

APLICACIÓN DE CRITERIOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN CARACTERIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LIMITES DE HUMEDALES EN LA VENTANA DE ESTUDIO: CIÉNAGA DE LA VIRGEN

Contrato de prestación No. 14-13-014-237PS Instituto
Humboldt – Fundación Omacha

Objeto: Prestar los servicios profesionales para la verificación de los criterios biológicos y ecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites de humedales en las tres ventanas seleccionadas en el marco del Convenio 13-014, a escala 1:25.000.



Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

Subdirección de Servicios Científicos y Proyectos Especiales
Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt
Bogotá, D.C., 2015



Fondo
Adaptación



APLICACIÓN DE CRITERIOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS PARA LA
IDENTIFICACIÓN CARACTERIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DE
HUMEDALES EN LA VENTANA DE ESTUDIO: CIÉNAGA DE LA VIRGEN

DOCUMENTO – PRODUCTO 2.1.



Febrero de 2015



APLICACIÓN DE CRITERIOS BIOLÓGICOS Y ECOLÓGICOS PARA LA IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DEL HUMEDAL EN LA VENTANA DE ESTUDIO: CIÉNAGA DE LA VIRGEN – PRODUCTO 2.1.

CONTRATO No. 14-13-014-237PS

FUNDACIÓN OMACHA

DIRECTOR CIENTÍFICO

Fernando Trujillo

DIRECTORA EJECUTIVA

Dalila Caicedo Herrera

EQUIPO EJECUTOR

Paola Ortiz Guerrero - Bióloga

Daniel Alexander Sánchez - Biólogo

Diana Lorena Pérez Pérez - Bióloga

Omar Alfredo Mercado Díaz - Geólogo

Alvaro Andrés Moreno Munar – Biólogo

María Fernanda Batista Morales – Ing.
Geógrafa y Ambiental

Bogotá, febrero de 2015



Calle 84 No. 21 – 64 Barrio El Polo

Bogotá D.C. Colombia

Teléfono: 57 (1) 2564682

57 (1) 7442726

recepcion@omacha.org

Autores

Daniel Alexander Sánchez
Biólogo, Universidad Nacional de Colombia
Candidato a Magister en Biología Grupo de Ecología
dsanchez.bioimpacto@gmail.com

Paola Ortiz Guerrero
Bióloga, Universidad Nacional de Colombia
M.Sc. Gestión y Auditoría Ambiental
prortizg@gmail.com

Álvaro Andrés Moreno Munar
Biólogo
Universidad Jorge Tadeo Lozano
almorenomunar@gmail.com

María Fernanda Batista Morales
Ingeniera Geógrafa y Ambiental
Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A
mfbatistam@gmail.com

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| RESUMEN | 4 |
| INTRODUCCIÓN | 4 |
| MARCO CONCEPTUAL | 6 |
| CIÉNAGA DE LA VIRGEN | 9 |
| CIÉNAGA DE JUAN POLO | 10 |
| SECTOR DE LA BOCANA | 11 |
| ASPECTOS AMBIENTALES Y FÍSICOS..... | 11 |
| HIDROLOGÍA..... | 12 |
| CAMBIOS ESPACIO-TEMPORALES..... | 14 |
| CLIMATOLOGÍA | 16 |
| CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS..... | 18 |
| ASPECTOS BIÓTICOS..... | 19 |
| FAUNA ACUÁTICA | 19 |
| <i>Fitoplancton</i> | 20 |
| <i>Zooplancton</i> | 21 |
| <i>Macroinvertebrados acuáticos</i> | 22 |
| FAUNA VERTEBRADA (PECES, ANFIBIOS, REPTILES, AVES Y MAMÍFEROS) | 25 |
| <i>Anfibios y Reptiles</i> | 25 |
| <i>Mamíferos</i> | 26 |
| <i>Aves</i> | 26 |
| <i>Ictiofauna</i> | 26 |
| VEGETACIÓN TERRESTRE Y ACUÁTICA DE ESTUARIOS Y PLAYAS DE LA CIENAGA DE LA VIRGEN..... | 27 |
| CAMBIOS DE LA VEGETACIÓN EN LA CIÉNAGA | 28 |
| IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBLEMÁTICAS | 28 |
| ESPECIES AMENAZADAS..... | 29 |
| METODOLOGIA PROPUESTA PARA EL ESTUDIO | 29 |
| FUENTE DE INFORMACIÓN | 29 |
| FASE DE CAMPO (PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA SALIDA AL CAMPO PROYECTADA) | 30 |
| <i>Muestreo para la vegetación de tierra firme (manglares y bosques aledaños)</i> | 30 |
| <i>Muestreo para plancton y algas del perifiton</i> | 31 |
| ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN..... | 32 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS..... | 33 |
| CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 33 |
| BIBLIOGRAFÍA | 35 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1. Ubicación de la Ciénaga de La Virgen (o de Tesca) respecto a la ciudad de Cartagena. Se describen también los tipos de suelos aledaños a la ciénaga. | 11 |
| Figura 2. Corrientes superficiales y división de subcuencas que drenan a la Ciénaga la virgen. | 14 |
| Figura 3. (a) Temperatura promedio y (b). Precipitación entre 2007 y 2010, registrada en la Estación Meteorológica del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena (CIOH, 2010). | 17 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Especies Fitoplanctónicas presentes en la Bahía de Cartagena. | 21 |
| Tabla 2. Zooplancton cuenca baja del Magdalena (Ciénaga de La Virgen). | 22 |
| Tabla 3. Especies de moluscos presentes en Ciénaga de la Virgen. Fuente: Fundación Ecoprogreso (2014). | 24 |
| Tabla 4. Especies de Insectos observadas Ciénaga de La Virgen. Fuente Fundación Ecoprogreso (2014). | 24 |
| Tabla 5. Reptiles registrados en alguna categoría de amenaza. | 25 |

LISTA DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| ANEXO A. ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA EN COLOMBIA | 43 |
| ANEXO B. SISTEMA DE CAÑOS AFLUENTES-CIÉNAGA DE LA VIRGEN (Álvarez-León & Blanco-Racedo, 1985) | 44 |
| ANEXO C. ASPECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS (Aeropuerto) | 45 |
| ANEXO D. FISICOQUÍMICOS ENTRE LOS AÑO 2006 A 2010 | 46 |
| ANEXO E. FITOPLANCTON DE LA CIÉNAGA DE LURUACO (ATLÁNTICO) | 47 |

RESUMEN

La Ciénaga de La Virgen (departamento de Bolívar), representa uno de los casos más difíciles a nivel ambiental por causa del mal manejo de los recursos naturales por parte de las entidades responsables y comunidades aledañas, debido principalmente a causas como la tala de extensas zonas de manglares ubicadas entre el aeropuerto de Cartagena y el sector de la Boquilla, el vertimiento de aguas residuales provenientes de la ciudad de Cartagena; la construcción de la bocana estabilizadora, la vía perimetral, entre otras. También causas naturales como el fenómeno de La Niña (2010-2011), han ocasionado una fuerte presión sobre los recursos naturales y las poblaciones colindantes. A través de la identificación de estas problemáticas se requiere una intervención inmediata por parte de las entidades ambientales, políticas y científicas para establecer los límites ambientales del ecosistema y hacer así, un uso adecuado de sus recursos mediante la implementación organizada de planes y estrategias ambientalmente sostenibles, que permitan el mejoramiento de la calidad de vida de las personas que dependen de la Ciénaga y de las poblaciones aledañas como Cartagena. Adicionalmente, con el fin de lograr una integración previa de la información referente a la ciénaga para llevar a cabo el plan de “Aplicación de Criterios Biológicos y Ecológicos para la Identificación Caracterización y Establecimiento de Límites de Humedales en Tres Ventanas, Ciénaga De Zapatosa, Ciénaga De La Virgen Y Paz De Ariporo-Hato Corozal”, se caracterizaron mediante el uso exclusivo de información secundaria, los tipos de vegetación y zonación de los ambientes de transición agua-tierra y de tierra firme del complejo, así como las comunidades hidrobiológicas del plancton (fitoplancton y zooplancton) y del perifiton, por último se presentan las metodologías de campo y de laboratorio propuestas para la segunda fase en la toma de datos de campo (información primaria).

Palabras Clave: La Virgen, Humedales, Problemáticas, Ambientales.

INTRODUCCIÓN

El proyecto “Generación de Insumos para la Delimitación de Ecosistemas Estratégicos” liderado por el Instituto Alexander von Humboldt es una labor encargada por el Ministerio del Medio Ambiente y el Fondo de Adaptación, con el objetivo de recopilar y generar toda la información útil y pertinente (elementos bióticos y abióticos), abordando aspectos como la calidad de las aguas, incluso información socioeconómica relacionada con los tres “ecosistemas piloto” (la Ciénaga de La Virgen, la Ciénaga de Zapatosa y el Complejo Paz de Ariporo) que se

han elegido para el desarrollo de esta iniciativa interinstitucional, diseñada con el ánimo de garantizar la sostenibilidad ambiental y la integridad ecológica de los humedales ubicados a lo largo del país.

La Ciénaga de La Virgen ubicada en el Departamento de Bolívar, es uno de los sistemas cenagosos de mayor importancia en la región del Bajo Magdalena al ser uno de los ecosistemas estratégicos de la región Caribe por tener una relación directa con el Mar Caribe colombiano y con el principal río del país, el Magdalena. Este sistema posee una barra litoral de arena que la separa del mar Caribe, la cual históricamente se abría al mar en época de invierno (mayo a noviembre), pero que en la actualidad dada la construcción de la Bocana, permite el ingreso continuo de aguas oceánicas; dada esta mezcla de agua salada y dulce de origen fluvial, la ciénaga se constituye en un sistema estuarino o de laguna costera (Castro, 1997). Con el fin de reducir el riesgo y los impactos socioeconómicos asociados al fenómeno climático conocido como “La Niña” (El cual con su presencia ha provocado en el área consecuencias negativas, como: inundaciones, pérdida de hogares y cultivos, deslizamientos y avalanchas (Sánchez *et al.*, 2011)) todos los efectos causados en este deben ser evaluados y relacionados con la disminución del espejo de agua y de sus zonas de manglares (Conservación Internacional-Cardique, 2004).

Atendiendo las causas de la variabilidad ambiental debidas al cambio climático en Colombia, se han diseñado nuevas estrategias de valoración ambiental y de clasificación de los ecosistemas de humedal como lo sugiere Gutiérrez *et al.*, (2014), las cuales se deben integrar con las políticas nacionales formuladas en torno a la conservación de la Biodiversidad y los Ecosistemas.

Con el objetivo de tener un Manejo Ambiental adecuado de los humedales, en Colombia se están desarrollando planes piloto de caracterización de las principales cuencas hidrográficas para poder establecer la máxima capacidad de adaptación o de resiliencia en los principales cuerpos cenagosos del país (IAvH-Fundación Omacha, 2014) a propósito de fenómenos como “La Niña” y “El Niño” donde se espera que en los territorios y sectores aledaños a los cuerpos de agua, se elaboren sus Planes de Adaptación al Cambio Climático (PACC) de acuerdo a sus problemáticas y contextos específicos, siguiendo los lineamientos metodológicos, propuestos por la “Delimitación de Humedales Prioritarios”.

De esta manera se están implementando todos los esfuerzos necesarios para la conservación de estos hábitats a través de la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y los Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE, 2014) y de esta forma articularlos con la formulación del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (PNACC); y las diferentes políticas nacionales de desarrollo. Por lo que este estudio se constituye en una de las acciones iniciales encaminadas hacia el aumento de su conocimiento y de esta forma generar, o construir un sistema cenagoso con alta capacidad de resiliencia.

MARCO CONCEPTUAL

Colombia es uno de los cuatro países con mayor disponibilidad de recursos hídricos en el planeta, recursos dentro de los cuales los humedales son considerados como los más productivos, donde además se presenta un altísima diversidad biológica (Roldán, 2008). Estos ecosistemas son fuente de una gran cantidad de servicios y recursos, pero su uso desmedido ha generado a lo largo del tiempo un gran deterioro de los mismos. A pesar de lo anterior y en concordancia con unas políticas de uso sostenible de los humedales en Colombia, desde la década de los años 90 se han gestado diversas estrategias para su conservación, entre las cuales se destaca la adhesión del país a la Convención Ramsar, con lo cual se pretende la generación de acciones para hacer uso sostenible de estos ecosistemas, tanto por las generaciones actuales como futuras, haciendo que su conservación sea esencial para el bienestar ambiental, social y económico del país (Pérez *et al.*, 2002).

Bajo dicha adhesión, el Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado los respectivos lineamientos y políticas de la Convención para favorecer la conservación de los humedales, dentro de lo cual en primer lugar se acoge la definición de la Convención Ramsar para definir humedales en Colombia, bajo la cual se considera que: “...son humedales aquellas 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” (Pérez *et al.*, 2002).

Como siguientes medidas, dentro de las políticas nacionales adoptadas, es importante resaltar las acciones concernientes a conservar y hacer uso sostenible de los recursos a través de un Enfoque Ecosistémico de los humedales, en el cual deben integrarse factores ecológicos, económicos y sociales, entendiendo la conjunción que existe entre la naturaleza y la cultura, donde los seres humanos hacen parte integrante de los ecosistemas (Pérez *et al.*, 2002).

Como parte fundamental en la puesta en marcha de estas políticas, es indispensable el establecimiento de un marco geográfico donde puedan establecerse los límites de los humedales y puedan hacerse funcionales las estrategias de manejo, conservación y uso sostenible, de forma tal que se preserve el equilibrio entre la naturaleza y la sociedad (Pérez *et al.*, 2002). Respecto al planteamiento de dicho límite, Vilaridy *et al.*, (2014) exponen la importancia del establecimiento de límites como un paso en el proceso de gestión, conservación y uso racional de los humedales, para lo cual es requisito la implementación de las siguientes tres fases: la primera corresponde a la realización de un inventario de humedales nacionales, con búsqueda de información base para su evaluación y monitoreo. Una segunda fase donde se hacen evidentes las respectivas evaluaciones y caracterizaciones locales para identificar el valor, estado y amenazas de los humedales, para finalmente implementar una fase de manejo y ejecución de acciones de conservación. El establecimiento de límites entonces, como proceso

transversal, se presenta integrada a las dos primeras, siendo estas adoptadas en esta contribución.

Dado lo anterior y en función del ejercicio de establecimiento de límites, Vilarly *et al.*, (2014) proponen la siguiente definición para un humedal: “*tipo de ecosistema que debido a condiciones geomorfológicas e hidrológicas permite la acumulación de agua (temporal o permanente) y que da lugar a un tipo característico de suelo y a organismos adaptados a estas condiciones*”, definición bajo la cual se enmarca este trabajo.

Los elementos clave de la estructura y dinámica de estos ecosistemas, presentados en dicha definición, son la base para generar criterios fundamentales para el establecimiento de límites de los humedales, siendo estos elementos los geomorfológicos, hidrológicos, edáficos y biológicos, los cuales actúan de manera sinérgica en un proceso de tipo jerárquico, donde los procesos físicos actúan de manera influyente sobre los biológicos (Vilarly *et al.*, 2014), haciendo que en estos ecosistemas la heterogeneidad del hábitat y por ende la diversidad sea muy alta en estos sistemas (Álvarez-S, 2013).

Dicha diversidad dentro de los criterios biológicos y ecológicos, hace referencia a aquellos grupos de plantas y animales con adaptaciones que les permiten sobrevivir a las condiciones de humedad (temporal o permanente) de estos ecosistemas, cuyo estudio para los procesos de establecimiento de límites se han basado principalmente en las comunidades de vegetación acuática (Duque & Lasso, 2014), aunque se destaca que a pesar de ser el indicador biológico más claro del límite del humedal, otros grupos también pueden contribuir a dicho propósito (Duque & Lasso (2014), Vilarly, *et al.*, 2014), dentro de los cuales en esta contribución se destacan los macroinvertebrados acuáticos.

Para el área de interés de este aporte, teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de la Virgen se clasifica como un Humedal marino/costero de estuario (Morales-B, *et al.*, 2014). Martínez, *et al.*, (2004) definen un estuario como un cuerpo de agua que está parcialmente rodeado por tierra, donde el agua dulce proveniente de uno o varios ríos se mezcla con el océano. Los estuarios son áreas muy importantes por su diversidad, productividad biológica y por ser fuente o sumideros de partículas (materia orgánica, iones o sedimentos) que circulan a lo largo de los ecosistemas costeros.

Los estuarios que existen en la actualidad se formaron hace menos de cinco mil años, por lo que se consideran geológicamente jóvenes, sin embargo los organismos que los hábitat son mucho más antiguos (Martínez, *et al.*, 2004), evolucionando como en el caso de los manglares, por un lado como vegetación hidrofítica, con adaptaciones morfológicas o fisiológicas para crecer y sobrevivir en agua o en suelos que periódicamente se encuentran en condiciones anaeróbicas y de otro, con células especializadas en las raíces que les permiten bloquear la entrada de sales o

secretarlas a través de glándulas en la base de las hojas (e.j mangle blanco) (Sánchez-Páez *et al.* 2000).

Para el Caribe colombiano, se estima una superficie de 87,908 hectáreas de mangle, que en el caso particular del Departamento de Bolívar, de este total presenta 5,713 ha, ubicándose en el quinto lugar dentro de los ocho Departamentos con esta vegetación (Martínez, *et al.*, 2004). Dentro de las especies de mangle registradas para esta región se presentan: *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erecta* y *Pelliciera rhizophorae*, de las cuales *R. mangle*, *A. germinans* son las más abundantes y de mayor uso por parte de las comunidades, seguidas por *L. racemosa* y *C. erecta*, mientras que *P. rhizophorae* no se presenta para la Ciénaga de la Virgen, pero si para otras regiones del Caribe (Departamento de Córdoba) (Sánchez-Páez *et al.* 2000).

La caracterización de las formas vegetales de manglar se reconoce en este trabajo como una forma de establecer los límites funcionales de la Ciénaga de la Virgen que se basa en la presencia/ausencia de estas formaciones, las cuales responde a un gradiente ambiental en el cual influyen factores como la salinidad de la columna de agua, la velocidad de entrada de las mareas, factores fisicoquímicos del suelos, las geoformas, entre otros. Al respecto, se considera el trabajo de Cortés-Castillo & Rangel-Ch (2011), quienes al determinar los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en la bahía de Cispatá - Boca tinajones, del Departamento de Córdoba, encontraron una zonación en la cual *R. mangle* se ubica en las zonas de litoral con influencia directa de las mareas, alta salinidad y suelos inestables, seguida por *A. germinans* con *L. racemosa*, en suelos más estables y en los sectores de la playa, y lejos del embate directo de las olas se encuentra *Conocarpus erectus*.

Dado lo anterior, en esta contribución se aplicaron metodologías para el estudio de la vegetación enfocadas a caracterizar dichos bosques de mangle, estableciendo las respectivas zonaciones y perfiles ecológicos, que permitieran apreciar los cambios en el gradiente agua-tierra, como parte de los criterios biológicos utilizados para el establecimiento del límite del humedal. Ahora bien, como criterios biológicos complementarios a la vegetación acuática, en los cuales grupos como el plancton, los macroinvertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos pueden considerarse útiles para la identificación, caracterización y establecimiento de límites (Vilardy *et al.*, 2014), se ha propuesto en este trabajo el uso de los macroinvertebrados acuáticos como fuente para complementar las propuestas de establecimiento de límites de la Ciénaga de la Virgen.

Al respecto, los estudios en este grupo han sido utilizados principalmente para caracterizar y evaluar ecosistemas acuáticos, especialmente en lo referente a su uso como bioindicadores, por lo que no han sido ampliamente utilizados para el establecimiento de los límites de humedales. Sin embargo, Longo & Lasso (2014) destacan algunas estrategias reproductivas, hábitats y hábitos de vida como fuente para este propósito, además de la observación de exoesqueletos, huevos o especies

freatónicas como indicadoras de la presencia de humedad en el suelo en las distintas temporadas hidrológicas.

Para esta contribución se pretende evaluar, además de la importancia de la presencia de agua en los ciclos reproductivos, la presencia de estructuras respiratorias o natatorias de las especies de macroinvertebrados, según se presentan en el gradiente agua-tierra, haciendo posible diferenciar aquellas especies con algún grado de influencia acuática de aquellas netamente terrestres. Finalmente, para apreciar la sinergia ente los factores físicos y bióticos a implementar en esta propuesta, se aplicaron metodologías para el estudio geomorfológico e hidrológico, a través de información tanto primaria como secundaria, atendiendo así a una construcción de los límites funcionales de la Ciénaga de la Virgen que abarca los criterios propuestos por Vilardey *et al.*, (2014).

CIÉNAGA DE LA VIRGEN

La Ciénaga de la Virgen o de Tesca tiene tipología de humedal caracterizada como una laguna costera (Marin, 2000), puesto que, de acuerdo con Herrera y Morales (2010), este tipo de humedales son depresiones de agua poco profundas en las costas, las cuales tienen una conexión fija o intermitente con el mar, pero se encuentra rodeados por alguna barrera o formación natural que puede ser terraplén o una elevación tipo vega. Teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de la Virgen se clasifica como un Humedal marino/costero de estuario (Morales-B, *et al.*, 2014). La ventana de estudio está definida por el límite de la ciénaga y se encuentra a los 10°26'37.82"N y 75°29'24.14"O como centroide de la ventana de estudio y tiene una superficie de 3.131,94 ha. Para el caso de la Ciénaga la Virgen, se encuentra delimitado por un banco de arena y tejido urbano continuo, que corresponde a la ciudad de Cartagena, que se encuentra en la zona sur adyacente a la ventana. Así mismo, se rodea por el oriente con una matriz rural (Figura 1).

La Ventana de Estudio posee forma triangular, con una anchura máxima de 4,5 Km, una longitud de 7 Km aproximadamente y un espejo de agua de 22,5 Km², con una profundidad de 1,1 metros. (Castro *et al.*, 2002). Delimita con el mar por un cordón de arena de aproximadamente 1 m de altura que se abría en invierno, (GEO, 2009) siendo el único canal de comunicación entre el mar y la ciénaga “La Boquilla”. Según el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) 2002 con la construcción de la Bocana el flujo de agua del mar en la ciénaga es permanente, aunque se han interrumpido también las conexiones naturales, debido al relleno que ha venido compactando las bocas naturales.

Posee en sus márgenes manglar de tipo *Rhizophora mangle*, excepto en la zona sur y suroeste. La Ciénaga recibe aportes de aguas dulces de algunos arroyos como

Mesa, Hormigón, Limón, Cuatro Caños y Ternera, ubicados en la zona nororiental y originada en los relieves del área aledaña a los municipios de Santa Catalina, Santa Rosa y Turbaco (Álvarez-León y Blanco-Racedo, 1985).

Ciénaga de Juan Polo

Lonin, (2008), describe a la Ciénaga de Juan Polo como una laguna costera, ubicada al norte de la Ciénaga de La Virgen; estas dos están separadas del mar por una barra de sedimentos de la deriva litoral, lo que les permite ser independientes en algunos momentos del sistema marino, aunque entre las dos ciénagas si hay conexión directa, mediante unos caños angostos y someros. La profundidad característica de la Ciénaga de Tesca es de 1.5 m, mientras que la de Juan Polo es de 1 m. Los caños tienen entre 60 y 90 cm de profundidad en la parte más profunda. También afirma que antes de la construcción de **la Bocana** estabilizada al final del siglo pasado, la Ciénaga de Tesca tuvo una comunicación estacional con el mar Caribe a través de una boca natural conocida como “**La Boquilla**”.

La Boquilla es una zona de importancia del complejo cenagoso ya que cumple una función estabilizadora de mareas. Las especies de mangle presentes son: mangle negro *Avicennia germinans* (especie dominante, 67%), el mangle rojo *Rhizophora mangle* (30%) y el mangle blanco *Laguncularia racemosa*, así como el Zaragoza (*Conocarpus erecta*) las dos últimas especies poco importantes en dominancia por su menor cantidad.

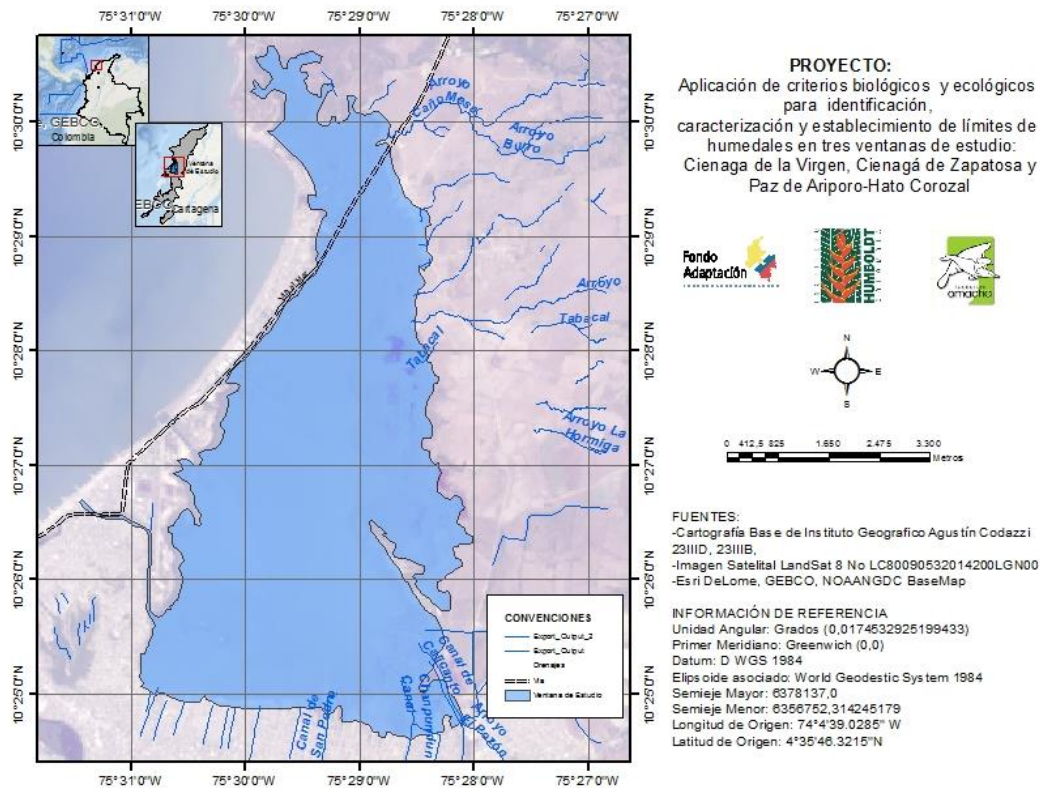


Figura 1. Ubicación de la Ciénaga de La Virgen (o de Tesca) respecto a la ciudad de Cartagena. Se describen también los tipos de suelos aledaños a la ciénaga.

Sector de la Bocana

La Bocana de Marea Estabilizada es una conexión artificial permanente entre el Mar y la Ciénaga de La Virgen con la ciudad de Cartagena, que garantiza el flujo y reflujo de las corrientes de marea; permitiendo el intercambio continuo de las agua (Beltrán, 2003).

Es un sistema cenagoso, lagunar costero compuesto por los canales y bocanas que interconectan al complejo del humedal. Esta intervenido actualmente, debido a que la tala es muy evidente en el costado occidental y sur de la ciénaga. El deterioro es mayor en las cercanías de los asentamientos humanos como la Boquilla y los barrios del sur de la ciénaga (GEO, 2009).

ASPECTOS AMBIENTALES Y FÍSICOS

De acuerdo con la Zonación Hidrográfica propuesta por el IDEAM (2013), la Ciénaga de La Virgen se encuentra ubicada en el área correspondiente a la Zona

Caribe colombiana, específicamente a la zona litoral, parte baja del río Magdalena, (ANEXO A).

Los sistemas cenagosos del Caribe incluyen **ciénagas ribereñas** que están conectadas hidrodinámicamente a los grandes ríos, pues son parte natural de la planicie costera y reciben la influencia fluvial y marina (Rangel *et al.*, 2012). Figuran en esta categoría varias marismas costeras, como las ciénagas de Cispatá (Córdoba), la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM-Magdalena), la Ciénaga de La Virgen (Cartagena), las ciénagas de Viojó, Redonda y Totumo (Atlántico), IDEAM (2013).

La Ciénaga de La Virgen a través del tiempo se ha constituido como un ecosistema primordial, donde se destacan los siguientes componentes:

Hidrología

El área total de la cuenca de la Ciénaga de La Virgen es de 520 km² y está formada por los arroyos tributarios que drenan hacia la ciénaga, la red de drenaje principal está constituida por ocho arroyos en la zona rural y por 20 canales en el perímetro urbano de la ciudad para encauzamiento y conducción controlada del drenaje pluvial. La ciénaga posee diferentes efluentes continentales en su margen oriental los caños: Caños Meza, Palenquillo, del Medio, Hormigas y Tabla (ANEXO B).

La ciénaga ha sido por muchos años el principal cuerpo receptor de las aguas servidas y de los residuos sólidos de la ciudad de Cartagena, estos últimos utilizados para consolidar invasiones en sus márgenes, ocasionando la disminución de su espejo de agua. Los costados sur y occidente se encuentran intervenidos por el avance del casco urbano de la ciudad de Cartagena. Allí se localizan la mayoría de los barrios periféricos conformando cinturones tuguriales.

Montoya y Aguirre (2009), describen los aspectos primordiales relacionados con la geomorfología de humedales en el estudio sobre “Estado del arte de la limnología en zonas inundables de zonas bajas (Ciénagas) en Colombia” afirmando que estos planos inundables son cuerpos de agua poco profundos con conexión directa y/o indirecta a un río (de forma temporal o permanente) y que tienen una columna de agua que no supera los 10 m, presentan estratificación durante el día y mezcla e isoterminia en la noche considerándose estos como sistemas polimícticos¹ cálidos y continuos.

Los humedales presentan, según Roldan y Ramírez (2008), tres zonas ecológicas definidas:

¹ Polimícticos, se refiere a humedales que tienen muchas mezclas por año, acorde con la clasificación Mixis propuesta por Lewis Jr. (1983).

1. Zona de aguas abiertas y de profundidad variable;
2. Zonas de bahías, por lo general menos profunda y
3. Zona marginal de vegetación, corresponde a la parte de la orilla ocupada por vegetación acuática.

Los humedales conectados a un río han sido catalogados bajo la denominación de llanuras de inundación y están sujetos a fluctuaciones importantes en los niveles y a cambios pronunciados de sus fases terrestres y acuáticas (sistemas pulsantes). Estas llanuras de inundación se puede ubicar como una macrounidad geomorfológica en donde predominan los procesos de dinámica fluvial (erosión, depositación, e inundación).

Este tipo de ecosistema depende de la influencia de la acción inundante del río y se configura como una zona de transición acuático terrestre (Junk, 1989), pues periódicamente se desborda sobre los lagos de planos inundables.

En la definición de la ventana de estudio para la Ciénaga de la Virgen no se encuentra, enmarcado las corrientes de agua superficial que drenan al cuerpo de agua. Sin embargo, mediante las cartografías Base 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) en la planchas 23IIID, 23IIIB, y la plancha a 1:100.000 de Colombia; se encuentra que presenta una hidrodinámica superficial activa hacia la Ciénaga. Es decir, esta dinámica está dada por sub cuencas de drenaje permanente que aportan sus aguas a la Ciénaga, así mismo posee pequeños drenajes de corriente intermitentes que se activan en tiempo seco, algunos de estos drenajes provienen de municipios circunvecinos a la ciudad de Cartagena. Estos drenajes superficiales provienen de otros municipios cercanos a Cartagena, como son, Clemencia, Villanueva, Turbaco y Santa Rosa.

Estos drenajes superficiales, conforman un modelo de redes dendríticas de diferentes órdenes según la clasificación de Strahler (1982), están definidas con cuatro cuencas de orden 1, tres de orden 2 y 3, y una cuenca de orden cuatro, De igual forma se le suman diversos drenajes o canales provenientes el tejido urbano. Estos drenajes que vienen de la ciudad al estar en una superficie impermeable aumenta la escorrentía superficial lo cual se drenan mayor cantidad de agua en temporadas de lluvia (Figura 2).

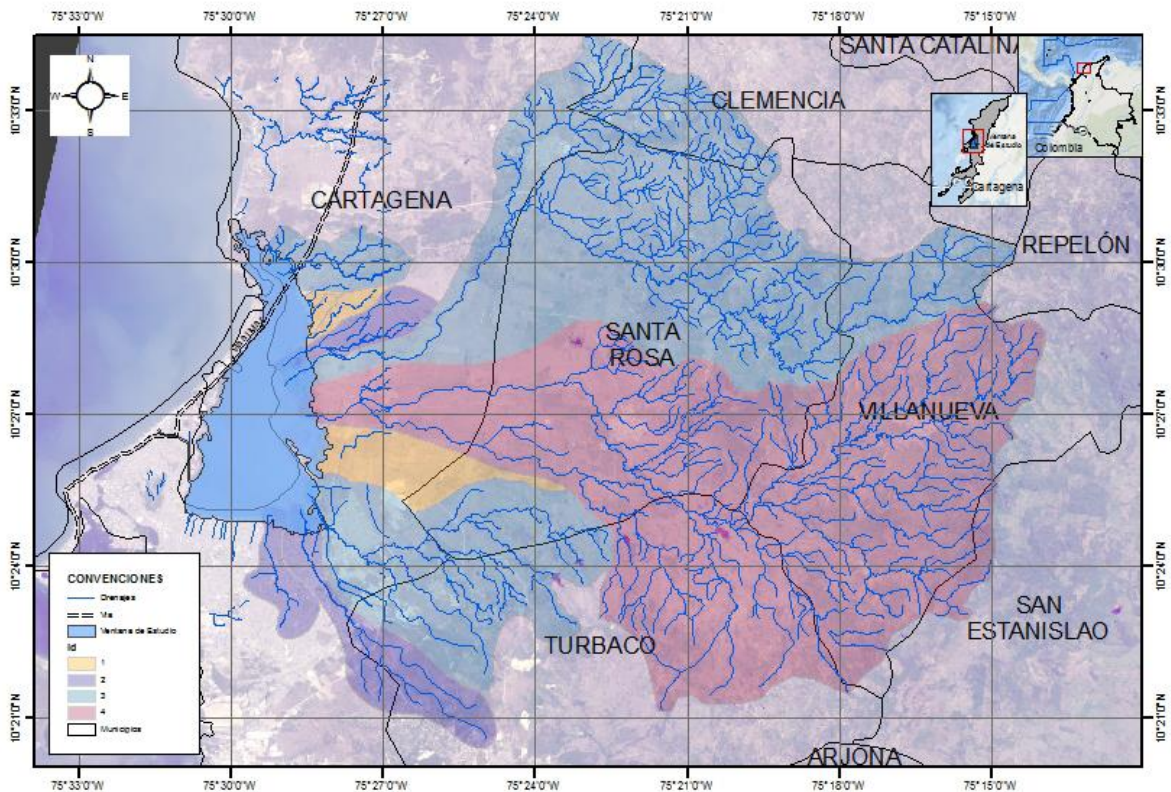


Figura 2. Corrientes superficiales y división de subcuencas que drenan a la Ciénaga la Virgen.

Cambios Espacio-temporales

Originalmente la ciénaga evacuaba hacia el mar su exceso de agua en el período lluvioso por varias bocas que se cerraban en la época seca. Provista de abundantes manglares y de fauna, la ciénaga fue tradicionalmente asiento de poblaciones de pescadores. Actualmente, por sus atributos paisajísticos, es un considerada un área de recreación transformando al turismo como la principal actividad laboral.

Según Álvarez-León y Blanco-Racedo, (1985). El sistema de comunicación entre la Ciénaga de La Virgen y la Bahía de Cartagena se ha perdido, ya que estas se comunicaban mediante una depresión de ciénagas y caños estabilizados por densos manglares, pero que con la construcción de la ciudad y el aeropuerto terminaron por interrumpir esta comunicación y aislarlos. Adicionalmente estas áreas, exhiben vegetación flotante y enraizada temporalmente, como concentraciones altas de sustancias húmicas y suelos saturados, producidos por las diferentes formas de contaminación que sufre la ciénaga.

Anteriormente Hawkins (1982) hacia inicios de los años ochenta alertaba sobre el rápido colmatamiento en la zona sur de la ciénaga de La Virgen y la creciente erosión continental, la tala de la franja del manglar y la contaminación urbana y agraria.

Conservación Internacional – Cardique (2004), describen que en la cuenca de la Ciénaga de La Virgen entre 1973 y 1986 se han perdido 265 hectáreas de manglar, pasando de 1.060 ha en 1973 a 795 en 1986. Esta disminución de la densidad de vegetación del manglar en los últimos años se debe principalmente a la tala para aprovechamiento de madera y para rellenos urbanos. En este último caso la zona intervenida no tiene posibilidades de recuperarse (GEO, 2009).

En los últimos años se ha establecido que la degradación de la ciénaga de La Virgen, ha llegado a un alto grado de descomposición por la carga de contaminación que desde hace más de treinta años ha venido recibiendo indiscriminadamente, especialmente plaguicidas, aguas negras, sedimentos provenientes de la erosión del cerro de La Popa, rellenos de construcciones ilícitas y deforestación, deteriorándose así uno de los ecosistemas más productivos y valiosos de la costa Caribe colombiana (GEO, 2009).

La construcción de la nueva carretera que comunica a Cartagena con Barranquilla, la cual separó franjas de manglar y taponó el intercambio de aguas de mar, altero el ecosistema, afectando negativamente la calidad de sus aguas y el estado de los recursos hidrobiológicos (Herrera, 1998 en Castro *et al.*, 2001).

Los rellenos ilegales afectan este cuerpo de agua, los cuales son auspiciados tanto por habitantes de bajos ingresos que buscan obtener espacios habitables, como por sectores influyentes que aspiran expandir las áreas de construcción en sitios que ofrecen servicios paisajísticos de alto valor económico.

Otro ejemplo de pérdida ambiental en la Ciénaga de La Virgen, es la tala de extensas zonas de manglares ubicados en el sector de la Boquilla (departamento de Bolívar), en donde se esperan construir proyectos turísticos por grandes empresarios, para lo cual se hace necesario la venta de los terrenos por loteo y como consecuencia la contaminación y posterior aterramiento de extensas zonas de mangle, además del fenómeno de desplazamiento, con el cual muchos colonos se apropian de estos terrenos (Arzuza *et al.*, 2008).

GEO, (2009) enfatiza en llevar a cabo una revisión permanente y juiciosa sobre la aplicación del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y en particular una vigilancia cuidadosa del diseño e implementación de los planes parciales de manejo. Así mismo, de los planes de prevención y atención de desastres, que implican detener la ocupación de zonas de alto riesgo y la reubicación de la población que las ocupa en la actualidad. En este sentido, debe considerarse el

impacto esperable del cambio climático sobre la línea de costa y las áreas bajas de la ciudad, en particular alrededor de la Ciénaga de La Virgen.

Según estudios adelantados por el Distrito de Cartagena, el déficit global para el servicio de aseo en el año 2004 fue del 28%, correspondiente a 43.512 usuarios no atendidos, ubicados en los barrios subnormales. Los porcentajes más bajos de cobertura en aseo se concentran en las unidades comuneras colindantes con la Ciénaga de La Virgen. Aspectos que deben tener una mayor atención por parte de las entidades responsables.

Datos de Conservación Internacional y Cardique (2004), afirman que entre 1973 y el 2003 la Ciénaga de La Virgen perdió 350 ha de espejo de agua de su contorno. (Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen).

La Ciénaga de La Virgen ha sido afectada por los vertimientos de aguas servidas por más de 45 años, lo cual produjo una disminución de la captura potencial esperada por la pesca artesanal en el área. Interpretándose así, que hace más de veinte años la ciénaga ya viene presentando problemáticas biológico-pesqueras, debido principalmente a temas de contaminación del humedal, ya que la ciénaga actúa como la principal vía de migraciones reproductivas y movimientos poblacionales de organismos acuáticos desde y hacia el vasto complejo de ciénagas que conforma el complejo cenagoso de La Virgen.

Especies como el caracol pala y el chipi-chipi reportadas por Hawkins en 1973, ya no existen. Para esa época, estas especies registraban una biomasa de 72,88 ton/año de peso de carne, de las cuales se explotaba y comercializaba 1.000 kg de carne al mes, (GEO, 2009).

Climatología

La zona de influencia del Mar Caribe colombiano presenta dos períodos climáticos principales, la época seca (verano) entre los meses de diciembre a abril, con predominio de vientos fuertes del sector norte - noreste y lluvias débiles y escasas. La época húmeda (invierno) con precipitaciones, se extiende desde agosto a noviembre y se caracteriza por presentar vientos débiles, de orientación variable y por un régimen de lluvias abundante. En esta época se presentan los denominados ciclones tropicales (huracanes), los cuales pueden aumentar el régimen de lluvias en todo el Caribe colombiano (CIOH, 2010).

Cartagena, por su situación geográfica, se encuentra bajo la influencia de los desplazamientos norte - sur de la Zona de Convergencia Inter Tropical (ZCIT). Esta zona es un cinturón semicontinuo de bajas presiones localizado entre las regiones subtropicales de los hemisferios norte y sur, con un clima que se caracteriza como

tropical semiárido. (CIOH, 2010). Presentando dos épocas de lluvia y de verano en cada año y un periodo de transición.

En el periodo de transición o “Veranillo de San Juan” (mayo, junio, julio), los vientos son más suaves excepto en julio, durante el cual las velocidades alcanzan 19,2 m/s, (Pagliardini *et al.*, 1982) amoldando las condiciones hacia la época más lluviosa.

Temperatura: entre los meses de mayo a junio se presenta un periodo de transición que se conoce como el veranillo de San Juan (Pagliardini *et al.*, 1982). El inicio de esta época marca también el comienzo de la temporada de huracanes en el área del océano Atlántico norte, golfo de México y mar Caribe, que se extiende hasta el mes de noviembre. El clima en Cartagena, durante el periodo comprendido entre 1943 y 2006 (CIOH, 2010), registró una tendencia en la temperatura media multianual que osciló entre los 26,8°C en los primeros meses del año incrementándose hasta los 28,2°C entre mayo y septiembre, para descender a 27,3°C hacia finales del año (Figura 3a). Según Álvarez-León y Blanco-Racedo (1983) la temperatura superficial del agua varía entre 27 y 32 °C.

Precipitaciones: en la ciudad de Cartagena la época húmeda, va desde el mes de abril al mes de noviembre, incluso en ocasiones se extiende hasta la segunda semana del mes de diciembre, la cuales oscilan entre 29 y 244 mm/mes, constituyéndose octubre como el mes de más altos índices de pluviosidad. El período seco transcurre entre los meses de diciembre hasta marzo, con promedios entre 1.0 y 37 mm/mes. (Figura 3b).

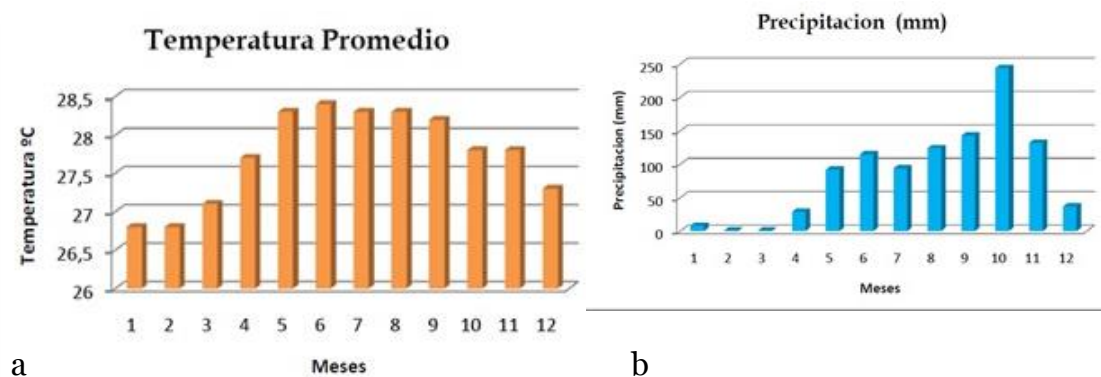


Figura 3. (a) Temperatura promedio y (b). Precipitación entre 2007 y 2010, registrada en la Estación Meteorológica del Aeropuerto Rafael Núñez de Cartagena (CIOH, 2010).

Humedad relativa: Los mayores niveles de humedad se registran en los meses de octubre y noviembre, los más lluviosos con un 82%, le siguen mayo, junio, agosto, septiembre y diciembre con 81%, y los de menor humedad son febrero y marzo con 78%, así mismo la media anual es de 80% (ANEXO C).

Condiciones Físico-Químicas

Entre los principales parámetros (Físicos) como la temperatura ambiente se puede encontrar variaciones entre 27 y 34 °C, el pH (Químico) presenta bajas variaciones con valores entre 7,4 y 7,6; el oxígeno en superficie puede fluctuar entre 7,1 y 16,8 ml/L; la transparencia presenta un amplio rango entre 0 y 6 m tal como corresponde a ambientes costeros tropicales con una variedad de ambientes que incluyen desde fondos rocoso-coralinos hasta fondos anóxicos oscuros (Álvarez-León y Blanco-Racedo, 1985).

La salinidad varía considerablemente y sus valores máximos más frecuentes están entre 0 y 35 ‰ lo que permite clasificarlos como ambientes mixohalinos, influenciados por el ciclo de mareas, y de diferente grado de salinidad, producto de la interacción entre el agua marina y el agua dulce.

Cambio de las Condiciones Físico-Químicas.

Resultados de análisis de parámetros fisicoquímicos monitoreados entre 2006 y 2010 por Maldonado *et al.*, (2011) se encuentran en (ANEXO D) demostrando el continuo incremento en contaminación. Otros estudios realizados para contaminación en la región Caribe, se encuentra Ramos-Ortega *et al.*, (2008), identificando las principales fuentes de contaminación microbiológica en la Bahía de Santa Marta (condiciones similares con Cartagena). Respecto a contaminación por compuestos organoclorados se corresponde con Plata *et al.*, (1993). Quienes describen la problemática en la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) y también Garay (1986), registrando información sobre la contaminación por hidrocarburos en la Bahía de Cartagena.

En la Ciénaga de La Virgen, los impactos acumulativos generados por descargas de aguas residuales y los residuos sólidos, han diezmando las poblaciones de flora y fauna. Estos aspectos que envuelven los análisis se integran al presente estudio, como un componente socioecosistémico, posterior a la construcción de La Bocana. La dilución producida por la operación de la Bocana, ha permitido una mayor asimilación por parte del medio de la biomasa algal, estabilizando el oxígeno disuelto, aportando oxígeno a la ciénaga para realizar los procesos de oxidación de los nutrientes, como el amonio. El oxígeno es fundamental en los ciclos biogeoquímicos del Carbono, Fósforo y Nitrógeno; y por el escaso oxígeno disponible no se realizaban completamente estos procesos, resultado del poco intercambio de agua entre la ciénaga y el Mar. Al operar la Bocana, esto permite

que los compuestos sólidos orgánicos queden finalmente reducidos a sales inorgánicas estables como son los nitratos, sulfatos, fosfatos, etc. y posteriormente sean asimilados por el medio (Beltrán, 2003).

Según Invemar, (2007) por su condición de estuario y por los vertimientos de aguas servidas que realiza el Distrito de Cartagena, el agua de la Ciénaga de La Virgen presenta las siguientes características:

- Valores mayores a 100 µg/L de amonio Invemar, (2007).
- Concentraciones históricas de fósforo inorgánico en sus aguas, ha registrado valores por encima de 100 µg/L (Marín *et al.* 2005).
- No reporta niveles significativos de hidrocarburos (HC). En el 2003 por ejemplo, registró valores inferiores a 0.2 µg/L.
- Contaminación por residuos de plaguicidas organoclorados debido a las actividades agrícolas en sus alrededores (Garay y Castro, 1993).

La información histórica sobre residuos de plaguicidas OC, permitió establecer que los niveles de residuos en la época seca se encontraban entre 10 y 30 ng/L, estando los mayores registros en la Ciénaga de La Virgen. En la época de transición el rango se reduce a valores entre los 3-10 ng/L y aumenta nuevamente de 10-30 ng/L para la época húmeda.

Por otra parte, el Canal del Dique, aporta un volumen considerable de aguas continentales a la Bahía de Cartagena; su caudal máximo es de 1.000 m³/s y el mínimo de 55 m³/s. Los aportes de aguas del río Magdalena a través del canal tienen un efecto fertilizante que contribuye con la **eutrofización** de la bahía y aporta sedimentos que afecta la calidad y salinidad de sus aguas. De igual forma, estos vertimientos aportan compuestos tóxicos provenientes de productos agrícolas, como fertilizantes y plaguicidas (organoclorados y organofosforados) que posiblemente están incorporándose al complejo cenagoso de la Ciénaga de La Virgen (GEO, 2009).

ASPECTOS BIÓTICOS

Fauna acuática

La ciénaga presenta un 47% de especies marino-estuarinas y 28% estuarinas reconocidas por su tolerancia a cambios de salinidad como lisas, sábalos, anchoas, chivos entre otras. Las especies de origen marino constituyen el 19% y del total las especies, dulceacuícolas el 6% (Álvarez-León y Blanco-Racedo, 1985).

En la Ciénaga de La Virgen sobresalen (biotopos) areno-fangosos y, los de manglares y algas de la ciénaga, lo cual se considera de vital importancia para los ecosistemas, ya que se constituyen en una fuente básica de producción primaria.

Fitoplancton

El fitoplancton es un indicador potencial de la calidad del agua local por su gran diversidad de especies, su rápida tasa de crecimiento y su facultad de reaccionar casi inmediatamente ante los cambios ambientales. El fitoplancton muestra una rápida respuesta a factores como nutrientes, zooplancton, contaminantes, luz, temperatura y turbulencia. Para un mejor entendimiento de las relaciones de parámetros fisicoquímicos y biodiversidad fitoplanctónica en las ciénagas del Bajo Magdalena se encuentra el estudio de la Corporación Autónoma Regional del Atlántico CRA, (2012).

Los grupos de algas predominantes en aguas dulces tropicales (Pinilla y Duarte, 2006) como son las ciénagas de la zona del Canal del Dique (Departamento de Bolívar), presentan estos tipos de algas:

Indicadores Biológicos e Hidroperiodos

- Bacillariophyta: Usualmente denominadas diatomeas, presentan variedad de formas y tamaños, pero tienen la característica común de constituir conchas silíceas cuyos patrones de ornamentación son importantes en su taxonomía.

- Cyanophyta: Se las conoce como algas verde-azules o como cianobacterias. Varían de formas unicelulares hasta coloniales. Algunas especies tienen la capacidad de fijar nitrógeno de la atmósfera (Anabaena, Nostoc), por lo que se las asocia con aguas deficitarias en nitrógeno o ricas en fósforo. Son propias de condiciones ambientales estables.

- Chlorophyta: Se las conoce como algas verdes, por el color brillante de sus cloroplastos. Incluyen desde formas unicelulares hasta coloniales y de libre movimiento o adheridas a un sustrato. En general las asocian con aguas ricas en nutrientes y con una alta relación N:P. Las algas de la familia Desmidiaceae son más propias del perifiton, por lo que aparecen accidentalmente en el plancton.

- Dinophyta: Comúnmente conocidas como dinoflagelados, las especies de este grupo están cubiertas por placas de celulosa con ornamentaciones características y están provistas de dos flagelos. Son poco apetecidas por el zooplancton.

- Euglenophyta: Aunque son fotosintetizadores, muchas de ellas pueden ser saprófagas (consumidoras de materia orgánica en descomposición), por lo que se las considera indicadoras de aguas ricas en materia orgánica.

El primer estudio sobre fitoplancton del área de influencia de la Ciénaga de La Virgen es el realizado por Arias y Durán (1984) quienes registran las principales especies para la Bahía de Cartagena (Tabla 1).

La composición del plancton estuarino (ANEXO E) no es esencia muy diferente a la de el plancton marino, aunque para ambos grupos de fito y zooplancton se presenta

un ligero aumento en el número de especies debido a la presencia de varias especies de agua dulce de los ríos que pueden adaptarse a las variaciones periódicas de salinidad y de otros factores climáticos, hidrográficos y bióticos. Los microorganismos plantónicos que viven dentro de los estuarios son influenciados por los procesos bentónicos, tales como la resuspensión de materiales, de los organismos y la difusión de nutrientes.

Tabla 1. Especies Fitoplanctónicas presentes en la Bahía de Cartagena.

| FITOPLANCTON BAHÍA DE CARTAGENA-CIÉNAGA DE LA VIRGEN | | | | |
|--|-----------------|------------------------|----------------------------------|----------------------|
| GRUPO | GÉNERO | ESPECIE | AUTOR | UBICACIÓN GEOGRÁFICA |
| DIATOMEAS | Amphora | sp. | ARIAS, F. y J. DURÁN, (1984). | Bahía de Cartagena |
| | Bacteriastrium | delicatum | | |
| | Bacteriastrium | comosum | | |
| | Biddulphia | regia | | |
| | Coscinodiscus | centralis | | |
| | Coscinodiscus | asteromphalus | | |
| | Coscinodiscus | radiatus | | |
| | Chaetoceros | diversum | | |
| | Chaetoceros | curvisetum | | |
| | Chaetoceros | sp. | | |
| | Diploneis | sp. | | |
| | Gyrosigma | balticum | | |
| | Navicula | sp. | | |
| | Nitzchia | pungues | | |
| | Nitzchia | sp. | | |
| | Nitzchia | longissima | | |
| | Rhizosolenia | robusta | | |
| Rhizosolenia | calcar-avis | | | |
| Eskeletonema | nitzschiodes | | | |
| Thalassiosira | sp. | | | |
| Thalassiosira | mediterranea | | | |
| Thalassiosira | aestinalis | | | |
| DINOFLAGELADOS | Ceratium | hircus | ARIAS, F. y J. DURÁN, (1984). | Bahía de Cartagena |
| | Ceratium | fusca | | |
| | Ceratium | tripos | | |
| | Ceratium | trichoceros | | |
| | Dinophysis | caudata var abreviola | | |
| | Dinophysis | caudata var pedimulata | | |
| | Gonyaulax | polyedra | | |
| | Gonyaulax | sp. | | |
| | Ornithocercus | magnificies | | |
| | Peridinium | oblongum | | |
| | Prorocentrum | gracile | | |
| | Prorocentrum | micaus | | |
| | Protoperidinium | oceanicum | | |
| Pyraphicus | horologium | | | |

Zooplancton

La composición del zooplancton estuarino es en esencia similar a la de zonas marinas aunque presentan un número más elevado de especies estuarinas, pues es donde se realiza la reproducción de peces, moluscos y crustáceos. Las

observaciones realizadas en la Ciénaga de Luruaco (CRA, 2012), permiten establecer los grupos y especies principales del zooplancton estuarino presente en una ciénaga del caribe colombiano.

Indicadores de Hidrodinámica

Los ciliados son organismos protozoos unicelulares, con amplia distribución en todos los tipos de suelo, sensibles a los cambios y fluctuaciones en sus hábitats. Su función dentro de los ecosistemas de manglar radica en que hacen parte de la cadena alimenticia y son los responsables de la transferencia de energía dentro del ecosistema del suelo hacia los cuerpos de agua. Entre los principales copépodos y protozoos (Tabla 2) asociados a los ecosistemas de manglar en complejos cenagosos de la cuenca baja del Magdalena según Atencio *et al.*, (2005) están:

Tabla 2. Zooplancton cuenca baja del Magdalena (Ciénaga de La Virgen).

| ZOOPLANCTON CUENCA BAJA DEL MAGDALENA (CIÉNAGA DE CIÉNAGA DE LA VIRGEN) | | | | |
|---|---------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
| GRUPO | GÉNERO | ESPECIE | AUTOR | UBICACIÓN GEOGRÁFICA |
| CALANOIDES | Notodiaptomus | maracabensis | ATENCIO, et al., (2005) | Complejo Cenagoso de Malambo |
| | Notodiaptomus | coniferoides | | |
| CYCLOPOIDES | Mesocyclops | venezolanus | | |
| | Thermocyclops | tenius | | |
| CLADOCERO | Moina | minuta | GALLO-SÁNCHEZ, L. (2009). | Complejo cenagoso de Ayapel |
| ROTIFEROS | Brachionus | caudatus var. personatus | | |
| | Brachionus | calyciflorus | | |
| CYCLOPOIDES | copepoditos | calanoidea | | |
| CALANOIDES | copepoditos | cyclopoidea | | |

Macroinvertebrados acuáticos

La Ciénaga de La Virgen es conocida como uno de los humedales costeros más importantes de Colombia, los canales que la interconectan con el mar albergan ecosistemas de manglar que forman un bosque valioso al servir como refugio de estadíos larvales y juveniles de peces e invertebrados y hábitat para aves migratorias, también es considerado un ecosistema frágil debido a las constantes presiones generadas por las actividades antropogénicas de sus alrededores. Este cuerpo de agua es alimentado por diferentes afluentes como lo son aguas provenientes de varios arroyos que se originan en la cuenca hidrográfica de la ciénaga de La Virgen y aguas procedentes de drenajes pluviales del área urbana de la ciudad, acompañada por aguas residuales de las conexiones ilegales del alcantarillado, vertimientos de estaciones de servicio y residuos sólidos que arrojan los habitantes de la comunidades adyacentes a estos canales (Mendoza, *et al.* 2010).

Sin embargo, pese a la importancia de este ecosistema costero, los estudios relacionados a los macroinvertebrados acuáticos son escasos y antiguos, lo que crea la necesidad de adelantar trabajos de caracterización para esta comunidad. Algunos de los estudios concernientes a los manglares de la costa Caribe colombiana con relación a las comunidades de macroinvertebrados acuáticos son el de Perdomo-Herrera (1971) acerca de la macrofauna asociada a las raíces de los manglares en la isla de Manzanillo, en el cual se determina la productividad de la población con respecto a las especies encontradas en mayor abundancia de *Balanus eburneus*, *Balanus amphitrite*, *Brachidontes* sp., *Isognomon alatus*, *Isognomon radiatus* y *Ostrea permollis*; Pérez-García y Victoria-Rueda (1977), quienes estudiaron la diversidad y macrofauna de las raíces sumergidas del mangle rojo (*R. mangle*) en la bahía de Cartagena y la Ciénaga de los Vásquez, donde reportaron las especies de anélidos *Megaloma pacifica* y *Marphysa* cf. *aenea*, *Dorvillea sociabilis*, *Neanthes* sp. y *Ceratonereis* sp.

Se suman a estos los trabajos de Cifuentes-Aragón (1980), quien realizó una contribución al conocimiento de la estructura, fauna y flora de los manglares en la bahía de Cartagena, identificando un total de 61 especies habitantes de éste ecosistema, encontrando que la fauna está constituida por un reducido número de especies eurihalinas, principalmente pertenecientes a los phylum Annelida, Cnidaria, Briozoa, Porifera, Mollusca, Arthropoda, Echinodermata y Chordata; Jácome (1985), estudió la distribución y zonación de crustáceos decápodos de los manglares de la bahía de Barbacoas, identificando un total de 2214 miembros de 16 especies reportadas para la bahía; Polanía-Vorenberg *et al.* (1991), caracterizaron los manglares de la bahía de Cartagena haciendo énfasis en el área de influencia de ECOPETROL y el sector industrial de Mamonal, determinando que las especies pertenecieron a los phylum Annelida, Mollusca y Arthropoda; por último, Caicedo-Lara *et al.* (1992) realizaron un inventario sistemático de las especies de invertebrados asociados a las raíces de *Rhizophora mangle* en la ciénaga de Cocoliso (Caribe colombiano) reportando 108 especies pertenecientes a Porifera, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Annelida, Cnidaria y Chordata (Estrada, A. 2007).

Dentro de los estudios más recientes para la Ciénaga se encuentra el realizado por la Fundación Ecoprogreso durante el mes de Julio de 2014, en el cual se abarcaron los grupos taxonómicos de bivalvos, gastrópodos, insectos y crustáceos, en la Tabla 3 y Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos durante el estudio, para Moluscos e Insectos respectivamente.

Tabla 3. Especies de moluscos presentes en Ciénaga de la Virgen. Fuente: Fundación Ecoprogreso (2014).

| | Nombre científico | Nombre común | Abundancia Total |
|-------------|---------------------------------|-------------------|------------------|
| Bivalvia | <i>Anomalocardia brasiliana</i> | chipi chipi | 251 |
| | <i>Mytella charruana</i> | Mejillón morado | 188 |
| | <i>Crassostrea rhizophorae</i> | Ostra | 150 |
| | <i>Perna viridis</i> | Mejillón verde | 3 |
| | <i>Isognomon alatus</i> | | 11 |
| | <i>Eurytellina lineata</i> | | 2 |
| | <i>Protothaca pectorina</i> | | 1 |
| Gastropodos | <i>Melognema melognema</i> | Caracol soldado | 65 |
| | <i>Littorina angulifera</i> | Caracol de mangle | 17 |
| | <i>Neritina virgínea</i> | Caracol | 11 |

Tabla 4. Especies de Insectos observadas Ciénaga de La Virgen. Fuente Fundación Ecoprogreso (2014).

| Orden | Familia | Morfoespecie | Hábitat | Área de muestreo | Individuos observados | Observaciones |
|--|----------------|-----------------------|---------|--------------------------|-----------------------|---|
| Odonata (Libélulas) | Libellulidae | Espécimen 1 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 3 | Movilizándose entre el mangle y áreas abiertas hacia la ciénaga |
| | | Espécimen 2 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 1 | Movilizándose entre el mangle y áreas abiertas hacia la ciénaga |
| | | Espécimen 3 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 1 | Movilizándose entre el mangle y áreas abiertas hacia la ciénaga |
| | Coenagrionidae | Espécimen 4 | Mangle | Puerto Rey | 2 | Posada y volando adyacente al manglar |
| Mantodea (Mantis religiosas) | Thespidae | Espécimen 1 | Mangle | Puerto Rey | 1 | Movilizándose en las ramas del mangle |
| Orthoptera (grillos) | Tettigonidae | Espécimen 1 | Mangle | Bajo de Mesa | 1 | Posado en las ramas del mangle |
| Hymenoptera (abejas, avispas y hormigas) | Apidae | <i>Apis mellifera</i> | Mangle | Puerto Rey | 5 | Posada y volando adyacente al manglar |
| | | Espécimen 1 | Mangle | Puerto Rey | 2 | Posada y volando adyacente al manglar |
| | Vespidae | Espécimen 1 | Mangle | Bajo de Mesa | 1 | Volando entre el mangle |
| | Formicidae | Espécimen 1 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 5 | Asociada a las ramas del mangle |
| Hemiptera (chinchas) | Reduviidae | Espécimen 1 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 2 | Posado en las ramas del mangle |
| | | Espécimen 2 | Mangle | Bajo de Mesa | 1 | Posado en las ramas del mangle |
| Lepidoptera (Mariposas) | Pieridae | <i>Phoebis</i> sp. 1 | Mangle | Puerto Rey, Bajo de Mesa | 2 | Volando entre el mangle y áreas abiertas hacia la ciénaga |
| Total | | 13 especies | | | 27 | |

Para los crustáceos se estimaron aproximadamente 85 individuos para las áreas estudiadas, dentro de las cuales la especie con mayor abundancia fue el cangrejo “café” que puede corresponder a juveniles de cangrejo araña. Algunos registros corresponden a Cangrejo violinista, *Sesarma* sp., Ermitaño, Araña y Jaiba.

Fauna Vertebrada (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos)

Para la cuenca de la Ciénaga de La Virgen, se realizaron los siguientes registros para la fauna terrestre según el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCH) de la Ciénaga de la Virgen 2004:

Anfibios y Reptiles

Se registró un total de 19 especies de anuros pertenecientes a seis familias, de los cuales tres se encuentran registradas como endémicas *Ceratophrys calcarata*, *Pseudis paradoxa* y a nivel de subespecie lo es *P. p nicefori* y sólo una especie (*Dendrobates truncatus*) se encuentra registrada como NT (casi amenazado) según los libros rojos de especies amenazadas, las restantes especies registradas tienen un estatus desconocido, por otra parte se registraron las siguientes especies como potenciales para la cuenca dadas las condiciones de cobertura y asociaciones al medio acuático, *Agalgnis callidryas*, *Phyllomedusa venusta*, *Hyla boans*, *Leptodactylus pentadactylus*, *Eleutherodactylus raniformis*, *Relictivomer pearsei* y *Caecilia subnigricans* (especie asociada al medio acuático). Para los reptiles, se registraron 39 especies, de los cuales siete se encuentran dentro de alguna categoría de amenaza o en estatus de interés, Tabla 5.

Tabla 5. Reptiles registrados en alguna categoría de amenaza.

| Familia | Especie | Nombre Común | Estatus |
|----------------|------------------------------|---------------------|----------------|
| Emididae | <i>Trachemys scripta</i> | Hicotea | CA |
| Testunidae | <i>Geochelone carbonaria</i> | Morrocoya | PC |
| Alligatoridae | <i>Caiman crocodylus</i> | Babilla | PM, EC |
| Boidae | <i>Boa constrictor</i> | Boa | DD, EC |
| Crotalidae | <i>Bothrops asper</i> | Boquidorada | DD, EC |
| Iguanidae | <i>Iguana iguana</i> | Iguana | DD, EC |
| Teiidae | <i>Tupinambis teguixin</i> | Lobo pollero | DD, EC |

DD: Datos deficientes, CA: Casi amenazado, PC: Preocupación crítica, PM: Preocupación menor, EC: Explotado comercialmente.

Fuente: MAVDT, CARDIQUE y CI, 2004.

Mamíferos

Se detectó la presencia de 17 especies pertenecientes a 14 familias, el grupo mejor representado fue el de los murciélagos con 5 especies; de los registros presentados el Perezoso o perica ligera (*Bradypus variegatus*) se encuentra categorizado como casi amenazado, el mono colorado (*Alouatta seniculus*) se halla en bajo la categoría VU (vulnerable). Algunas de las especies reportadas como de posible presencia dadas las características favorables de la zona para su desarrollo son el Tití cabeciblanco (*Saguinus oedipus*), el mono colorado (*Alouatta seniculus*) presente en áreas con vegetación boscosa, el venado (*Mazama gouazoubira*), el mono de noche (*Aotus trivirgatus*) y roedores como el agutí (*Agouti paca*) y el ñeque (*Dasyprocta punctata*).

Aves

Se apreció como el grupo con mayor diversidad registrándose 109 especies distribuidas en 41 familias, de estas la mejor representada fue Tyrannidae con 11 especies, seguida por Accipitridae con 8 especies. La Guacharaca (*Ortalis garrula*) es la única especie endémica; se destaca la presencia de aves que requieren de hábitats con bosques conservados como es el caso de el tucán (*Ramphastus sulfuratus*), el cola hedionda u oropendola (*Psaracolius decumano*) el carpintero grande (*Campephylum melanoleucos*) y el copetón (*Bryocopus lineatus*).

Ictiofauna

Para la caracterización de la ictiofauna se tuvieron en cuenta los registros presentados durante los periodos de 24-07-2003, 30-07-2003 y 02-08-2003 en tres estaciones de muestreo dentro de la ciénaga: 1. La Ciénaga de Juan Polo, 2. Punta Canalete en la parte Oriental de la ciénaga de Tesca -Juan Polo y 3. Entre la Punta del Boquerón y la Bocana, dentro del estudio generado por INVEMAR – ACUACAR (2004). En el sistema ciénaga de La Virgen, se contaron 279 individuos, agrupados en 19 especies que arrojaron una biomasa de 14622,1 gr, donde *M. curema* (37,5%), *C. sapidus* (16,7%) y *M. incilis* (14,9%) fueron las especies más representativas en número y *M. curema* (5514,9 gr), *M. incilis* (2145,0 gr), *C. sapidus* (1873,4 gr), *E. Plumieri* (1038,2 gr) y *C. undecimalis* (1006,9 gr) las que aportaron la mayor parte de la biomasa del área (79,2%).

Vegetación Terrestre Y Acuática De Estuarios Y Playas De La Ciénaga De La Virgen

Rangel-Ch (2012), en su compilación para la vegetación de la Región Caribe, describe las siguientes formaciones de estuarios y playas, establecidas entre el límite de las mareas y los 100 metros de altitud, las cuales se presentan potencialmente en la zona de estudio:

Manglares: formaciones vegetales (hidro-halófitas) con dominancia de *Rhizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* y *Avicennia germinans*, presentan adaptaciones para sustratos inestables (zancos) y para el intercambio gaseoso.

Formaciones de playa: vegetación tipo prado que se presenta a continuación del manglar; en el estrato rasante domina *Batis maritima*.

Matorrales: vegetación de porte bajo, con elementos ralos y esparcidos, influenciados por acción antrópica. Las especies dominantes son *Blutaparon vermiculare*, *Prosopis juliflora* y *Heterostachys ritteriana*.

Herbazales: formación vegetal que sustituye a la vegetación del matorral y del bosque espinoso en sitios muy influenciados por la sal; domina *Sesuvium edmonstonei*.

Se distinguen a su vez las siguientes comunidades Comunidad típica de manglar: Áreas con condición alta de salinidad, manglares de *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*; Manglares de *Rhizophora mangle* y *Laguncularia racemosa*: en zonas con mayor influencia de agua dulce; Manglares de *Avicennia germinans* y *Laguncularia racemosa*: áreas muy transformadas y mayor influencia de agua dulce; Manglar muy intervenido: solo con presencia de *Rhizophora mangle*.

De forma específica para la Ciénaga de la Virgen, Martínez, *et al.*, (2004) resume los estudios de INVEMAR & ECOQUIMIA S.A., según los cuales el bosque de manglar está dominado por *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans* y en menor proporción por *Laguncularia racemosa* y *Conocarpus erecta*. Esta especies presentan una zonación en la ciénaga en la cual *R. mangle* se ubica en los bordes de la ciénaga y canales, conformando franjas de 5 a 12 m de ancho, hacia el interior se presenta *A. germinans* en los sitios menos intervenidos llegando hasta el borde del bosque seco tropical; *L. racemosa* fue una especie poco frecuente y se encontró en los bordes de estanques abandonados, mientras que *C. erecta* fue la especie menos frecuente y solo se encontró en el límite del manglar con la vegetación de tierra firme.

CAMBIOS DE LA VEGETACIÓN EN LA CIÉNAGA

Estos bosques presentan incrementos históricos de su área hacia el sector oriental y en algunos sitios del sector occidental de la ciénaga, donde además se presentan los bosques más densos y poco intervenidos, dominados por *A. germinans*, mientras que al sur occidente y occidente se detectó disminución en la cobertura, bosques ralos y muy intervenidos dominados por *R. mangle*, atribuyendo evidentemente esta menor condición en la salud del ecosistema a la presencia y expansión de la zona urbana de Cartagena (Martínez, *et al.*, 2004).

IDENTIFICACIÓN DE LAS PROBLEMÁTICAS

Hay información que demuestra la demanda creciente que existe por el uso de recursos naturales y servicios ambientales en la ciudad de Cartagena. Por ejemplo, la población de Colombia, en los últimos años creció un 42%, mientras la de Cartagena lo hizo en 187%, es decir, 3 veces por encima del crecimiento del país, claro que, teniendo en cuenta las cifras por desplazamiento de personas en la región. (GEO, 2009).

En 1978, el traslado del mercado público de Getsemaní a Bazurto, propició la urbanización de los terrenos próximos a la Ciénaga de la Virgen. Lo anterior, dio origen al crecimiento de asentamientos subnormales que se establecieron a partir del relleno de este cuerpo de agua. Parte del déficit habitacional en Cartagena se concentra en los estratos 1 y 2, es decir, la población de bajos ingresos. Estos grupos habitan en zonas de riesgo y vulnerabilidad ambiental como la Ciénaga de La Virgen, donde sus viviendas no tienen las condiciones adecuadas de habitabilidad.

Los aportes de aguas del río Magdalena a través de los canales tienen un efecto fertilizante que contribuye con la eutrofización de la bahía y aporta sedimentos que afectan la calidad y salinidad de sus aguas. De igual forma, estos vertimientos aportan compuestos tóxicos provenientes de productos agrícolas, como fertilizantes y plaguicidas (organoclorados y organofosforados). Los cuales se pueden integrar a las redes tróficas que componen la gran diversidad de especies de la Ciénaga de La Virgen.

La ciénaga ha sido por muchos años el principal cuerpo receptor de las aguas servidas de la ciudad y de los residuos sólidos, estos utilizados para consolidar las invasiones en sus márgenes, ocasionando la disminución de su espejo de agua. Los rellenos son auspiciados tanto por habitantes de bajos ingresos que buscan obtener espacios habitables, como por sectores influyentes que aspiran expandir las áreas de construcción en sitios que ofrecen servicios paisajísticos de alto valor económico.

Especies Amenazadas

Aunque ninguna de la especies de mangle se encuentra en alguna categoría de amenaza nacional o internacional, la IUCN indica la tendencia al decrecimiento de las poblaciones de estas especies, lo cual para el Caribe Colombiano se relaciona con el fuerte aprovechamiento forestal que se han presentado en estos bosques, lo cual llevo a que en el litoral del Caribe, el aprovechamiento industrial se suspendiera por la veda impuesta en 1978, por lo que en la actualidad solo se realiza aprovechamiento artesanal para la obtención de madera, que es utilizada en fabricación de carbón, leña y para la industria de la construcción (varas, vigones, horcones, pilotes) y postes para redes eléctricas (Álvares-León, 2003).

METODOLOGIA PROPUESTA PARA EL ESTUDIO

Fuente de Información

Para tener un conocimiento básico general de las condiciones físicas, limnológicas y bióticas del área de estudio, se usaron diversas fuentes de información secundaria, la cual presenta en algunos aspectos una gran escala (Departamental o Regional), dado que las fuentes presentaron, especialmente para las especies bióticas, datos de distribución a partir de territorios políticos; la información física presenta sin embargo datos locales en algunos casos muy actualizados.

De manera más explícita, la información secundaria geomorfológica y meteorológica se basa principalmente en datos del IDEAM y Planes de ordenamiento territorial. La información limnológica (físicoquímica e hidrobiológica) se basa en datos del Invenmar y Cardique principalmente. La información de la fauna vertebrada se basa en el Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica (POMCH) de la Ciénaga de la Virgen, además de la consulta de páginas web del Instituto Alexander Von Humboldt, resolución 0192 del 14 de febrero de 2014 (MAVDT), actual MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y listas CITES y UICN. Para la vegetación tanto acuática como terrestre, los datos se basan en la compilación realizada por Rangel-Ch (2012) de los estudios de la vegetación de la Región del Caribe Colombiano y los aportes de Cortés-Castillo & Rangel-Ch (2011) para los bosques de mangle en un gradiente de salinidad en el Departamento de Córdoba, así como revisiones en la resolución 0192 del 14 del MADS y listas CITES y UICN. Finalmente, se tuvo en cuenta las propuestas de zonificación de los manglares del Caribe y los diseño de estrategias y lineamientos para el manejo sostenible y la conservación de estos ecosistemas (Sánchez-Páez et al. 1997, Sánchez-Páez et al. 2000).

Por su parte, se aplicaron y enriquecieron los principios y criterios para la delimitación de humedales continentales presentados por Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (Vilardy *et al.*, 2014).

Fase de Campo (Propuesta metodológica para la salida al campo proyectada)

Muestreo para la vegetación de tierra firme (manglares y bosques aledaños)

La metodología propuesta para este estudio se basa en una adaptación al documento de referencia "Evaluación biológica en los complejos de humedales (RAP's o AquaRAP's)" (Lasso *et al.*, 2014), en la cual para la vegetación boscosa se propone el uso de transectos Gentry, tomando datos de altura y DAP de los individuos encontrados al interior del transecto. Sin embargo, con el fin de enriquecer dicha propuesta, la caracterización de esta comunidad se basará además en los criterios fisionómicos detallados por Rangel & Velásquez (1997), los cuales se fundamentan en la estructura vertical y horizontal de los componentes del bosque a través del levantamiento de datos de densidad, altura y DAP, tomando dicha información a través del Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto (PCQM) para caracterizar comunidades boscosas adaptado por Rudas (2009).

La metodología del transecto propuesta por Gentry (1988), en la cual en un área específica se toma medidas de densidad, altura y DAP, hace referencia a las simorfias, donde pueden distinguirse los estratos o partes de la comunidad con cierto rango de dominancia, según los enunciados de la fitosociología (Rangel & Velásquez, 1997). Por su fundamentación teórica y sencillez esta metodología ha sido ampliamente usada, sin embargo, para este trabajo se optará por el Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto (PCQM) para caracterizar comunidades boscosas adaptado por Rudas (2009).

Este método es uno de los más usados dentro de aquellos basados en la distancia como fuente para determinar la densidad de especies en comunidades de plantas en ambientes boscosos. Con este método se obtiene la menor variabilidad en los resultados para la determinación de las distancias, proporciona más datos por punto de muestreo, es el menos susceptible a la parcialidad subjetiva y proporciona la estimación más exacta de la densidad (Rudas, 2009), por lo cual se aprecia como acertada para determinar en el gradiente agua-tierra, como varía la dominancia a medida que se pasa del ambiente acuático al de tierra firme. Para su ejecución se sigue el siguiente protocolo:

1. Se trazaran dos líneas perpendiculares de 50m de largo cada una. Con base en este diseño se cubre un área de 50x20m (0,1 ha) por estación de

muestreo, siendo esta el área mínima recomendada por Rangel & Velásquez (1997) basándose en el trabajo de Gentry (1988).

2. Sobre cada línea se disponen puntos de muestreo cada 7m. En cada punto de muestreo, se divide el área alrededor en cuatro cuadrantes de 90°.
3. En cada cuadrante se establece el árbol y el arbolito (vivos) más cercano al centro del cuadrante. Se identifica la especie (o morfotipo), se mide la distancia al punto central y se registra el diámetro –D130– (DAP), altura y cobertura (%) de los cuatro árboles y los cuatro arbolitos más cercanos al centro del cuadrante. Para este ejercicio se consideraron los árboles aquellos individuos con altura ≥ 12 m y arbolitos aquellos con alturas entre 5 y 12 m.
4. Se realiza la recolecta botánica de cada uno de los morfotipos diferentes que no pudieran ser identificados en campo.

Los sitios en los cuales se realizaran los levantamientos o censos de la vegetación se seleccionaran con base en la homogeneidad fisionómica, procurando no incluir partes con marcados rastros de intervención humana. Se realizara un trazado de una franja perpendicular al espejo de agua, siguiendo un gradiente ambiental agua-tierra. Se tomaran muestras botánicas (por triplicado) de las plantas no identificadas en campo para su identificación taxonómica y se depositaran en el herbario Nacional de Colombia (COL), siguiendo los estándares de recolecta del mismo.

Además de los anteriores, se elaboraran perfiles de la vegetación los cuales son muy útiles para entender la estructura de la vegetación y determinar la distribución de las especies desde el espejo de agua hacia la zona de tierra firme, por lo cual la línea de corte o línea guía siguió dicho gradiente agua-tierra según lo propuesto por Rangel & Velásquez (1997) y Lasso *et al.*, (2014). Para complementar y realzar las ilustraciones se llevará un registro fotográfico de los perfiles realizados, con los cuales se construirán los modelos 3D de dichos perfiles.

Adicional a los datos fisionómicos (densidad, altura y DAP), se identificaran áreas de interés y hábitats para las plantas, amenazas a la vegetación (antrópicas y naturales), usos por parte de las comunidades, especies introducidas, endémicas o en categorías de amenaza y demás información pertinente para la zonación de las comunidades vegetales y establecimiento de límites del humedal.

Muestreo para plancton y algas del perifiton

Plancton

Los muestreos de fitoplancton y zooplancton se realizarán filtrando volúmenes de 100 litros a través de una malla de plancton de 25 μm para fitoplancton y 55 μm para zooplancton, fijándolas con solución transeau 6:3:1. Estas muestras de tipo semicualitativo permiten encontrar el porcentaje de abundancia de las diferentes especies, las cuales se obtienen a través del inventario de taxones.

Para la estimación de la densidad del fitoplancton se realizará un conteo utilizando microscopio invertido a partir del método de sedimentación propuesto por Lund et al., 1958, el cual consiste en tomar alícuotas en ml de volumen variable, según el grado de turbidez del agua, y posteriormente se concentrarán en cámaras tipo Utermöhl, 1 hora por cada ml de volumen sedimentado (Utermöhl 1958).

Se harán conteos hasta alcanzar 400 células del morfotipo más abundante para asegurar un límite de confiabilidad de 0.95 (Wetzel & Likens 2000, Wetzel 2001). Para la identificación taxonómica de las especies se utilizaron claves especializadas: Wehr & Sheath 2003 Komarek & Anagnostidis (2005), Cox (1996). Bicudo & Bicudo (1970), Komarek & Fott (1983), Parra et al., (1982a, 1982b, 1982c, 1983).

Para el zooplancton se realizarán filtrados en cámaras de sedimentación con filtro de 55 μm para condensar las muestras y conteos totales de los organismos encontrados, los cuales se identificarán basándose en el trabajo de Whitford (1969), Needham (1978), Gaviria (2000), Lopretto (1995) y Seger (2006) con ayuda de microscopio convencional y microscopio invertido.

Perifiton

Para el muestreo de la comunidad perifítica se procederá a buscar sustratos adecuados para encontrar dicha comunidad, realizando raspados en sustratos duros y estables como rocas o cantos rodados o vegetación de un tamaño mínimo de 10 x 10 cm. Para cada estación de muestreo se realizarán raspados de un área aproximada de 100 cm^2 . Las muestras se fijarán con solución transeau 6:3:1.

En el laboratorio se harán diluciones de las muestras con un volumen total de 2 ml, realizando conteos hasta alcanzar 100 células del morfotipo más abundante para asegurar un límite de confiabilidad de 0.95 (Wetzel & Likens 2000, Wetzel 2000) identificando los organismos encontrados, con base en el trabajo de Whitford (1969), Needham (1978), Gaviria (2000) y Lopretto (1995) con ayuda de microscopio convencional y microscopio invertido.

Análisis de la Información

Se realizarán las respectivas determinaciones taxonómicas, definición de unidades de vegetación en base a la dominancia, zonación de las comunidades, determinación de los valores absolutos y relativos para la densidad, la dominancia y la frecuencia, junto con el valor de la importancia para cada especie. Análisis y exploración de datos a través de técnicas multivariadas de ordenación para ver el comportamiento en el gradiente (uso de DCA y CCA), para lo cual se usarán los valores de conductividad del agua cercana a los sitios donde se efectúen los

levantamientos y de clasificación (agrupamiento por índices de similaridad). Análisis de la diversidad alfa y riqueza. Análisis de los perfiles de vegetación.

Esta información y demás que sea pertinente, será utilizada para generar los criterios biológicos y ecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de los límites de los humedales de la Ciénaga de la Virgen, en base a las comunidades vegetales terrestres.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Ciénaga de La Virgen, los impactos acumulativos generados por descargas de aguas residuales y los residuos sólidos, han diezmando las poblaciones de flora y fauna. Por causas de un desarrollo acelerado sin casi ninguna planeación, ha propiciado que la ciudad de Cartagena y sus habitantes, no tengan una visión sobre la importancia del humedal “Ciénaga de La Virgen”, puesto que las obras de infraestructura como el aeropuerto y la vía perimetral, además de la fuerte carga de vertimientos de aguas, han auspiciado el deterioro de la calidad de aguas de la ciénaga, ya que detienen la posibilidad de renovar sus aguas de forma natural.

Según Conservación Internacional-Cardique, (2004) en 1973 la ciénaga presentaba un área de 3.189 ha, en 1986 de 2.982 y en el 2003 de 2.989. El mismo estudio muestra que la pérdida del espejo de agua para el contorno de la ciénaga (zonas inundables y manglares de gran productividad) es de 350 hectáreas para el periodo 1973-2003. Lo que demuestra una constante disminución de los recursos naturales. Otro de los aspectos fundamentales en la degradación de la Ciénaga de La Virgen, es el vertimiento de aguas negras provenientes de la ciudad de Cartagena, lo que ha propiciado el cambio de las características físicas y químicas del agua, conduciendo hacia la extinción a la mayoría de especies ícticas presentes, las cuales hacen parte de la actividad pesquera, la cual era la principal forma de trabajo de la población cercana.

La construcción de La Bocana, ha generado que los canales de comunicación entre la ciénaga y el Mar se hayan interrumpido, por lo que actualmente en sus aguas no hay una renovación permanente o constante de las aguas, pues siempre va a estar dependiendo del funcionamiento (apertura) o no de las compuertas, limitando los ciclos reproductivos de muchas especies ícticas que se encuentran entre los ambientes marino-costeros.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Actualmente se requiere la intervención de las entidades sociales, ambientales, políticas y de investigación que permitan la adecuación de iniciativas de desarrollo

sostenible en torno a este importante ecosistema y tomar las decisiones definitivas en el largo plazo; que sean sostenibles, pues debido muy posiblemente a la “improvisación” no han sido consecuentes con las autoridades con el manejo de la Ciénaga de La Virgen y los servicios ecosistémicos que presta a la comunidad de Cartagena.

- Uno de los problemas que enfrentan las especies ícticas es la exposición a los hidrocarburos aromáticos polinucleares y a los metales pesados como el mercurio.
- Los manglares comprendidos en el área del humedal de la Ciénaga de la Virgen son las únicas especies que se benefician debido a la eutrofización de sus aguas, pues hay más material orgánico para su crecimiento.
- Los recursos ambientales que ofrece la Ciénaga de La Virgen están siendo diezmados constantemente por las acciones antrópicas que se desarrollan en su entorno, como la construcción de la bocana, el aeropuerto, la vía perimetral, la creciente urbanización, todas acciones que no han tenido en cuenta aspectos ambientales antes de su cimentación.
- Incorporar en los Planes de Ordenamiento Territorial, información relacionada con aspectos ambientales como la biodiversidad de especies, calidad de aguas, presentes en las áreas de influencia del Distrito de Cartagena.
- Desarrollar investigaciones tendientes a conocer la situación actual de las condiciones físicas y químicas del cuerpo de agua.
- Exigir a las autoridades ambientales como: Establecimiento Público Ambiental (EPA), Corporaciones Autónomas, (CARDIQUE), Aguas de Cartagena (ACUACAR). La publicación de los análisis microbiológicos del agua de la ciénaga.
- Desarrollo de proyectos de avance urbano, donde se integren el manejo de residuos aguas negras y el crecimiento poblacional como ejes dependientes del buen estado del cuerpo de agua.
- Establecer sanciones efectivas a las personas que estén afectando con sus acciones el componente hidrobiológico de la Ciénaga.
- Integrar a la solución de las problemáticas ambientales de la ciénaga a entidades de carácter nacional, como Ministerios de (Ambiente, Trabajo, Turismo y Tecnología, etc.).
- Formular un proyecto de conservación del cuerpo de agua mediante la declaración de esta zona al nivel de Área Protegida, como forma de contribuir al mantenimiento de la biodiversidad que allí se encuentra.
- Estimar la concentración de productos contaminantes como mercurio, sólidos suspendidos, fosfatos y compuestos organoclorados y

organofosforados, que mediante transporte, son enviados inicialmente a través de ríos y caños los cuales permitirán establecer el alcance de los agentes producidos por las industrias cercanas a la ciudad, ya que posteriormente son acumulados en ciénagas, afectando actividades como la pesca artesanal y el turismo, unas de las principales actividades productivas del complejo cenagoso de La Virgen.

- Integrar dentro del establecimiento de límites del humedal Ciénaga de La Virgen a ciénagas y caños adyacentes a esta, como por ejemplo la Ciénaga de Juan Polo y los caños ubicados en la zona nororiental de la ciénaga.
- Estudios recientes como Maldonado et al., (2009), establecieron que la contaminación de la Ciénaga de La Virgen por Coliformes Totales alcanzaba el 100% de saturación del agua.

BIBLIOGRAFÍA

Abella. H. y M. Molina. Estimación de la captura y esfuerzo pesquero presente en la ciénaga de Tesca (Bolívar) para el puerto de La Boquilla entre agosto de 1983 y julio de 1984, a partir de una metodología adaptada, y dinámica de su pesquería. 1985. Tesis de grado (Biólogo Marino). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Cartagena.

Álvarez, R. L. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. Madera y Bosques, vol. 9, núm. 1, primavera, 2003, pp. 3-25, Instituto de Ecología, A.C. México.

Álvarez-León, R. y J. Blanco-Racedo. Composición de las Comunidades Ictiofaunísticas de los Complejos Lagunares Estuarinos de la Bahía de Cartagena, Ciénaga de Tesca y Ciénaga Grande de Santa Marta. En: A. Yañez-Arancibia (Ed) Fish Community Ecology in Estuaries and Coastal Lagoons: Towards an Ecosystem Integration, 1985. 654 p. Dr (R) UNAM Press México, ISBN 968-837-618-3.

Arías, F. y J. Durán. Variación Anual del Fitoplancton en la Bahía de Cartagena. Boletín Científico. En: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 1984. CIOH (5): 61-116. Disponible en: <http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Arzuza, D. E., Moreno, M. I, y P. Salaman. Conservación de las Aves Acuáticas en Colombia. Conservación Colombiana. 2008. No. 6: 1-72. Disponible en: <http://www.proaves.org/wpcontent/uploads/2008/12/C.Colombia6.Nov25Log o.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Atencio, L., Gutierrez, L. y S. Gaviria. Copépodos Planctónicos del Complejo Cenagoso de Malambo (Atlántico, Colombia) y su Relación con algunos Factores

Físicos y Químicos del Agua. Revista Dugandia, 2005. Vol. 1 (2): 17-38 pp. Disponible en:

http://www.uniatlantico.edu.co/uatlantico/sites/default/files/publicaciones/pdf/ar_716.pdf. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Beltran, P. Bocana Estabilizada de Marea como Proceso Aeróbico de Autodepuración de la Ciénaga de la Virgen. Seminario Internacional sobre Métodos Naturales para el Tratamiento de Aguas Residuales. 2003. Universidad del Valle/Instituto Cinara 59-64pp. Disponible en:

<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/agua2003/depu.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Castro, L.A., Piermattey, J., Torres, J., Tuchkovenko, Y. y M.V. Velez. Cinética de Procesos Químicos en la Ciénaga de Tesca. Boletín Científico. En: Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 2002. CIOH (20): 68-78. Disponible en: <http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 1 de diciembre de 2014].

Castro, L. A. 1997. Estudio de la contaminación por pesticidas en ecosistemas costeros en el área de Cartagena, Ciénaga de la Virgen y zona agrícola adyacente. Boletín Científico CIOH No 18. Pags 15-22. Diciembre 1997.

CONSERVACIÓN INTERNACIONAL - CARDIQUE. Plan de Ordenamiento y Manejo de la Cuenca Hidrográfica de la Ciénaga de la Virgen. 2004. En: GEO. Cartagena: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Alcaldía de Cartagena de Indias, el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena-EPA Cartagena y el Observatorio del Caribe Colombiano. 2009. ISBN 978-958-98917-0-4. Disponible en: <https://es.scribd.com/doc/7096498/01-Plan-to-y-Manejo-Cuenca-Cienaga-de-La-Virgen>. [citado el 1 de diciembre de 2014].

CIOH. Climatología de los principales puertos del Caribe colombiano. Bicentenario de la Independencia de Colombia 1810-2010. (2010). Cartagena de indias, D.T.y C. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. Escuela Naval “Almirante Padilla”. Dirección General Marítima, DIMAR. Disponible en:

<http://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/Climatologia%20Cartagena.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

CRA-UNIVERSIDAD DEL ATLÁNTICO. Diagnóstico Ambiental y Estrategias de Rehabilitación de la Ciénaga de Luruaco, Atlántico. Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Universidad del Atlántico. 2012. Facultad de Ciencias Básicas - Grupo de Investigación Biodiversidad del Caribe colombiano. Disponible en: <http://www.luruaco-atlantico.gov.co/apc-aa>. [citado el 23 de diciembre de 2014].

Cuatrecasas, J. 1958. Aspectos de la vegetación natural de Colombia. Rev.Acad. Colomb. Cienc., 10 (40): 221-268.

Gallo-Sanchez, L. J., N. J. Aguirre-Ramírez, Palacio-Baena, J. A., y J. J. Ramírez-Restrepo. Zooplankton (Rotífera y Microcrustacea) y su Relación con los Cambios del Nivel del Agua en la Ciénaga de Ayapel, Córdoba, Colombia. Caldasia. 2009. Vol. (31) No. 2 1-9 pp. Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/rt/prINTERfriendly/36109/37536>.

[citado el 17 de diciembre de 2014].

Garay-Tinoco, J. Concentración y Composición de Hidrocarburos Derivados del Petróleo en Aguas, Sedimentos y Peces de la Bahía de Cartagena. Boletín Científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 1986. Vol. (6): 41-62 pp. ISSN 0120-0542. Disponible en:

<http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 1 de diciembre de 2014].

GEO, 2009. Cartagena: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Alcaldía de Cartagena de Indias, el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena - EPA - Cartagena y el Observatorio del Caribe Colombiano. ISBN 978-958-98917-0-4. Disponible en:

<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2009%20-%20GEO%20Cartagena.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Gómez, R. 2003. Modelos conceptuales de funcionamiento de ríos y arroyos. Curso Virtual Ecología de Aguas Continentales. Universidad de Murcia. Disponible en <http://ocw.um.es/ciencias/ecologia/lectura-obligatoria-1/gomez-03.pdf> [Consultado el 03 de enero de 2014].

Hawkins, F. A. 1973. Contribución al Estudio Biológico y Ecológico de *Anomalacardia brasiliiana* (Cmelin) “Chipi chipi” y su Pesquería. Tesis de grado (Biólogo Marino). Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad de Biología Marina. Cartagena. Disponible en el catálogo en línea:

<http://unicornio.utadeo.edu.co/uhtbin/cgisirsi/?ps=kyot9YvEYQ/GENERAL/158530008/9>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Hawkins, F. A. Estudio Preliminar de La Ciénaga de Tesca. Universidad Jorge Tadeo Lozano-COLCIENCIAS. 1982. Disponible en el catálogo en línea:

<http://unicornio.utadeo.edu.co/uhtbin/cgisirsi/?ps=kyot9YvEYQ/GENERAL/158530008/9>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Herrera, M. Contribución al Diagnóstico Ambiental de la Ciénaga de la Virgen, Cartagena. 1998. Trabajo de Grado (Químico Farmacéutico). Universidad de Cartagena, Facultad de Ciencias, Químicas y Farmacéuticas. Programa de Química

y Farmacia. En: GEO. Cartagena: Perspectivas del Medio Ambiente Urbano. Publicado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), la Alcaldía de Cartagena de Indias, el Establecimiento Público Ambiental de Cartagena–EPA Cartagena y el Observatorio del Caribe Colombiano. 2009. ISBN 978-958-98917-0-4. Disponible en:

<http://www.pnuma.org/deat1/pdf/2009%20-%20GEO%20Cartagena.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Herrera, J & Morales, S. (2010). Contexto Físico. Duran, M & Mendez, M. 2010). Biodiversidad y Desarrollo Humano en Yukatan. CICY, PPD-FMAM, CONABIO-SEDUMA,496.

IDEAM. Zonificación y Codificación de Unidades Hidrográficas e Hidrogeológicas de Colombia. 2013. Publicación aprobada por el Comité de Comunicaciones y Publicaciones del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, noviembre de 2013, Bogotá, D. C., Colombia. ISSN. 2346-4720. Disponible en:

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/022655/MEMORIASMA PAZONIFICACIONHIDROGR%C3%81FICA.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

INVEMAR. Diagnóstico y Evaluación de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y en el Pacífico Colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia. Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras – REDCAM. 2007. Invemar. Santa Marta. Disponible en:

<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Junk, W. J., Bayley, P. B. Y R. E. Sparks. The Flood Pulse Concept in River – Floodplain Systems. En Dodge, P.P (De). 1989. Proceedings of the International Large River Symposium. Can. Sper. Publ. Fish. Aquat. Sci. 106: 110-127 pp. En: MONTOYA, Y. y N. AGUIRRE. 2009. Cambios Nictemerales de Variables Físicas y Químicas en la Ciénaga de Paticos, Complejo Cenagoso de Ayapel, Colombia. Revista Biología Tropical. Vol. 57 (3): 635-646 pp. ISSN-0034-7744. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300014

Lewis, J. A Revised Classification of Lakes based in Mixing. Can. J. Fish Aquat. Ser. 1983. 40: 1779-1787 pp. En: MONTOYA, Y. y N. AGUIRRE. 2009. Cambios Nictemerales de Variables Físicas y Químicas en la Ciénaga de Paticos, Complejo Cenagoso de Ayapel, Colombia. Revista Biología Tropical. Vol. 57 (3): 635-646 pp. ISSN-0034-7744. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300014. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Lonin, S. Salinización de la Ciénaga de Juan Polo. En: Boletín Científico. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. CIOH No. 26: 104 -116. 2008. ISSN 0120-0542. Disponible en:

<http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Maldonado, W., Baldiris, L. y J. Díaz. Evaluación de la Calidad del Agua en la Ciénaga de La Virgen (Cartagena-Colombia), durante el Periodo 2006-2010. Revista Científica Guillermo de Ockham. 2011. Vol. 9, No. 2. 79-87 pp. ISSN: 1794-192. Disponible en:

http://investigaciones.usbcali.edu.co/ockham/images/volumenes/Volumen9N2/vol9n2_06.pdf. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Marin, B. 2000. Estado de los estuarios y lagunas costeras en Colombia año 2000. INVEMAR.

Marín, B., J. Garay., Ranírez, G. Betancourt, J. Trocoso, W. y M.L. Gómez. Diagnóstico y Evaluación de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y Pacífico Colombiano, Red de Vigilancia para la Conservación y Protección de las Aguas Marinas y Costeras de Colombia. 2005. Diagnostico Nacional y Regional. En: INVEMAR. Diagnóstico y evaluación de la Calidad Ambiental Marina en el Caribe y en el Pacífico Colombiano. Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM. 2007. Invemar. Santa Marta. Disponible en:

<http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/7010manualTecnicasanaliticas..pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Martínez, J. Forero, R. Hidalgo, M. Ruiz, T. Arroyo, M. Calderón, G. Duque, G. 2004. Estado de los estuarios y manglares en Colombia. (125-146). En: INVEMAR. Informe del estado de los ambientes y recursos marinos y costeros en Colombia: Año 2004. Santa Marta. 203 p.

Montoya, Y. y N. Aguirre. Cambios Nictemerales de Variables Físicas y Químicas en la Ciénaga de Paticos, Complejo Cenagoso de Ayapel, Colombia. Revista Biología Tropical. 2009. Vol. 57 (3): 635-646 pp. ISSN-0034-7744. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300014. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Pagliardini, J. M. Gómez, H. Gutierrez, S. Zapata. A. Jurado, J. Garay y G. Vernet. Síntesis del Proyecto Bahía de Cartagena. Boletín Científico. 1982. CIOH (4): 49-110 pp. ISSN 0120-0542. Disponible en: <http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Pinilla, G. y J. Duarte. La importancia de las Ciénagas del Canal del Dique y la Determinación de su Estado Limnológico. CORMAGDALENA-Universidad Nacional de Colombia. 2006. Informe cm. Disponible en:

<http://www.bdigital.unal.edu.co/3489/>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Plata, J., Campos, N.H. y G. Ramírez. Flujo de Compuestos Organoclorados en las Cadenas Tróficas de la Ciénaga de Santa Marta. Caldasia. 1993. Vol. (17): 199-204. Disponible en:

www.revistas.unal.edu.co/index.php/cal/article/download/.../18050::pdf. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Ramos-Ortega, L. M., L. Vidal, Vilarly, J. y L. Saavedra-Díaz. Análisis de la Contaminación Microbiológica (Coliformes Totales y Fecales) en la Bahía de Santa Marta, Caribe colombiano. Acta Biológica Colombiana, 2008. Vol 13 No. 3. 87-89 pp. Disponible en:

<http://www.virtual.unal.edu.co/revistas/actabiol/PDF's/v13n3/v13n3a7.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Rangel, O. Las Ciénagas del Departamento del Cesar: Zapatosa y Ciénagas del Sur, Biodiversidad y Conservación. J. Orlando Rangel Ch. (Editor). CORPOCESAR-Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. . 2012 Disponible en:

http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatosa_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Rangel-Ch., J.O. & A. Velásquez. 1997. Métodos de estudios de la vegetación. En: J.O., Rangel-Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica II. Tipos de vegetación en Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá D.C. Pp 59- 87.

Rangel-Ch., J.O., H. Garay, O. Rivera-D. & A. Avella. 2007. Inventario de la vegetación de los alrededores de la ciénaga La Zapatosa. Informe final. Convenio de cooperación interinstitucional. CORPOCESAR-Universidad Nacional de Colombia (Informe interno).

Rangel-Ch., J.O., A. Avella-M., H. Garay-P. & O. Rivera. 2009. Bosques húmedos y secos circundantes a los complejos de humedales de la ciénaga de Zapatosa, departamento del Cesar. Informe preliminar. Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales-CORPOCESAR. 86 pp. Bogotá D.C.

Rangel-Ch., J.O. 2012. La vegetación de la región Caribe de Colombia: Composición florística y aspectos de la estructura. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XII. La Región Caribe de Colombia: 365-476. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rangel-Ch. J.O., A. Avella-Muñoz, O. Rivera-Díaz. 2013. Los bosques de los alrededores de las ciénagas Zapatosa, Mata de Palma y La Pachita, Cesar, Colombia. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar: 243-284. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rangel-Ch. J. Cortéz-Castillo, D. 2013. Vegetación acuática y de pantano de las Ciénagas del departamento de cesar (Colombia). En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar: 301-329. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rangel-Ch. J. 2013. Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. J. O. Rangel-Ch. (ed.). Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Roldan, P. G. y J. J. Ramirez. Fundamentos de Limnología Neotropical. Universidad de Antioquia, Medellín. 2008. 2da. Edición. 440 p. En: MONTROYA, Y. y N. AGUIRRE. 2009. Cambios Nictemerales de Variables Físicas y Químicas en la Ciénaga de Patiscos, Complejo Cenagoso de Ayapel, Colombia. Revista Biología Tropical. Vol. 57 (3): 635-646 pp. ISSN-0034-7744. Disponible en:

http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000300014. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Rudas, A. 2009. El muestreo de la vegetación forestal: Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto. Práctica de Campo, Instituto de Ciencias Naturales. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

Sánchez, R., G. Vargas, González, H. y D. Pabón. Los Fenómenos Cálido del Pacífico (El Niño) y Frio del Pacífico (La Niña) y su incidencia en la estabilidad de las laderas en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. 2011. III Simposio Panamericano de Deslizamientos. Cartagena. 9-12 pp. Disponible en:

<http://corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55628/55628.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Disponible en: <http://www.cioh.org.co/index.php/coleccion-boletin-cientifico>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Sánchez-P., H., R. Álvarez-L., F. Pinto-N., A. Sánchez-A., J.C. Renjifo, I. García-H. & M.T. Acosta-P. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe Colombiano. Ministerio del Medio Ambiente, OIMT. 511 pp. Bogotá D.C.

Sánchez-P., H., G. Ulloa-D. & R. Álvarez-L. 2000. Lineamientos estratégicos para la conservación y uso sostenible de los manglares de Colombia. Ministerio del Medio Ambiente, ACOFORE, OIMT. 290 pp. Bogotá. D.C.

Santos-Martínez, A., y S. Arboleda. Aspectos Biológicos y Ecológicos del Macabí *Elops saurus* Linnaeus (Pisces: Elopidae) en la Ciénaga Grande de Santa Marta y Costa Adyacente, Caribe colombiano. An. Invest. Mar. Punta Betín. 1993. Vol. (22): 77-96 pp. ISSN 0120-3959. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/mar/v22n1/v22n1a07.pdf>. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Strahler, A.N. 1982. Geografía Física. Omega. Barcelona

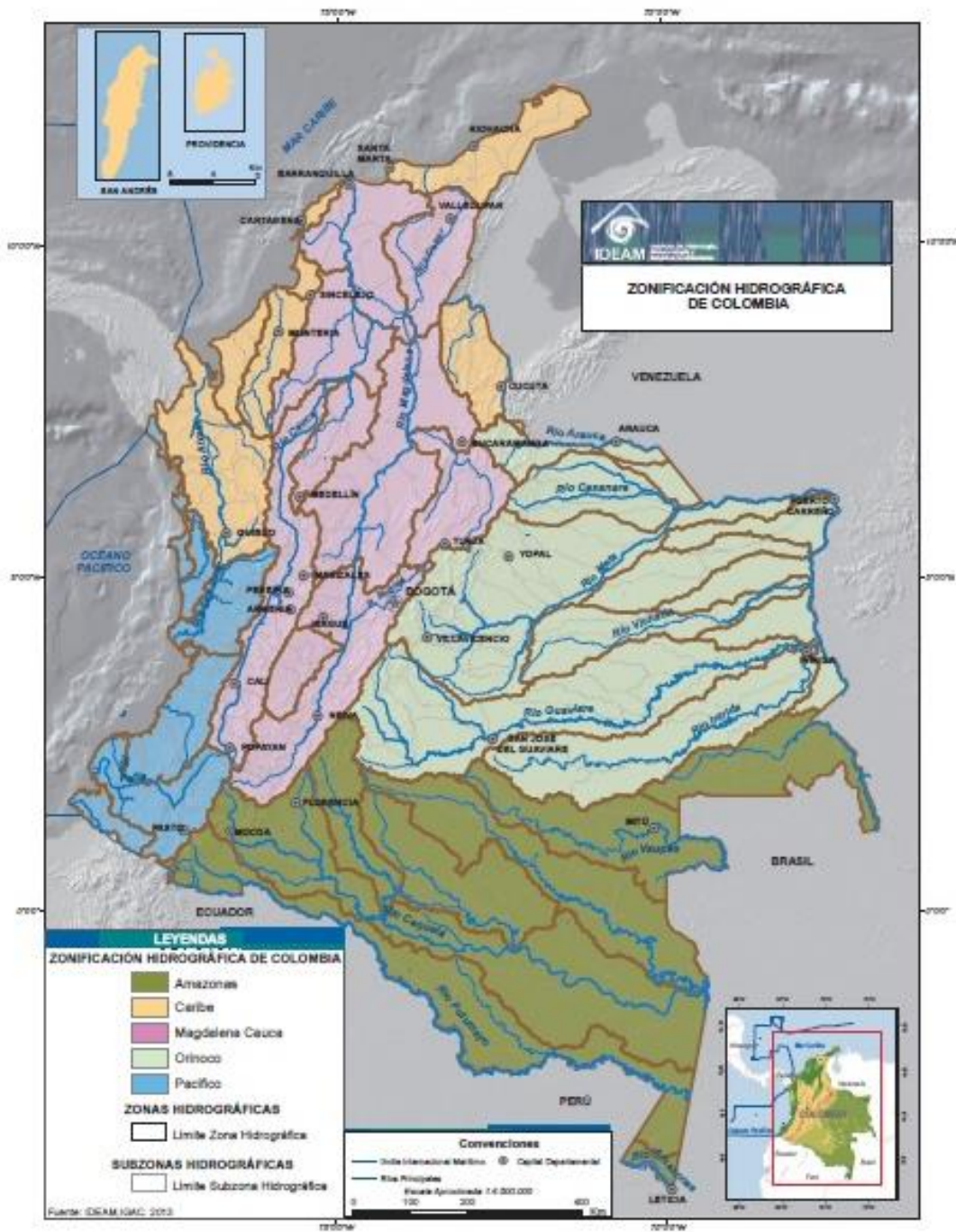
Tijaro, R., Rueda, M. y A. Santos-Martínez. Dinámica Poblacional del Chivo Mapale *Cathorops epixii* en la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo de Pajarales, Caribe colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost. 1998. Vol (27): 87-102 pp. ISSN 0122-9761. Disponible en:

http://www.invemar.org.co/redcostera1/invemar/docs/Vol24-27/BIMC_27_07A_TIJARO.pdf. [citado el 8 de diciembre de 2014].

Tuchkovenko, Y., Lonin, S. y C. A. Calero. Alternativas de Solución para el Problema de Eutroficación en la Ciénaga de Tesca. Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. 2001. CIOH (19): 23-37pp.

Vilardy, S., Jaramillo, Ú., Flórez, C., Cortés-Duque, J., Estupiñán, L., Rodríguez, J. Aponte, C. (2014). Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, 100 pág.

ANEXO A. ZONIFICACIÓN HIDROGRÁFICA EN COLOMBIA



Fuente IDEAM, 2013

**ANEXO B. SISTEMA DE CAÑOS AFLUENTES-CIÉNAGA DE LA VIRGEN
(Álvarez-León & Blanco-Racedo, 1985)**

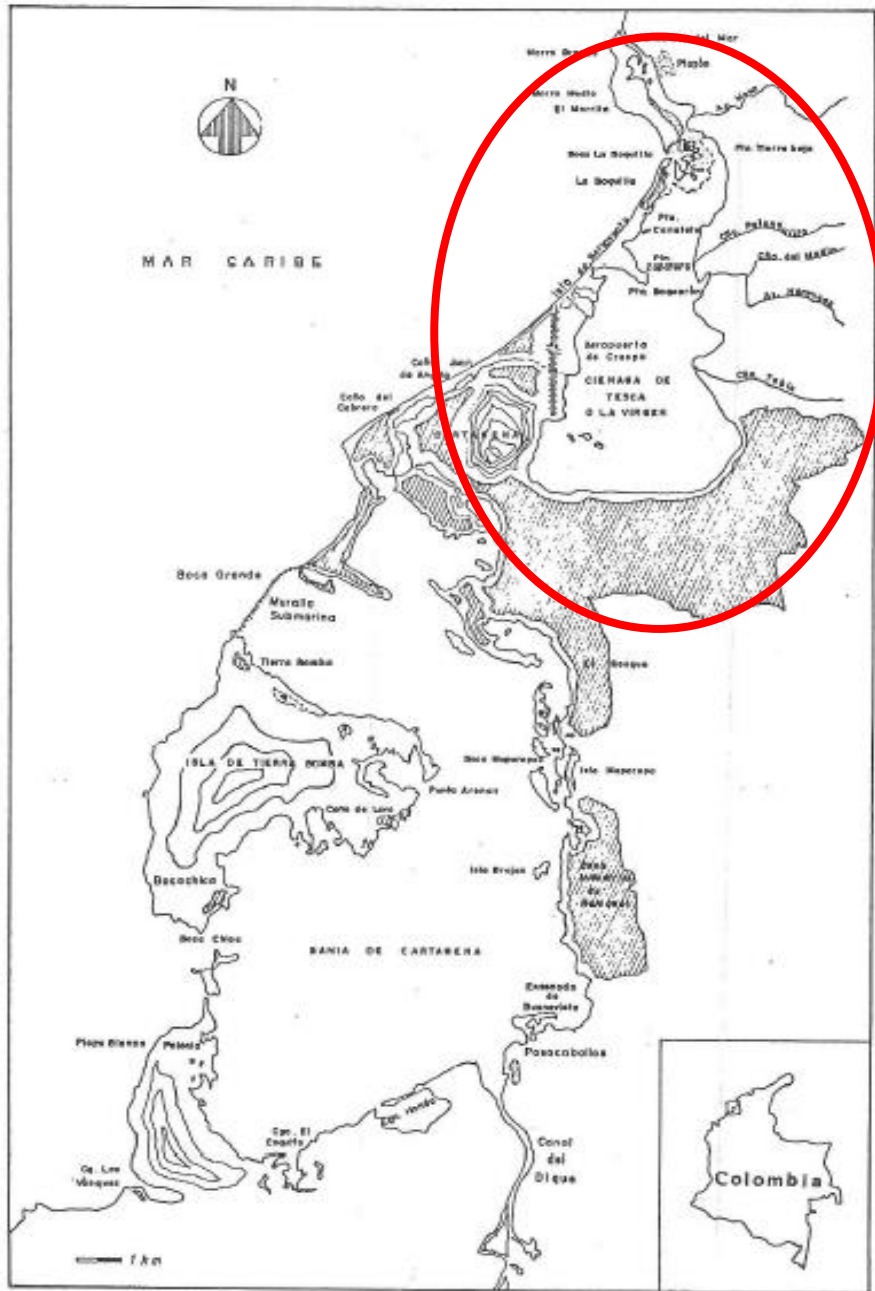


Fig. 1. Sistema Bahía de Cartagena - Ciénaga de Tesca, en el Departamento de Bolívar, Caribe colombiano.

Fuente Álvarez-León & Blanco-Racedo, 1985

ANEXO C. ASPECTOS HIDROMETEOROLÓGICOS (Aeropuerto)

| Climatológica de Cartagena | | | | | | | | | | | | |
|---|------|------|-------------------|-------------|-------------|------|------|---------------|--------|---------|--------------|-------|
| Temperatura (°C) | | | | | | | | | | | | |
| Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Mínima promedio | 22.9 | 23.1 | 23.6 | 24.6 | 24.9 | 25.0 | 24.7 | 24.9 | 24.7 | 24.4 | 24.4 | 23.5 |
| Promedio | 26.8 | 26.8 | 27.1 | 27.7 | 28.3 | 28.4 | 28.3 | 28.3 | 28.2 | 27.8 | 27.8 | 27.3 |
| Máxima promedio | 31.1 | 31.0 | 31.1 | 31.5 | 31.7 | 31.9 | 32.0 | 31.9 | 31.7 | 31.2 | 31.4 | 31.3 |
| Precipitación, brillo solar y humedad relativa | | | | | | | | | | | | |
| Mes | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Precipitación (mm) | 8 | 1 | 1 | 29 | 92 | 115 | 94 | 124 | 143 | 244 | 132 | 37 |
| Días lluvia | 1 | 0 | 1 | 3 | 10 | 13 | 10 | 13 | 14 | 17 | 12 | 3 |
| Humedad relativa (%) | 79 | 78 | 78 | 79 | 81 | 81 | 80 | 81 | 81 | 82 | 82 | 81 |
| Brillo Solar (horas/mes) | 279 | 242 | 244 | 210 | 196 | 190 | 216 | 206 | 176 | 175 | 202 | 245 |
| Evaporación (mm) | 170 | 172 | 194 | 187 | 163 | 150 | 163 | 154 | 144 | 140 | 132 | 148 |
| Datos medidos en: <u>Aeropuerto Internacional</u> <u>Rafael Núñez</u> | | | Promedios anuales | Evaporación | Temperatura | | | Precipitación | | | Brillo Solar | |
| | | | | | Min | Med | Max | Total | Lluvia | Humedad | | |
| | | | | mm | °C | °C | °C | mm | Días | % | | horas |
| | | | | 1.917 | 24.2 | 27,7 | 31,5 | 1.021 | 95 | 80 | 245 | |

Tabla 2. Promedios multianuales de los principales parámetros meteorológicos sobre la ciudad de Cartagena

ANEXO D. FISICOQUIMICOS ENTRE LOS AÑO 2006 A 2010

Resultados de los parámetros analizados en los cuatro puntos de muestreo en la Ciénaga de la Virgen

| Parámetros | Año | n* | P-2 | P-7 | P-10 | P-30 |
|--|------|----|------------|------------|------------|------------|
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) (mg/L) | 2006 | 12 | 10.4 ± 2.1 | 10.1 ± 2.1 | 6.5 ± 1.0 | 4.4 ± 0.9 |
| | 2007 | 9 | 16.9 ± 6.3 | 9.7 ± 1.3 | 8.3 ± 1.2 | 5.4 ± 1.2 |
| | 2008 | 5 | 21.1 ± 7.1 | 9.4 ± 1.5 | 7.7 ± 1.6 | 4.2 ± 1.0 |
| | 2009 | 4 | 9.8 ± 0.8 | 10.3 ± 2.8 | 9.3 ± 1.7 | 6.1 ± 3.1 |
| | 2010 | 4 | 6.9 ± 1.3 | 10.4 ± 1.1 | 15.0 ± 2.7 | 2.8 ± 1.4 |
| Oxígeno disuelto (mg/L) | 2006 | - | - | - | - | - |
| | 2007 | 9 | 4.2 ± 1.1 | 7.5 ± 0.6 | 6.9 ± 0.4 | 6.7 ± 0.3 |
| | 2008 | 5 | 2.1 ± 0.6 | 4.2 ± 0.8 | 3.9 ± 0.5 | 4.1 ± 0.7 |
| | 2009 | 4 | 5.9 ± 0.7 | 4.2 ± 0.6 | 6.1 ± 0.7 | 5.0 ± 0.4 |
| | 2010 | 4 | 5.8 ± 1.1 | 6.8 ± 1.1 | 6.6 ± 1.1 | 5.0 ± 0.5 |
| Fósforo (mg/L) | 2006 | 12 | 0.4 ± 0.1 | 0.3 ± 0.1 | 0.2 ± 0.04 | 0.2 ± 0.04 |
| | 2007 | 9 | 0.5 ± 0.1 | 0.5 ± 0.1 | 0.4 ± 0.03 | 0.4 ± 0.03 |
| | 2008 | 5 | 0.6 ± 0.2 | 0.4 ± 0.1 | 0.3 ± 0.1 | 0.2 ± 0.1 |
| | 2009 | 4 | 0.3 ± 0.1 | 0.5 ± 0.2 | 0.2 ± 0.02 | 0.2 ± 0.1 |
| | 2010 | 4 | 0.2 ± 0.1 | 0.6 ± 0.1 | 0.3 ± 0.1 | 0.2 ± 0.1 |
| Coliformes totales (NMP/100mL) | 2006 | 12 | 320.400 | 21.507 | 17 | 71 |
| | 2007 | 9 | 557.444 | 167.100 | 54.3 | 293.7 |
| | 2008 | 5 | 584.280 | 71.800 | 3.5 | 6.2 |
| | 2009 | 4 | 73.615 | 18.825 | 5.5 | 179 |
| | 2010 | 3 | 54.170 | 9.800 | 1.8 | 26.5 |

*n: Número de meses por año.

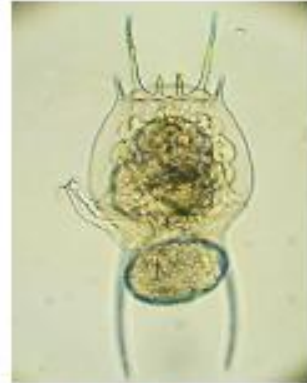
ANEXO E. FITOPLANCTON DE LA CIÉNAGA DE LURUACO (ATLÁNTICO)



Calyciflorus var. typica



Epiphanes macrourus



Falcatus falcatus



Havanaensis havanaensis



Hexarthra intermedia intermedia



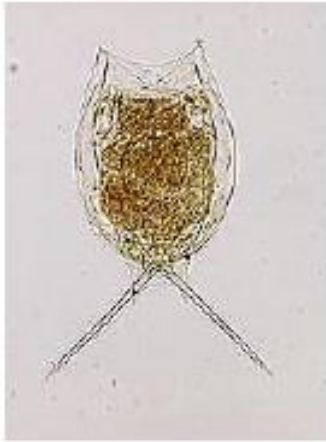
Brachionus dimidiatus



Calyciflorus var. Anuraeiformis



Keratella americana



Lecane leontina



Lecane luna



Lecane (M) bulla



Lecane curvicornis



Lecane papuana



Lecane (M) lunaris



Lecane elsa



Keratella tropica



Keratella cochlearis



Filinia longiseta



Filinia opoliensis



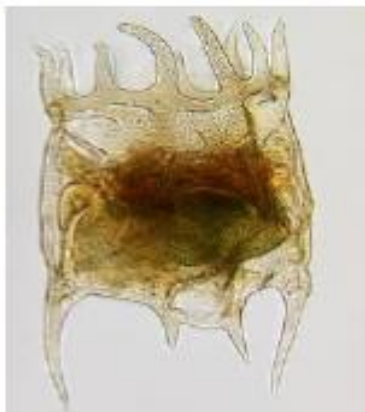
Polyarthra minor



P. remata



Brachionus caudatus



Brachionus patulus patulus



Brachionus plicatilis



.patulus var. Macracanthus



Brachionus angularis



Brachionus bidentata



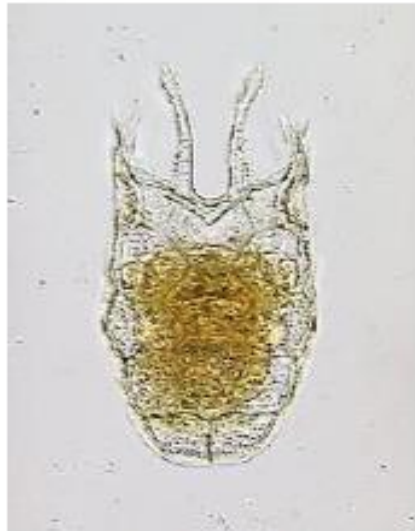
Dipleuchlanis propatula



Platyas quadricornis



Lecane cuadridentata



Keratella serrulata