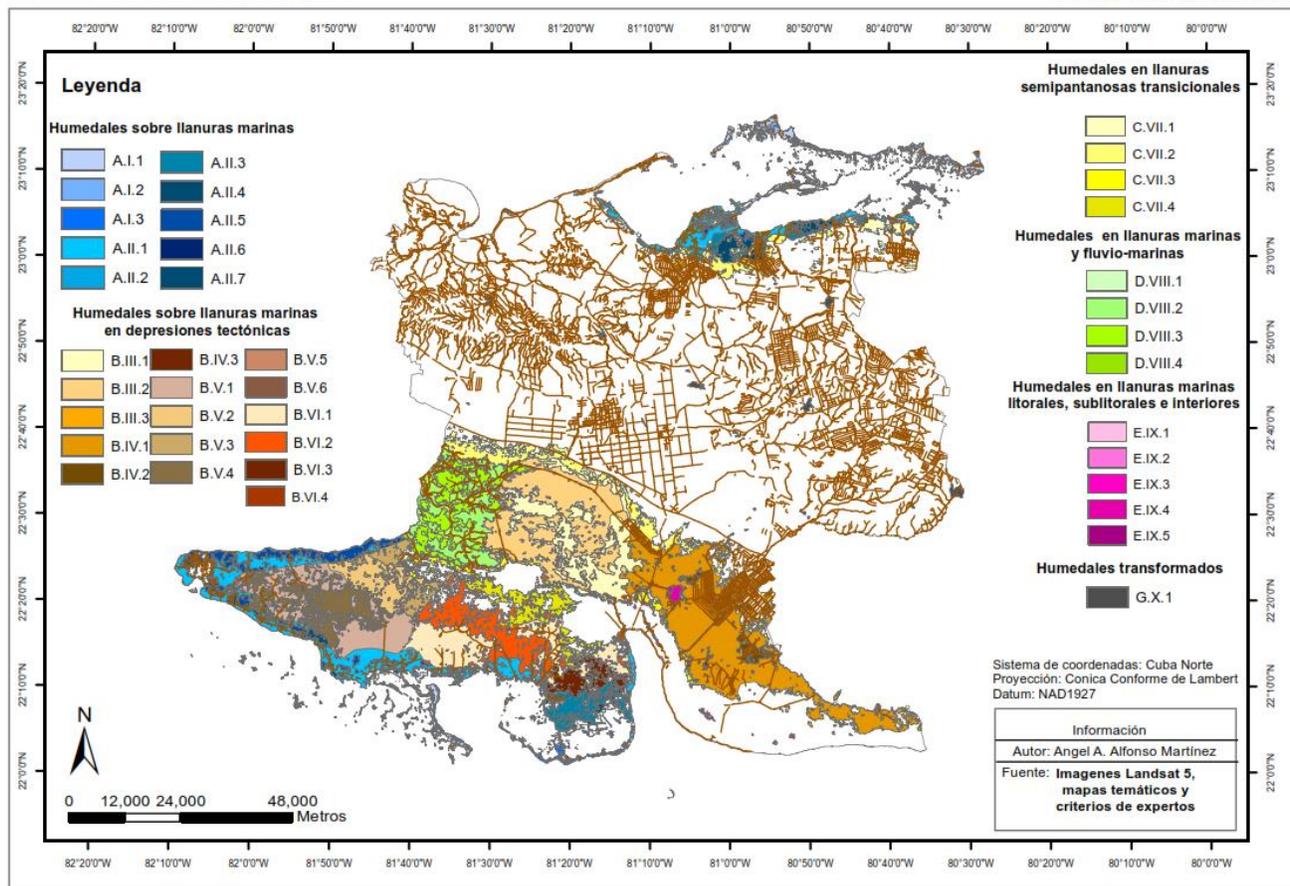
Por último, en el tercer nivel de segmentación, para obtener mayor precisión para las especies de paisaje y con una nueva regla de clasificación para esta unidad taxonómica, se agrega las capas tipos y grupos de paisajes de humedales y la información sobre especies dominantes de la vegetación. Se seleccionó los parámetros finales de segmentación por los números de intentos realizados y se les atribuyó los mayores pesos a la litología, la altura del terreno, el agrupamiento de suelos, el régimen de humedecimiento, las formaciones vegetales y las especies dominantes de vegetación (ALFONSO, 2012).

Los resultados obtenidos por la clasificación orientada a objeto, apoyada por la segmentación de la imagen de satélite y la definición de una regla de clasificación para cada una de las unidades de paisaje de humedales, garantizó un mayor grado de detalle, lo que ayudó a determinar diferencias no consideradas en los mapas temáticos que sirvieron de insumo, al integrar la información para el análisis con una mayor rapidez. La aplicación de esta técnica, ayudó a perfeccionar el mapa de humedales con el uso del ArcGIS Desktop 10.1.

Mapa 1. Paisajes de humedales de la provincia de Matanzas, Cuba

PAISAJES DE HUMEDALES

Provincia Matanzas



El análisis de este mapa arroja que los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas, cubren un área aproximada de 4247,18 km², que representan 35.98 % de la superficie provincial, y que se distribuyen como sigue:

- Humedales en llanuras marinas con clima cálido y poco lluvioso, donde la dinámica de los sedimentos está vinculados al régimen de las mareas y las corrientes, procesos naturales vitales en su formación y desarrollo, con una superficie total de 1011, 98 km², lo que representa 23,82 % del total cubierto por paisajes de humedales y 8,57 % del área provincial.
- Humedales en llanuras fluviales y deltaicas, con predominio de clima muy cálido e invierno notable y medianamente lluvioso, en los que la combinación de los procesos fluviales y marinos contribuyen al aporte y distribución de sedimentos, con una superficie total de 374,41 km², lo que representa 8.81 % del total cubierto por paisajes de humedales y 3,17 % del área provincial.
- Humedales en llanuras lacuno palustres, desarrolladas en depresiones tectónicas con clima muy cálido e invierno notable, y medianamente lluvioso, en que predomina la acumulación de agua y

sedimentos de origen biogénicos, con una superficie total de 1626,98 km², lo que representa 38,30 % del total cubierto por paisajes de humedales y 13,78 % del área provincial.

- Humedales en llanuras semipantanosas transicionales, con clima cálido, poco a medianamente lluvioso, localizadas entre las llanuras cársicas interiores y llanuras marinas con depósitos lacuno-palustres en depresiones tectónicas, con una superficie total de 463,97 km², lo que representa 10,92 % del total cubierto por paisajes de humedales y 3,93 % del área provincial.
- Humedales en llanuras marinas litorales y sublitorales cársico acumulativos, con clima cálido e invierno notable, poco a medianamente lluvioso, que son el resultado de procesos de disolución cársica, donde ocurren procesos secundarios de empantanamiento, con una superficie total de 28,79 km², lo que representa 0,67% del total cubierto por paisajes de humedales y 0,24 % del área provincial.
- Humedales transformados, estos han evolucionado a partir de paisajes naturales con una fuerte influencia humana. Pueden localizarse en llanuras marinas litorales y sublitorales, llanuras fluvio marinas, llanuras cársicas o llanuras denudativas interiores. Constituyen el resultado de la creación, por parte de la sociedad para beneficio propio, de áreas que ofrecen de manera intensiva, algunos de los servicios ambientales que brindan los paisajes de humedales naturales, con una superficie total de 31,34km², lo que representa 0,73% del total cubierto por paisajes de humedales y 0,26 % del área provincial.

REGIONALIZACIÓN DE LOS PAISAJES DE HUMEDALES

Mediante un análisis de la unidad espacial-funcional y de las relaciones horizontales, los paisajes pueden ser integrados o desagregados en forma de módulos mayores o menores. Este análisis conduce siempre a la determinación de regiones, localidades y otros geocomplejos individuales, irrepetibles en espacio y tiempo (CABRERA,1996).

En nuestro caso el método empleado se basa en la determinación de la combinación espacial de las unidades tipológicas consideradas en la Clasificación de los humedales, y conforme a ello se pueden distinguir en el territorio de la provincia de Matanzas cinco regiones principales:

- 1.- Litoral noroccidental (Bacunayagua hasta Boca de Camarioca), dividido en las siguientes subregiones Bacunayagua, Yumurí, San Juan, Canímar, Maya y Boca de Camarioca.
- 2.- Litoral nororiental (Cárdenas – Martí), dividido en las subregiones Hicacos, Norte de Cárdenas, Ciénaga de Majagüillar.

- 3.- Cayería Norte (Sector occidental del Archipiélago Sabana Camagüey), dividida en las subregiones archipiélago sabana occidental y archipiélago sabana oriental.
- 4.- Ciénaga de Zapata, dividida en las subregiones de humedales Ciénaga occidental y Ciénaga oriental.
- 5.- Cayería Sur. Dividida en las subregiones de humedales: Cayo " ErnestThaelman " y cayería " Diego Pérez ".
- 6.- Humedales sobre la llanura cársica del centro, dividida en las subregiones: Llanura Unión-Perico y Llanura Colón.

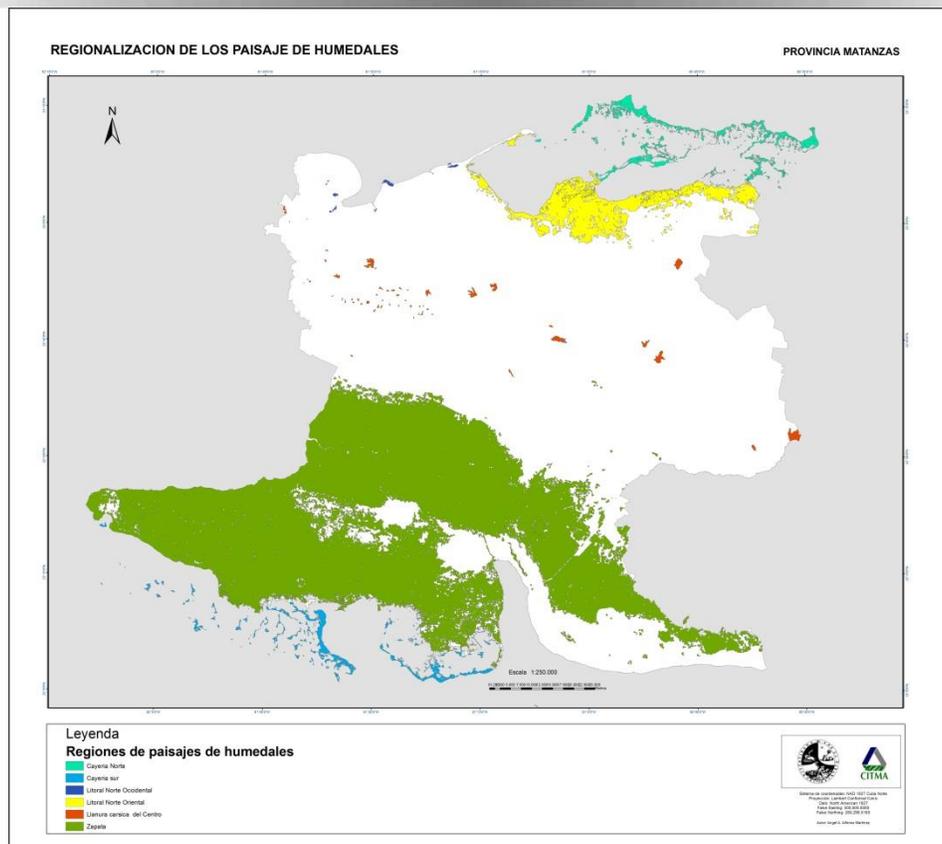
Esta regionalización paisajística se muestra en el mapa 2

Las regiones litoral Norte, Noroeste, Cayería Norte, Zapata y Cayería Sur, que se han identificado, son claramente correlacionables con propuestas anteriores (Cabrera, 1996).

Las regiones son las unidades individuales superiores y se distinguen por una homogeneidad relativa de la estructura geológica (regiones geoestructurales), predominio de ciertos tipos morfotectónicos y genéticos del relieve, uniformidad de las condiciones climático-hidrográficas y cierta combinación espacial de clases, tipos y grupos de paisajes.

Por otra parte, se ubican las subregiones dentro de los límites de alguna región específica y se distinguen por el dominio de determinadas combinaciones de tipos y grupos de paisajes. Por lo general, se desarrollan las subregiones sobre un mismo complejo geomorfológico y fundamento litológico y, en ellas, se presentan asociaciones específicas de agrupaciones y tipos de suelos, de formaciones vegetales y de sus modificaciones antropogénicas.

Mapa 2 Regionalización de los paisajes de humedales de la provincia de Matanzas



Org: Autor.

Cabe entonces precisar que la Clasificación de los humedales de la provincia de Matanzas, basada en el enfoque de paisajes, y la regionalización derivada de ella, facilita la sistematización de todos los conocimientos acumulados, y que puede constituirse en una potente herramienta teórico-metodológica y aplicada, orientada hacia la solución de los problemas del ordenamiento territorial y la optimización de las unidades espaciales concretas.

En la región Litoral Noroccidental, donde se aprecia el predominio de los paisajes de humedales fluviales, desarrollados en llanuras fluvio-marinas acumulativas pantanosas, valles erosivo-acumulativos y depresiones cársicas costeras y fluvio-marinas. Todos ellos alternan sobre depósitos aluviales, marinos y carbonatados. La presencia de asentamientos e industrias, entre los que se incluye la ciudad capital, Matanzas: genera problemas de contaminación asociados al deficiente manejo de residuales sólidos y líquidos, y al desarrollo de actividades agropecuarias y de subsistencia como la producción de carbón. Esta última actividad ha afectado la vegetación natural y ha traído consigo cambios significativos en la estructura y funcionamiento original de los paisajes.

La región Litoral Nororiental está formada por paisajes de humedales con llanuras litorales y sublitorales pantanosas sobre depósitos palustres, palustres marinos, areno-arcillosos y arcillo-arenosos; con predominio de suelos hidromórficos (histosoles) que van de frecuente a estacionalmente inundados, cubiertos con manglares, herbazales de ciénaga, saladares y bosques de ciénaga. Esta zona ha estado afectada por el turismo, la prospección y extracción de petróleo y las actividades agropecuaria y salinera.

La región Cayería Norte, formada por paisajes de humedales sobre llanuras pantanosas insulares sobre depósitos palustres y biogénicos, con predominio de suelos hidromórficos de permanente a frecuentemente inundados; cubiertos fundamentalmente por manglares, saladares y herbazales de ciénaga. La actividad que constituye una amenaza potencial, es el turismo, la pesca y caza furtiva.

En la región Ciénaga de Zapata, se aprecia el predominio de superficies pantanosas o semipantanosas sobre depósitos biogénicos y palustres en algunos casos, sobre rocas carbonatadas correspondientes a la formación Jaimanitas, con procesos cársicos notables y diferentes asociaciones de tipos de vegetación de humedales. Son paisajes jóvenes, sobre todo, los que se encuentran en los litorales y en la llanura fluvio-marina sobre depósitos biogénicos y palustres, en comparación con los que se ubican en los paisajes de humedales en llanura lacuno-palustres en depresiones tectónicas con grandes espesores de turba, los humedales en llanuras semipantanosas, transicionales y los localizados en la llanura litoral e interior sobre depósitos carbonatados y biogénicos, donde existe mayor desarrollo de los procesos de pedogénesis. Esta zona ha estado afectada por la actividad forestal, el turismo, la acuicultura. Son notables las afectaciones relacionadas con la introducción de especies de flora y fauna invasoras exóticas.

La región Cayería Sur, formada por paisajes de humedales sobre llanuras pantanosas insulares, sobre depósitos palustres con predominio de suelos hidromórficos de permanente a frecuentemente inundados, cubiertos fundamentalmente por manglares, saladares y herbazales de ciénaga. La actividad que constituye una amenaza potencial es el turismo y en algunos casos, son significativas las afectaciones relacionadas con la introducción de especies invasoras de flora exótica como la **Casuarina equisetifolia** (ALFONSO, 2013; CITMA, 2012; CITMA-ZAPATA, 2012; CITMA, 2013).

La región Llanura Central, sobre rocas carbonatadas y complejos carbonatados terrígenos, con suelos ferralíticos rojos profundos y medianamente profundos, cubiertos por cultivos y vegetación secundaria. En ella se localiza humedales transformados, que constituyen parches dentro de la llanura, representados en su totalidad por embalses, presas y micropresas que cumplen funciones de aporte de

agua, recarga de acuíferos y producción acuícola. Son paisajes inestables y sus principales presiones y amenazas están asociadas a la contaminación generada por los residuales líquidos sin tratar, provenientes de la actividad agropecuaria y la producción azucarera, así como la proliferación de especies exóticas.

CONSIDERACIONES FINALES

El presente trabajo ha permitido una propuesta de clasificación de los paisajes de los humedales muy particular, con un enfoque paisajístico, aplicada al contexto espacial concreto de la provincia de Matanzas, y con amplias posibilidades de extrapolación a contextos espaciales similares, siempre con la debida adecuación a las particularidades de cada territorio.

La provincia de Matanzas puede ser interpretada como una región clásica para los estudios de humedales, y la aplicación del enfoque paisajístico, pues se trata de un territorio en el cual los paisajes de humedales tienen un desarrollo espacial significativo, si se toma en consideración que su superficie es más de 35 % de la superficie provincial, que esta característica le confiere al territorio una alta fragilidad natural y vulnerabilidad, ante los impactos ambientales motivados por la actividad humana. El estado ambiental actual de estos paisajes, es medianamente favorable, pues se mantienen como áreas de una baja asimilación antropogénica, debido precisamente a que sus propias características físicas geográficas, limitan una utilización más amplia.

De esta forma, la clasificación de los humedales basada en el enfoque geocológico de los paisajes, y la regionalización de los mismos, constituyen una contribución a la sistematización de conocimientos y a la posibilidad de aplicación práctica de los mismos.

BIBLIOGRAFIA

- ALFONSO, A., & DIPOTET, P. (2009). *Propuesta de Clasificación de los humedales de la Provincia de Matanza*. CITMA, Unidad de Medio Ambiente de Matanzas. Matanzas, Cuba: Memorias del VIII Simposio Internacional de sobre Manejo de Humedales, "Humedales 2009".
- ALFONSO, A., & DIPOTET, P. (2007). *Modelo conceptual para el desarrollo sostenible en los humedales*. Reporte de Investigación, Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA, La Habana.
- ALFONSO, A., & DIPOTET, P. (2007). *Perfeccionamiento del conocimiento de los humedales. Caso de estudio Humedal Ciénaga de Zapata, Cuba*. Reporte de Investigación, Instituto de Cibernética, Matemática y Física, CITMA, La Habana, Cuba.
- ALFONSO, A., CRONEMBERG, F., & MARTÍN, G. (2012). *Cartografía de los paisajes de humedales de la Provincia de Matanzas, usando técnicas de clasificación orientada a objetos*. Inédito. Unidad de Medio Ambiente, Matanzas.

- BARBIER, E. B. (1997). *Valoración económica de los humedales – Guía para decisores y planificadores*. Gland, Suiza: Oficina de la Convención Ramsar.
- BERLANGA-ROBLES, A. C., RUIZ-LUNA, A., & LANZA ESPINO, G. (2008). Esquema de clasificación de los humedales de México . *Investestigaciones Geograficas, Geografía física versión impresa*, 66 (ISSN 0188-4611.), 20.
- BO, F.& ZHONG-LI, (2010). Improved Back-Propagation Neural Network in Ecological Vulnerability Assessment of Zhalong Wetland. 1- 4, pág. 10. Sixth International Conference on Natural Computation.
- BRAVO, J., & WINDEVOXHEL., N. J. (1997). *Manual para la identificación y clasificación de humedales en Costa Rica*. (Primera edición ed.). San José, Costa Rica: UICN/ORMA-MINAE, Embajada Real de los Países Bajos.
- BROOKS, R., BRINSON, M., HAVENS, K., HERSHNER, C., RHEINHARDT, R., WARDROP, D., y otros. (2011). Proposed Hydrogeomorphic Classification for Wetlands of the Mid-Atlantic Region, USA. (S. o. Scientists, Ed.) *Wetlands* , 31, 207–219.
- CABRERA, A., GARCIA, O., & SOTO, E. (1995). Ecología y paisaje de los humedales de Matanzas, Cuba. *Memorias II Simposium Internacional “Humedales 94”* (pág. 485). La Habana: Editorial Academia.
- CABRERA, J. A. (1996). *Los paisajes de Matanzas (Cuba): Una concepción de sistemas para la estrategia de sostenibilidad geocológica*. Tesis Doctoral, Facultad de Geografía, La Habana.
- CAÑAS, D. (2011). *Diagnóstico Ambiental del Municipio de Martí. Tesis presentada para obtener el grado de Máster en Gestión Ambiental*. Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos, Facultad de Química, Matanzas.
- CNAP. (2007). *Plan de sistema de áreas protegidas de la República de Cuba, Periodo 2008-2012*. La Habana, Cuba: Editorial Academia.
- COWARDIN, L. (1979). *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the U.S.* U.S. Fish and Wild Life Service, Washington DC.
- CRC. (2013). *Managing our Coastal Wetlands: Walking the Talk of Concerted Action*. Centre Resources Coastal. USAID.
- CRONEMBERG, F. (2012). *Classificação e cartografia das Unidades da Paisagem da Serra do Mar no Estado do Rio de Janeiro – subsidio para o estudo do estado de conservação ambiental na região*. Instituto de Geociencias, Universidad Federal Fluminense, Departamento de Geografia Física, Rio de Janeiro, Brasil.
- DAVIDSON, I. V. (1999). Review of wetland inventory information in North America. In F. C. Spiers (Ed.), *Global Review of Wetland Resources and Priorities for Wetland Inventory* (pp. 1–34). Camberra, Australia: Supervising Scientist Report 144.
- DIAKONOV, K. I. (2008). La escuela geográfica paisajística. En N. Kasimov, *Las escuelas científicas geográficas de la Universidad de Moscú, (en ruso)* (págs. 324 – 386). Moscú, Rusia: Casa Editorial Gorodiets.
- DUGAN, P. (1992). *Wetland Conservation: A review of current issues and required action*. Cambridge, United Kingdom and Gland, Switzerland: The World Conservation Union.
- ENGLE, V. (2011). Estimating the Provision of Ecosystem Services by Gulf of Mexico Coastal Wetlands. *Wetlands* (31), 179–193.
- ESTRADA, R. (2012) *Mapa de formaciones vegetales del occidente de Cuba*. IV Convención Internacional de Medio Ambiente y Desarrollo. La Habana. Cuba
- Finlayson, C. M., & Van der Valk, A. G. (1995). Wetland classification and inventory, A summary. *Vegetatio* , 103–124.

- FRANKE, J., BECKER, M., MENZ, G., MISANA, S., MWITA, E., & NIENKEMPER, P. (2009). Aerial Imagery for Monitoring Land Use in East African Wetland Ecosystems. *IGARSS, IEEE*, V-288 a V-291.
- FROHN, C. R. (2009). Satellite Remote Sensing Of Isolated Wetlands Using Object-Oriented Classification Of Landsat-7 Data. (U. The Society of Wetland Scientists, Ed.) *Wetlands*, 29 (3), 931–941.
- GAREA, B., & FERNÁNDEZ, L. (2009). Evaluación de las interrelaciones. Importancia para la toma de decisiones. Capítulo 4. En *GEO Cuba. Evaluación del medio ambiente cubano* (pág. 275). La Habana.
- GONG, P., NIU, Z., CHENG, X., ZHAO, K., D., Z., & J., G. (2010.). China's wetland change (1990–2000) determined by remote sensing science. *Science China. Earth Science*, 53, págs. 1036–1042.
- GREEN, D. L. (2005). *Wetland technical manual, wetland classification, The Ecological Services Unit for the Water Environments. Unit of the Department of Land and Water, Conservation, Australia*. Recuperado el 5 de febrero de 2014, de www.dlwc.nsw.gov.au/care/wetlands/facts/pdf.
- HUI, W. B. (2010). A Review of Ecological Effect about Artificial Restoration of Degraded Wetland Dong Kaikai. *2nd Conference on Environmental Science and Information Application Technology*. IEEE.
- IGNATOV, E. I. (2004). *Morfosistemas Costeros*. Moscú-Smolensk, Russia: Madzhenta.
- IGT. (2012). *Modelo de Ordenamiento Ambiental. Caso de Estudio Municipio Yaguajay*.
- KOTZE, C., ELLERY, W., ROUNTREE, M., GRENFELL, M., MARNEWECK, G., NXELE, Z., Y otros. (2009). *WET-RehabPlan. Guidelines for planning wetland rehabilitation in South Africa*. Water Research Commission Report. Pretoria: Water Research Commission Report TT 336/09.
- LAROUSSE. (2011). *Diccionario Esencial de Geografía*. México: Ediciones Larousse, S. A. de C.V.
- Midwood, J., & Chow-Fraser, P. (2010). Mapping Floating and Emergent Aquatic Vegetation in Coastal Wetlands of Eastern Georgian Bay, Lake Huron, Canadá. *Wetlands* (30), págs. 1141–1152.
- MITSCH, W., & GOSSELINK, J. (2007.). *Wetlands* (4th ed.). Hoboken, New York, USA: John Wiley.
- NEIFF, J. J. (2000). *Aspectos conceptuales para la evaluación ambiental de tierras húmedas continentales de América del Sur*. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais, UFSCar, Anais do VIII Seminário Regional de Ecología, Vol. VIII, São Carlos, Brasil.
- RAMSAR. (2006). *Manual de la Convención, 4ta edición*. Recuperado el 4 de noviembre de 2010, de www.ramsar.org.
- WARNER, B. G., & RUBEC, D. A. *The Canadian Wetland Classification System*. National Wetlands Working Group, Ontario.