

SCI-CAM-00661

Roberto
Rocha



Santa Marta DTCH, Abril 15 de 2016

Doctora

MARIA ANGELICA GARCIA TURBAY

Directora General

Establecimiento Público Ambiental de Cartagena EPA CARTAGENA

Calle Real, Manga No. 19-26

Cartagena de Indias.

ASUNTO: Envío Concepto técnico CPT-CAM-007-16 sobre la caracterización biofísica y socioeconómica del estado ambiental de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, departamento de Bolívar.

Estimada Dra. Garcia,

Atendiendo la solicitud del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible mediante oficio No. 8220-26859 del 02 de marzo del año en curso, donde requiere la realización de un concepto técnico sobre el estado ambiental de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, departamento de Bolívar, me permito anexar el Concepto Técnico CPT-CAM-007-16. En el documento se describen los resultados de la valoración ambiental actual de componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos de la ciénaga Las Quintas, y se proponen algunos lineamientos para la formulación de un plan de manejo y monitoreo ambiental.

Favor acusar recibo del presente concepto técnico. Cualquier aclaración o adición, no dude en comunicarse con el Instituto. Esperamos que esta información sea de ayuda y satisfaga los requerimientos del SINA.

Cordialmente,

FRANCISCO ARMANDO ARIAS ISAZA

Director General

C.C.: CARDIQUE, EPA, ALCALDÍA DE CARTAGENA, CIOH-DIMAR

Elaboró: O. Garcés y Revisó: L. Espinosa

Aprobó: J A Garay SCI

ALCALDIA MAYOR DE CARTAGENA DE INDIAS, D. T. y C.
SISTEMA DE TRANSPARENCIA DOCUMENTAL
VENTANILLA UNICA DE ATENCION AL CIUDADANO

Código de registro: EXT-AMC-16-0024521
Fecha y Hora de registro: 20-abr-2016 17:04:40
Funcionario que registro: Bobadilla Pacini, Katia
Dependencia del Destinatario: Establecimiento Público Ambi
Funcionario Responsable: GARCIA TURBAY, MARIA ANGELICA
Cantidad de anexos: 71
Contraseña para consulta web: 78655427
www.cartagena.gov.co

20 Años
en el **SINA**

Sede Principal: Calle 25 No. 2-55 Playa Salguero, Rodadero, Santa Marta D.T.C.H. Colombia
(+57) (+5) 432 86 00 Fax: (+57) (+5) 432 86 94 Cel: 314 592 8079 NIT:800250062-0
www.invemar.org.co Invemar @invemarcolombia



CPT-CAM-007-16

Concepto Técnico Tipo "D"

**INFORME SOBRE LA CARACTERIZACION BIOFISICA Y
SOCIOECONÓMICA RÁPIDA DE LAS CONDICIONES
AMBIENTALES DE LA CIÉNAGA LAS QUINTAS, CARTAGENA,
BOLÍVAR**

Solicitado por:

**Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS-
Dirección de Asuntos Marinos y Recursos Hidrobiológicos -
DAMCRA**



Santa Marta, abril 15 del 2016

CUERPO DIRECTIVO

Director
Francisco A. Arias Isaza

Subdirector
Coordinación Científica (SCI)
Jesús Antonio Garay Tinoco

Subdirectora Administrativa (SRA)
Sandra Rincón Cabal

Coordinador
Programa Biodiversidad y
Ecosistemas Marinos (BEM)
David Alonso Carvajal

Coordinador
Programa Valoración y
Aprovechamiento de Recursos
Marinos y Costeros (VAR)
Mario Rueda Hernández

Coordinadora
Programa Calidad Ambiental Marina
(CAM)
Luisa Fernanda Espinosa

Coordinadora
Programa de Geociencias Marinas y
Costeras (GEO)
Constanza Ricaurte

Coordinadora
Coordinación de Investigación e
Información para Gestión Marina y
Costera (GEZ)
Paula Cristina Sierra Correa

Coordinador
Coordinación de Servicios Científicos
(CSC)
Julián Mauricio Betancourt

Preparado por:

Subdirección de Coordinación Científica –SCI

Programa CAM
Ostin Garcés-Ordóñez
Tania Liceth Córdoba Meza

Programa BEM
Manuel Garrido Linares
Fernando Dorado Roncancio
Karen Ayala Galván

Programa GEO
Sebastián Herrera
Martha Bastidas
Constanza Ricaurte

Programa VAR
Keila Guillén
Jorge Viaña
Efraín Viloria
Andrea Contreras

Programa GEZ
Ángela López

APOYO TÉCNICO

César Bernal, Lilia Ibañez, Yoselin Nieto, Yadi Moreno,
Alex Contreras, Juan Vargas, César García, Liliána
Barreto, Josimar Barranco, Yully Ruiz y Gustavo Lara.

Revisión Técnica:
Luisa Fernanda Espinosa Díaz
Jesús Antonio Garay Tinoco

Imagen portada: Condiciones ambientales de la ciénaga Las Quintas. Fotos: Invemar.

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES.....	1
2. OBJETIVO	2
3. METODOLOGÍA	2
3.1. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE las AGUAS Y SEDIMENTOS.....	2
3.1. PRESIONES Y FACTORES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL.....	5
3.2. HIDRODINÁMICA	6
3.3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS.....	7
3.4. CONDICIONES DEL HÁBITAT PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN DE LA FLORA Y FAUNA.....	10
3.5. ESTADO SOCIOECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	12
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	13
4.1. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE las AGUAS Y SEDIMENTOS.....	13
4.2. PRESIONES Y FACTORES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL.....	20
4.3. HIDRODINÁMICA	26
4.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS.....	30
4.1. CONDICIONES DEL HÁBITAT PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN DE LA FLORA Y FAUNA.....	38
4.1. ESTADO SOCIOECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA	43
4.2. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE MANEJO	54
5. CONCLUSIONES.....	56
5.1. Valoración de la calidad de las aguas y Sedimentos.....	56
5.2. Presiones y factores de degradación ambiental	56
5.3. Hidrodinámica	56
5.4. Identificación de especies hidrobiológicas.....	56
5.5. Condiciones del hábitat.....	57
5.6. Estado socioeconómico de la actividad pesquera	57
5.7. Percepción de pescadores y comerciantes pesqueros frente a la calidad ambiental... 57	
6. RECOMENDACIONES	58
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1. Puntos de muestreo para la evaluación de calidad de aguas y sedimentos de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	3
Figura 3.2. Mapa de los transectos para las mediciones de magnitud y dirección de la corriente en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	6
Figura 3.3. Marea modelada para la campaña de campo durante los días 14 a 16 de marzo del 2016, en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	7
Figura 3.4. Puntos de muestreo del componente planctónico dentro de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	8
Figura 3.5. Puntos de muestreo de epifauna en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. ...	10
Figura 3.6. Parcelas de muestreo en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	11
Figura 4.1. Presiones y factores de degradación ambiental en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	22
Figura 4.2. Residuos sólidos en la ribera de la ciénaga - sector mercado de Bazurto (a), y en el borde del manglar que se encuentra enfrente del mercado (b). Fotos: Ostín Garcés.	23
Figura 4.3. Zona de desembarque de embarcaciones menores en frente al mercado Bazurto, ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Embarcaciones (a), venta de pescados (b), y material de construcción en la ribera de la ciénaga (c). Fotos: Cesar García, Jorge Viaña y Ostín Garcés.	23
Figura 4.4. Expansión urbana con relleno de áreas de manglar y de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Fotos: Ostín Garcés.	24
Figura 4.5. Canales de desagüe de aguas lluvias y vertimientos de aguas residuales a la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	25
Figura 4.6. Lavadero de carro que vierte sus aguas residuales al caño Bazurto. Foto: César García.	26
Figura 4.7. Magnitud de la corriente en la CQ1, ciénaga Las Quintas durante condición de flujo (14/03/2016).	27
Figura 4.8. Magnitud de la corriente en la CQ1, ciénaga Las Quintas durante condición de refluo (16/03/2016).	27
Figura 4.9. Velocidad de la corriente en la CQ2 en la ciénaga de las Quintas durante la marea baja en marzo 15.	28
Figura 4.10. Velocidad de la corriente en la CQ3 en la ciénaga de las Quintas durante la marea baja en marzo 15.	28
Figura 4.11. Anomalía de precipitación calculada para la estación del CIOH y el aeropuerto de Cartagena desde 1996 hasta 2015.	29
Figura 4.12. Morfo-especies de fitoplancton frecuentes en los cinco puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Colombia. Fotos: Karen Ayala.	31
Figura 4.13. Riqueza del zooplancton en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar (18 marzo de 2016).	32
Figura 4.14. Distribución de la abundancia (Ind/m ³) del zooplancton en la ciénaga Las Quintas, Bahía de Cartagena, Bolívar (18 marzo de 2016).	33
Figura 4.15. Acartia tonsa (izq.) y el Copepodito de la familia Acartiidae (der.), fueron los organismos dominantes en las estaciones muestreadas en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Colombia. Fotos: Roncancio Dorado.	34

Figura 4.16. Condiciones ambientales de los manglares de la ciénaga Las Quintas, Bolívar. Sector peaje de Manga (a - b), residuos sólidos en estación frente al barrio Chino. Foto: Ostín Garcés.	41
Figura 4.17. Especies de aves observadas en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Ardea alba (a), Pelecanus occidentalis (b), y Quiscalus mexicanus (c). Fotos: Ostín Garcés.	42
Figura 4.18. Ubicación de sitios de desembarco y comercialización de producto pesquero Ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.	44
Figura 4.19. Actividad pesquera con atarraya dentro de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.	45
Figura 4.20. Puerto artesanal de desembarcos pesqueros en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.	46
Figura 4.21. Basuras y desechos orgánicos generados por la actividad pesquera en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.	47
Figura 4.22. Canal de comercialización del producto pesquero en el mercado de Bazurto.	47
Figura 4.23. Primera venta en la cadena de comercialización del producto pesquero (Ciénaga Las Quintas), departamento de Bolívar. Foto: programa VAR.	48
Figura 4.24. Puestos de comercialización de producto pesquero (intermediarios minoristas-mercado Bazurto), departamento de Bolívar. Foto: programa VAR.	48
Figura 4.25. Local de comercialización de productos pesqueros (Intermediario mayorista-Mercado Bazurto), departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.	49
Figura 4.26. a) Arribo de embarcaciones y proceso de comercialización de producto pesquero. b) Paisaje y regulación del microclima. c) Recepción y dilución de residuos orgánicos provenientes de desagües. Fotos: programa VAR.	50
Figura 4.27. Tiempo de exposición de pescadores y comerciantes a los efectos de la contaminación en la zona del mercado de Bazurto, Cartagena.	51
Figura 4.28. Percepción de comerciantes del mercado de Bazurto sobre la contaminación de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.	52
Figura 4.29. Garza alimentándose de desperdicios de actividad de comercialización de productos pesqueros en el mercado de Bazurto, Cartagena, Bolívar.	52
Figura 4.30. Contenedores de basura en el mercado de Bazurto, Cartagena, Bolívar.	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Coordenadas geográficas de puntos de muestreo y muestras recolectadas para la evaluación de la calidad de aguas y sedimentos en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	3
Tabla 3.2 Métodos utilizados para la medición de parámetros fisicoquímicas in situ en el agua superficial en los puntos de muestreo de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	3
Tabla 3.3 Metodologías utilizadas en el LABCAM para el análisis de diferentes parámetros en las muestras de agua y sedimento superficial recolectadas en la ciénaga de Las Quintas, Cartagena, Bolívar, el día 15 de marzo del 2016.	4
Tabla 3.4. Variables abióticas registradas in situ en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar, durante los días entre el 14 y 16 de marzo del 2016.	7
Tabla 3.5. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo del plancton en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	7
Tabla 3.6. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de epifauna en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	9
Tabla 3.7. Coordenada geográfica de las parcelas de muestreo en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	11
Tabla 4.1. Resultados de las variables de calidad fisicoquímica del agua en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) y Sólidos suspendidos totales (SST).	13
Tabla 4.2. Concentraciones de los indicadores de contaminación microbiológica: coliformes totales (CTT) y coliformes termotolerantes (CTE) en los puntos de muestreo de calidad de agua en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.	16
Tabla 4.3. Concentraciones de contaminantes orgánicos medidos en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Hidrocarburos aromáticos totales (HAT), grasas y aceites (G y A).	17
Tabla 4.4 Concentraciones de metales pesados en aguas superficiales recolectadas en el monitoreo del 15 de marzo de 2016 en la ciénaga de Las Quintas, departamento de Bolívar. Valores con signo menor que (<), corresponden a los límites de detección de los métodos analíticos utilizados en el LABCAM del Invemar.	18
Tabla 4.5. Concentraciones de materia orgánica, hidrocarburos aromáticos totales y grasas y aceites en sedimentos marinos y del manglar en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.	18
Tabla 4.6. Concentraciones de metales pesados medidos en las muestras de sedimento marino y de manglar en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Valores con signo menor que (<), corresponden a los límites de detección de los métodos analíticos utilizados en el LABCAM del Invemar.	20
Tabla 4.7. Principales presiones y factores de degradación ambiental a la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	21
Tabla 4.8. Representatividad de las morfo-especies en cada grupo taxonómico de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Las Quintas.	30
Tabla 4.9. Abundancia (Ind/m ³) del zooplancton en los puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar (18 marzo de 2016).	34
Tabla 4.10. Descripción de las capturas por grupo taxonómico y por lance en los puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar, en marzo de 2016.	35

Tabla 4.11. Listado de peces recolectados en los puntos de muestreo de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar, en marzo de 2016.....	36
Tabla 4.12. Atributos estructurales del manglar en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Número de individuos medidos (N), diámetro a la altura del pecho promedio (DAP prom.), diámetro a la altura del pecho máxima (DAP máx.), altura promedio (h prom.), altura máxima (h máx.), densidad (d), área basal (G), índice de valor de importancia (IVI). Especies <i>Avicennia germinans</i> (Ag), <i>Laguncularia racemosa</i> (Lr) y <i>Rhizophora mangle</i> (Rm).....	40
Tabla 4.13. Variables fisicoquímicas medidas en el agua intersticial de las estaciones de muestreo en los manglares de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.	42
Tabla 4.14. Lineamientos generales para un plan de manejo ambiental de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.	54

1. INTRODUCCIÓN/ANTECEDENTES

La Dirección de Asuntos Marinos, Costeros y Recursos Acuáticos (DAMCRA) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS), solicitó al Director General del Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR) apoyo técnico para realizar una valoración ambiental de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, departamento de Bolívar. Con el fin que aportara al análisis integral de la problemática ambiental actual que afecta este cuerpo de agua y sus recursos hidrobiológicos. Esta información permitirá al MADS dar respuesta a las obligaciones de los autos 1248 del 2014 y 0094S del 2015, de la acción popular "*Calidad ambiental ciénaga Las Quintas – plaza del mercado Bazurto*".

Para realizar la actividad el MADS coordinó una salida de campo entre los días 14 y 16 de marzo de 2016, en la cual participaron las instituciones ambientales que tienen injerencia en la zona, como la Alcaldía de Cartagena, CARDIQUE, EPA, el CIOH de la DIMAR y el INVEMAR, así como la administración del mercado Bazurto. En respuesta a la solicitud, se activó el Grupo de Atención a Emergencias Ambientales (GAMA) del INVEMAR, conformado por investigadores de los programas Calidad Ambiental Marina (CAM), Geociencias Marinas y Costeras (GEO), Biodiversidad y Ecosistemas Marinos (BEM), y Valoración y Aprovechamiento de Recursos Marinos y Costeros (VAR). Con el propósito de coordinar las actividades técnicas, y definir un plan de muestreo preliminar de los componentes para la caracterización biofísica y socioeconómica de dicha ciénaga.

El día 14 de marzo en horas de la mañana, se realizó una reunión de contextualización y planificación logística en las instalaciones de la Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE) en la ciudad de Cartagena, en la que participaron el Director General de la Corporación y sus colaboradores, y representantes del MADS, de la Dirección General Marítima (DIMAR), del Establecimiento Público Ambiental (EPA Cartagena), de la Alcaldía Distrital de Cartagena, de la administración del mercado Bazurto y del INVEMAR, en donde se revisaron los antecedentes y acciones para dar cumplimiento a la acción popular, se presentó el plan de muestreo de los componentes a evaluar por el INVEMAR y se definió el cronograma de trabajo y la participación de los técnicos de las entidades en el trabajo de campo que inició ese mismo día en horas de la tarde y finalizó el 16 de marzo del 2016.

En la actividad de campo se identificaron las presiones y factores de degradación ambiental, se midieron las corrientes para conocer la hidrodinámica, se recolectaron muestras de agua y sedimento para determinar su calidad, y se recolectaron organismos asociados para su identificación taxonómica, así mismo, se realizó la evaluación ecológica rápida de los manglares y la caracterización de las actividades socioeconómicas de la ciénaga con énfasis en el recurso pesquero.

El presente concepto técnico muestra los resultados de una caracterización biofísica y socio-económica rápida de las condiciones ambientales de la ciénaga Las Quintas, con algunas recomendaciones generales como lineamientos para establecer un plan de manejo y derivado de éste un plan de monitoreo ambiental a los componentes abióticos y bióticos.

2. OBJETIVO

2.1.1. Objetivo general

Realizar un diagnóstico síntesis de las condiciones ambientales de la ciénaga Las Quintas – plaza de mercado Bazurto en la ciudad de Cartagena, departamento de Bolívar que permita proponer lineamientos para el plan de manejo y el establecimiento del monitoreo ambiental.

2.1.2. Objetivos específicos

- ❖ Valorar la calidad del agua y de los sedimentos de la ciénaga Las Quintas, que de un indicativo del estado actual de contaminación.
- ❖ Identificar las principales presiones y factores de degradación ambiental de la calidad del agua y sedimentos, los recursos hidrobiológicos y del manglar en el complejo lagunar.
- ❖ Evaluar la hidrodinámica (corrientes marinas) en la ciénaga Las Quintas, para conocer la capacidad de dispersión de contaminantes.
- ❖ Identificar las principales especies hidrobiológicas que habitan en la ciénaga Las Quintas.
- ❖ Determinar las condiciones del hábitat para la supervivencia y reproducción de la flora y fauna en la ciénaga.
- ❖ Diagnosticar el estado socioeconómico de la actividad pesquera en el área de estudio.
- ❖ Proponer recomendaciones para un plan de manejo y un programa de monitoreo ambiental de los componente bióticos y abióticos.

3. METODOLOGÍA

3.1. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS

Para la evaluación de la calidad de las aguas y sedimentos de la ciénaga Las Quintas, se seleccionaron estratégicamente seis puntos de muestreos (Figura 3.1; Tabla 3.1), teniendo en cuenta las conexiones de la ciénaga con la bahía de Cartagena en el puente Bazurto (P01), y con el caño Bazurto en el puente Jiménez (P02), la actividad del mercado Bazurto como fuente de contaminación (P03), los canales de desagües de agua lluvias provenientes del barrio Chino (P04 y P05) y el bosque de mangle en el centro de la ciénaga (P06). Los Muestreos se realizaron en lancha y en cada punto de muestreo se determinó la profundidad con un profundímetro y se midieron *in situ* temperatura, salinidad, pH y oxígeno disuelto en el agua superficial con sondas previamente calibradas, usando los métodos descritos en la Tabla 3.2. Adicionalmente, se recolectaron muestras de agua superficial en todos los puntos de muestreos, y muestras de sedimento en los P01, P02 y P06 (Tabla 3.1) y en las parcelas de muestreo del manglar (Figura 3.1; Tabla 3.7). Las muestras fueron preservadas y transportadas para su análisis al laboratorio de Calidad Ambiental Marina (LABCAM) del INVEMAR en la ciudad de Santa Marta, siguiendo las recomendaciones del Manual de técnicas analíticas ([Garay et al., 2003](#)) y del Standard Methods ([APHA et al., 2012](#)).

Tabla 3.1 Coordenadas geográficas de puntos de muestreo y muestras recolectadas para la evaluación de la calidad de aguas y sedimentos en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Puntos de muestreo	Coordenadas		Muestras Recolectadas	
	Latitud N	Longitud W	Aguas	Sedimentos
P01	10°24'21.8"	75°31'30.3"	X	X
P02	10°24'48.7"	75°31'51.4"	X	X
P03	10°24'37.7"	75°31'28.6"	X	
P04	10°24'43.5"	75°31'36.9"	X	
P05	10°24'43.7"	75°31'44.3"	X	
P06	10°24'33.5"	75°31'35.4"	x	X



Figura 3.1. Puntos de muestreo para la evaluación de calidad de aguas y sedimentos de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Tabla 3.2 Métodos utilizados para la medición de parámetros fisicoquímicos in situ en el agua superficial en los puntos de muestreo de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Variable	Métodos
Temperatura (°C)	Medición electrométrica con termocupla acoplada a sonda portátil (Standard Methods 4500-HB, APHA et al., 2012).
Salinidad	Medición electrométrica de la conductividad con electrodo acoplado a sonda (Standard Methods 2520-B, APHA et al., 2012).
pH	Medición potenciométrica con sonda portátil (Standard Methods 4500-H B; APHA et al., 2012).
Oxígeno disuelto (mg/L)	Medición en campo con electrodo de membrana (Standard Methods 4500-O G; APHA et al., 2012).

Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Calidad Ambiental Marina (LABCAM) de INVEMAR. En el agua se midieron las concentraciones de sólidos suspendidos totales (SST), nutrientes inorgánicos disueltos, nitritos (N-NO_2^-), nitratos (N-NO_3^-), amonio (N-NH_4^+) y ortofosfatos (P-PO_4^{3-}); coliformes totales (CTT), coliformes termotolerantes (CTE), hidrocarburos aromáticos totales (HAT), grasas y aceites (G y A) y metales pesados (Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni y Fe). En los sedimentos se midieron materia orgánica (MO), HAT, G y A, y metales pesados (Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Fe y Hg), siguiendo las metodologías descritas en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Metodologías utilizadas en el LABCAM para el análisis de diferentes parámetros en las muestras de agua y sedimento superficial recolectadas en la ciénaga de Las Quintas, Cartagena, Bolívar, el día 15 de marzo del 2016.

Parámetro	Métodos de Análisis
Matriz agua	
Sólidos suspendidos totales (mg/L)	Filtración en membrana de fibra de vidrio, secado 103-105°C y gravimetría (Standard Methods 2540-D; APHA et al., 2012).
Nitritos (µg/L)	Método colorimétrico de la sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972 y Garay et al., 2003).
Nitratos (µg/L)	Método colorimétrico basado en la reducción con cadmio y reacción por sulfanilamida (Strickland y Parsons, 1972 y Garay et al., 2003).
Amonio (µg/L)	Método colorimétrico del azul de indofenol (Strickland y Parsons, 1972 y Garay et al., 2003).
Ortofosfatos (µg/L)	Método colorimétrico del ácido ascórbico (Strickland y Parsons, 1972 y Garay et al., 2003).
DBO ₅ (mg/L)	Incubación con dilución a 20 °C (Standard Methods N° 5210 B; APHA et al., 2012 y Garay et al., 2003).
Coliformes totales (NMP/100 mL)	Fermentación en tubos múltiples método de números más probable (Standard Methods 9221-B; APHA et al., 2012).
Coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)	Fermentación en tubos múltiples método de número más probable (Standard Methods 9221-E; APHA et al., 2012).
Hidrocarburos aromáticos totales (µg/L)	Extracción líquido-líquido con diclorometano cuantificación fluorométrica (UNESCO/COI, 1984; Garay et al., 2003).
Grasas y Aceites (mg/L)	Extracción líquido-líquido con hexano y cuantificación por método gravimétrico. (Standard Methods N° 5520-B; APHA et al., 2012).
Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni y Fe (µg/L)	Tratamiento con APDC y MIBK para extracción selectiva, seguido de reextracción en fase ácida con HNO ₃ 1N y posterior cuantificación por espectrometría de AA con llama (Standard Methods N° 3111-C; APHA et al., 2012; Garay et al., 2003).
Matriz sedimentos	
Materia orgánica (mg/g)	Método de Walkley y Black (IGAC 1990).
Hidrocarburos aromáticos totales (µg/g)	Extracción soxhlet con diclorometano:acetona y cuantificación fluorométrica (UNEP et al., 1992; Garay et al., 2003).

Parámetro	Métodos de Análisis
Grasas y Aceites (mg/g)	Extracción soxhlet con diclorometano:acetona y cuantificación por método gravimétrico.
Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni y Fe totales (µg/g)	Digestión con ácido nítrico y ácido clorhídrico asistida por microondas (Método EPA 3052, 1996).
Hg (µg/g)	Mercurio en sólidos y solución por descomposición térmica, amalgamación y espectrometría de absorción atómica (EPA, 2007).

Los resultados de las variables pH, OD, CTT y CTE se compararon con los criterios de calidad permisibles del decreto 1594 de 1984 (MinSalud, 1984), el cual establece los siguientes valores para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas marinas y estuarinas: pH (entre 6,5 y 8,5) y OD (>4,0 mg de O₂/L); y para uso recreativo por contacto primario: 1.000 NMP de CTT/100 mL y 200 NMP de CTE; y contacto secundario: 5.000 NMP de CTT/100 mL.

Para el análisis de la DBO₅ se tomó como referencia la escala de clasificación de CONAGUA, (2013) como indicadora de calidad de agua: DBO₅ <3 (agua no contaminada), >3 - ≤6 (aguas con bajo contenido de materia orgánica biodegradable), >6 - ≤30 (agua con indicio de contaminación), >30 - ≤120 (contaminada), >120 (fuertemente contaminada). Los demás parámetros fisicoquímicos se compararon con los informes de resultados 2010-2014 del laboratorio de Calidad Ambiental de CARDIQUE, y los reportados en la literatura científica.

Para el análisis de HAT en agua, se tomó como referencia el valor de 10 µg de HAT/L para aguas contaminadas propuesto por la Unesco (1984), considerado de alto riesgo para biota acuática; y para sedimentos se usó la referencia de 3,9 µg de HAT/g propuestos por la NOAA (1990) para sedimentos no contaminados. Para los metales pesados disueltos se utilizaron los valores de referencia para efectos crónicos y agudos de Buchman (2008). En sedimentos los resultados se compararon con los valores del nivel de efecto umbral (TEL), intervalo bajo de efecto (ERL) y nivel de efectos probable (PEL) descritos en Buchman (2008).

3.1. PRESIONES Y FACTORES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL

Para hacer una inspección visual y recolectar información sobre las principales presiones y factores de degradación ambiental actual en ciénaga Las Quintas que afecten la calidad del agua (fuentes de contaminación), los recursos hidrobiológicos y el manglar, se realizaron recorridos en lancha y caminatas por la ribera de la ciénaga. La información se registró en formatos de campo, se georeferenció con ayuda de un geoposicionador satelital (GPS) y se hizo un registro fotográfico.

3.2. HIDRODINÁMICA

Se realizaron mediciones de corrientes en la ciénaga, empleando un perfilador acústico tipo ADCP, modelo RiverSurveyor, marca Sontek®. Para este análisis, se definieron 3 secciones transversales (transectos), CQ1 (cercano al puente Jiménez), CQ2 (cerca al mercado Bazurto) y CQ3 (cercano al puente Bazurto; Figura 3.2), siendo de gran importancia CQ1 y CQ3 debido a que son los sitios en donde la ciénaga tiene conexión con la bahía interna de Cartagena y con el caño Bazurto, respectivamente. Inicialmente, el transecto CQ1 se había ubicado hacia el puente Jiménez; sin embargo, tuvo que ser trasladado debido a la baja profundidad del sector ($<0,5$ m). En el sector del puente de Bazurto, debido al permanente paso de lanchas, se tuvo que mover el transecto.



Figura 3.2. Mapa de los transectos para las mediciones de magnitud y dirección de la corriente en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Las mediciones en CQ1 y CQ3 se realizaron para diferentes condiciones de marea (flujo y reflujo) teniendo en cuenta los valores de nivel del mar modelados para la ciudad de Cartagena, empleando el programa Wxtide para los días del muestreo (Figura 3.3). Adicionalmente, se realizaron mediciones *in situ* de salinidad y temperatura (Tabla 3.4), requeridas por el ADCP para el cálculo de la velocidad del sonido en el agua, y se registró la velocidad del viento usando un anemómetro portátil.

Tabla 3.4. Variables abióticas registradas in situ en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar, durante los días entre el 14 y 16 de marzo del 2016.

Estación	Temperatura (°C)	Salinidad	Profundidad (m)	Ancho del transecto (m)	Viento (m/s)
CQ1	29,6	37,7	0,9	10,8	2,5
CQ2	-	-	0,9	68,5	2,1
CQ3	29,9	36,9	2,8	127,9	2,9

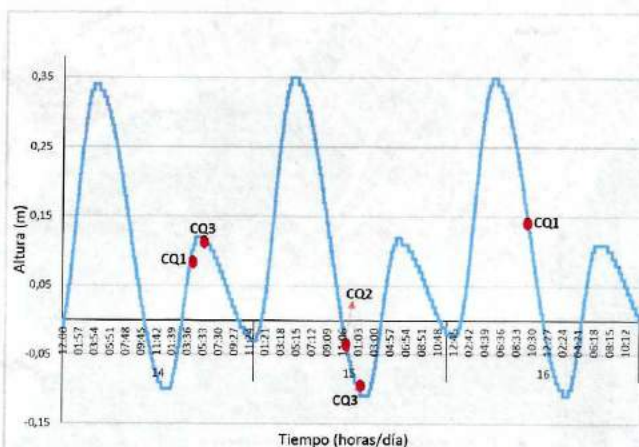


Figura 3.3. Marea modelada para la campaña de campo durante los días 14 a 16 de marzo del 2016, en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

3.3. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS

3.3.1. Plancton

Para la evaluación de la comunidad planctónica, se seleccionaron cinco puntos de muestreo (Figura 3.4; Tabla 3.5), en los cuales se colectaron muestras de agua superficial, las cuales fueron preservadas y trasladadas al Museo de Historia Natural Marino de Colombia MAKURIWA del INVEMAR en la ciudad de Santa Marta para su análisis e identificación.

Tabla 3.5. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo del plancton en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Puntos de muestreo	Coordenadas	
	Latitud N	Longitud W
P01	10°24.364'	75°31.505'
P02	10°24.812'	75°31.857'
P03	10°24.628'	75°31.477'
P04	10°24.725'	75°31.615'
P05	10°24.728'	75°31.738'

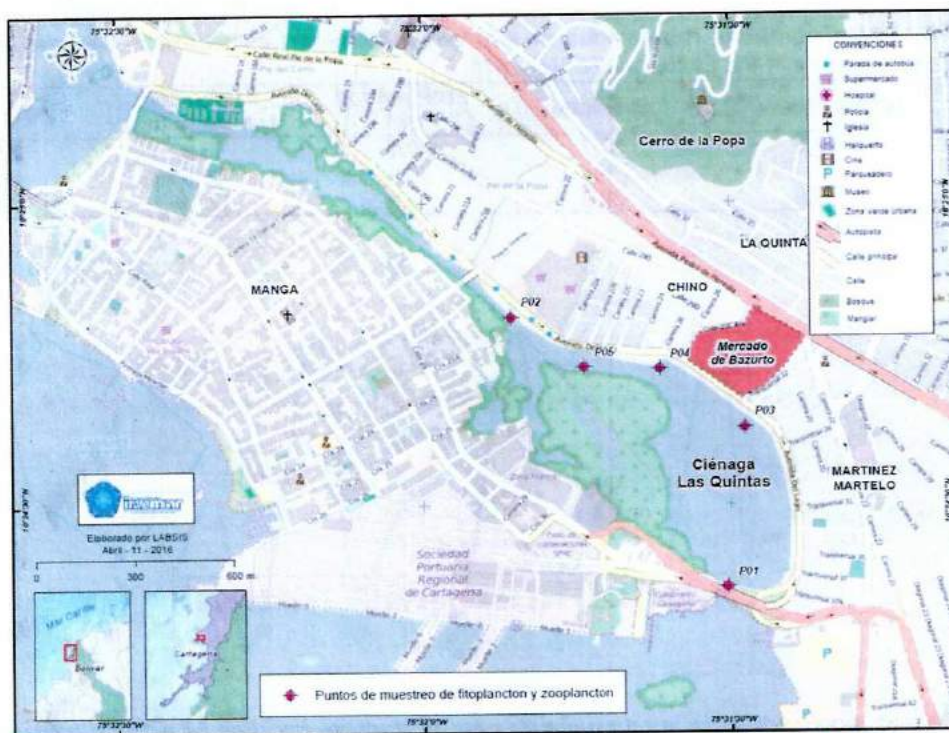


Figura 3.4. Puntos de muestreo del componente planctónico dentro de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Fitoplancton

Para la descripción cualitativa de los organismos presentes en la capa superficial de la columna de agua, se realizó un muestreo horizontal mediante el filtrado de 70 L de agua en cada punto de muestreo de la ciénaga Las Quintas, utilizando una malla de 20 μm . Las muestras fueron fijadas con formalina neutralizada con bórax (tetraborato de sodio), quedando la solución final al 4 % de concentración, siguiendo las recomendaciones de [Boltovskoy \(1981\)](#). Adicionalmente se recolectaron muestras de 800 mL de agua superficial, para determinar las abundancias de las especies fitoplanctónicas, las cuales fueron preservadas inicialmente en una solución de Lugol (1:100) bajo condiciones de oscuridad. Una vez finalizada la descripción, se conservaron con formalina neutralizada.

De cada muestra recolectada, se revisaron en promedio cinco alícuotas de un mililitro cada una en un microscopio Carl Zeiss MicroImaging GmbH Axio Lab A1 con los aumentos de 20X y 40X. Los organismos observados, se identificaron al nivel taxonómico más bajo posible y se agruparon en los grupos morfológicos del fitoplancton (e.g. diatomeas, dinoflagelados, cianobacterias, etc.) utilizando las guías taxonómicas de [Boyer \(1927\)](#), [Wood \(1963\)](#), [Balech \(1988\)](#), [Round \(1990\)](#) y [Tomas \(1997\)](#). La información obtenida de la identificación, se tabuló en hojas de cálculo, reportando únicamente la presencia de cada morfoespecie en cada punto de muestreo.

Zooplankton e ictioplankton

Las muestras para análisis cualitativo y cuantitativo de la comunidad zooplanctónica, se obtuvieron usando un recipiente de 10 L de capacidad (debido a que la profundidad de la ciénaga (0,4 – 1,9 m) no permitió realizar los arrastres), filtrando a través de una red cónica de 202 μ m un volumen total de 80 L de agua. Las muestras colectadas fueron relajadas utilizando cloruro de magnesio, luego trasvasada a recipientes de 500 mL y fijadas a una concentración final del 4 % con formol neutralizado con bórax, y transportadas al Museo de historia Natural Marina de Colombia MAKURIWA, en donde previo al análisis fueron homogenizadas y posteriormente se observó la totalidad de la muestra colectada, en un microestereoscopio marca Leica serie DFC-450, que permite identificar y capturar imágenes de manera rápida en alta definición, de los organismos presentes en la muestra. Tras obtener las imágenes de los organismos, se realizó la identificación taxonómica para su respectivo análisis cualitativo y cuantitativo. La abundancia fue expresada en Ind/m³.

Las muestras fueron identificadas al nivel taxonómico más bajo posible siguiendo las guías y claves taxonómicas de [Bjorberg, 1981](#); [Nishida, 1985](#); [Boxshall y Halsey, 2004](#); [Boltovskoy, 1999](#); [Rocha y Matsumura, 1976](#) y [Gaviria y Aranguren, 2003](#).

3.3.2. Epifauna

Para el muestreo del componente de epifauna, se seleccionaron 14 puntos (Tabla 3.6; Figura 3.5). Como método de captura, se utilizó la atarraya individual con un tamaño de 6 m de diámetro y un ojo de malla de 2,5 cm. Este método fue escogido por ser poco selectivo, permitiendo la captura de ejemplares en un amplio ámbito de tallas ([Santos-Martínez et al., 1998](#)), y porque se adapta fácilmente a las características batimétricas y sedimentológicas de la ciénaga. En cada punto de muestreo se realizaron entre uno y tres lances, para constatar la presencia de tres grupos de organismos, peces, crustáceos y moluscos. Para la ejecución correcta de los lances se contó con los servicios de dos pescadores de la ciudad de Cartagena, quienes conocían el área de estudio, facilitando la movilidad y la efectividad de los muestreos. Todo el material recolectado fue preservado y trasladado al Museo de historia Natural Marina de Colombia MAKURIWA del INVEMAR, donde fueron debidamente revisados, identificados y analizados mediante análisis merísticos, morfométricos y caracteres diagnósticos.

Tabla 3.6. Coordenadas geográficas de los puntos de muestreo de epifauna en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Puntos de muestreo	Coordenadas	
	Latitud N	Longitud W
01	10°24'22.92"	75°31'30.88"
02	10°24'23.59"	75°31'32.28"
03	10°24'29.70"	75°31'32.97"
04	10°24'30.62"	75°31'34.73"
05	10°24'31.92"	75°31'30.25"
06	10°24'38.46"	75°31'35.49"
07	10°24'43.82"	75°31'46.75"

Puntos de muestreo	Coordenadas	
	Latitud N	Longitud W
08	10°24'44.44"	75°31'48.57"
09	10°24'43.09"	75°31'48.61"
10	10°24'43.61"	75°31'51.07"
11	10°24'45.24"	75°31'51.12"
12	10°24'45.42"	75°31'51.26"
13	10°24'47.33"	75°31'51.21"
14	10°24'45.36"	75°31'49.31"



Figura 3.5. Puntos de muestreo de epifauna en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

3.4. CONDICIONES DEL HÁBITAT PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN DE LA FLORA Y FAUNA

3.4.1. Hábitat de especies hidrobiológicas

Con base a los resultados de calidad de aguas y sedimentos, se determinó el estado de las condiciones del hábitat para la supervivencia y reproducción de las especies hidrobiológicas identificadas.

3.4.2. Manglares

La evaluación de las condiciones ambientales generales del manglar en la ciénaga Las Quintas, como un ecosistema en el que habitan diferentes especies de importancia ecológica y comercial, y funciona como una zona de crianza de especies hidrobiológicas, se realizó siguiendo los lineamientos nacionales de monitoreo de manglares (Tavera, 2014), para lo cual se seleccionaron dos zonas de muestreo teniendo en cuenta las presiones y factores de degradación ambiental identificados, al norte en frente del barrio Chino y mercado de Bazurto, y al sur en el sector del peaje de Manga (Tabla 3.6; Figura 3.6).



Figura 3.6. Parcelas de muestreo en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Tabla 3.7. Coordenada geográfica de las parcelas de muestreo en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Parcelas de muestreo	Vértice	Coordenadas	
		Latitud N	Longitud W
Peaje Manga	1	10°24'28.37"	75°31'38.47"
	2	10°24'28.65"	75°31'38.60"
	3	10°24'29.11"	75°31'37.78"
	4	10°24'28.87"	75°31'37.62"
Frente barrio Chino	1	10°24'42.75"	75°31'43.75"
	2	10°24'42.85"	75°31'44.06"
	3	10°24'41.79"	75°31'44.01"
	4	10°24'41.91"	75°31'44.33"

Estructura y condiciones fitosanitarias del manglar

Para la evaluación de los atributos estructurales del bosque en cada zona de muestreo, se estableció una parcela con un área mínima de 300 m² (10 x 30 m; Tabla 3.7; Figura 3.6), en donde se identificaron las especies presentes y se contaron todos los individuos, midiéndole a cada uno el diámetro a la altura del pecho (DAP) y altura aproximada; se calculó la densidad, el área basal (AB) y el índice de valor de importancia (IVI). Adicionalmente, se realizó una clasificación de las categorías diamétrica según los valores propuestos por Falla-Ramírez (1970) (en [Sánchez-Páez et al., 1997](#)): Brinzal ($\leq 2,5$ a 5,0 cm), Latizal ($\geq 5,1$ a 15,0 cm) y Fustal ($> 15,0$ cm), y se identificaron los tensores ambientales, y principales síntomas y signos fitopatológicos generales en los mangles encontrados en las parcelas de muestreo.

Condiciones fisicoquímicas del agua

Para conocer las condiciones fisicoquímicas del agua dentro del manglar y relacionarlas con las especies de mangles presentes, se seleccionaron tres puntos en una línea perpendicular al cuerpo de agua dentro de cada parcela, en donde se midieron *in situ* los parámetros de temperatura, salinidad y pH en aguas superficiales e intersticiales con métodos electrométricos, y el nivel freático o de inundación con una regla graduada en centímetros. Estas variables son indicadores del estado de riesgo de deterioro del bosque ([Garcés-Ordóñez y Vivas-Aguas, 2014](#)), debido a que influyen directa o indirectamente sobre las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de los mangles ([Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983](#); [Zapata, 2004](#); [Piaggese, 2004](#); [Febles-Patrón et al., 2007](#)). Se aplicó la prueba de Kruskal Wallis para datos no paramétricos para conocer la significancia estadística de las variables medidas entre las estaciones muestreadas y los valores obtenidos se compararon con referencias descritas en la literatura científica.

3.5. ESTADO SOCIOECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA

Para diagnosticar el estado de la actividad pesquera en el área de estudio, se consideró clave realizar una caracterización del entorno y de la estructura de la pesquería, lo cual permitió determinar el desempeño de la actividad (aspectos socioeconómicos, zonas de pesca, tecnología de pesca y otras variables pesqueras), relacionando el comportamiento de las variables, tales como aspectos sociales del grupo humano que explota el recurso, el esfuerzo pesquero, las capturas y los aspectos económicos que genera dicha actividad. En tal sentido, se proyectó obtener la caracterización relacionada a partir de un enfoque muestral que permitía obtener una fotografía instantánea de la actividad pesquera en el área de la ciénaga Las Quintas durante el momento del muestreo, haciendo énfasis en la actividad de extracción, comercialización del recurso pesquero y su relación con los servicios ecosistémicos provistos por la ciénaga.

Para identificar los diferentes tipos de actores que concurren al lugar (pescadores, intermediarios, minoristas y mayoristas) se realizó una visita a la zona del mercado de Bazurto, aledaño a la ciénaga de Las Quintas, para hacer un sondeo y entrevistas semiestructuradas, bajo el enfoque de diagnóstico rápido participativo ([Geilfus, 2009](#)). Para el caso de la actividad de extracción (pesca) se aplicó durante la salida de campo una encuesta de caracterización de

pesca artesanal a 23 pescadores, lo cual permitió estimar el número potencial de pescadores, épocas de pesca, tecnología pesquera utilizada (artes y embarcaciones), niveles de ingresos y otras variables de índole socioeconómico). Se indagó sobre el proceso de comercialización en el ámbito local, se abordaron 15 comerciantes pesqueros (encuesta de caracterización socio-económica de comerciantes y de comercialización de productos pesqueros) y se inquirió sobre las condiciones socioeconómicas de quienes ejercen estas actividades en el mercado de Bazurto. Mediante entrevistas en los puntos de desembarco artesanal y en los puestos de comercialización, se registró información general de las actividades que realizan los pescadores y comerciantes, y la relación directa o indirecta que tienen con la ciénaga Las Quintas. En cuanto a los beneficios que reciben de la ciénaga, se tuvo en cuenta la percepción de los entrevistados sobre los mismos, la problemática ambiental y las posibles soluciones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS

4.1.1. Calidad del agua

Calidad fisicoquímica

En la Tabla 4.1 se muestran los resultados de las variables de calidad fisicoquímica del agua en la ciénaga Las Quintas.

Tabla 4.1. Resultados de las variables de calidad fisicoquímica del agua en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Oxígeno disuelto (OD), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y Sólidos suspendidos totales (SST).

Variable	Puntos de muestreo					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06
Hora de medición (24 h)	09:12	10:46	11:24	11:51	12:07	12:22
Profundidad (m)	1,90	0,70	1,30	0,40	0,90	1,60
Salinidad	35,50	35,90	35,50	36,20	36,70	35,80
Temperatura (°C)	29,00	30,30	30,30	31,60	30,50	30,20
OD (mg/L)	4,72	4,58	5,68	8,56	7,35	6,86
DBO ₅ (mg/L)	3,65	8,35	7,50	6,45	4,65	2,65
pH	8,09	8,03	8,13	8,26	8,16	8,23
SST (mg/L)	11,30	66,90	39,46	120,00	93,00	68,50
N-NH ₄ ⁺ (µg/L)	8,70	14,84	48,27	10,36	9,16	8,72
N-NO ₂ ⁻ (µg/L)	0,70	1,84	0,70	1,52	2,79	0,70

Variable	Puntos de muestreo					
	P01	P02	P03	P04	P05	P06
N-NO ₃ ⁻ (µg/L)	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10	2,10
P-PO ₄ ³⁻	3,70	34,11	17,26	8,97	21,54	3,83

Salinidad

Los valores de salinidad registrados (35,5 - 36,7; 35,9 ± 0,5), indican que las condiciones predominantes durante el muestreo fueron marinas, por su conexión con la bahía de Cartagena y por la temporada climática de sequía. Los aportes de agua dulce a la ciénaga provienen principalmente de las escorrentías durante la época de lluvias (lo cual se evidenció por los numerosos canales de desagüe de agua lluvias, identificadas en el componente de fuentes de contaminación), disminuyendo la salinidad a valores entre 25,09 y 29,5, como los registrados por CARDIQUE en agosto del 2014 (CARDIQUE, 2014); mes en el cual se presenta la época de lluvias (CIOH, 2010), y por Tirado *et al.* (2011) durante 2009-2010.

Temperatura del agua

La temperatura del agua osciló entre 29,0 y 31,6 °C (Tabla 4.1), lo cual se relaciona con la hora en la que se hicieron las mediciones (9:00 a.m. – 12:30 p.m.).

Oxígeno disuelto (OD)

El OD se encontró por encima del valor mínimo permisible (4,0 mg de O₂ /L; Tabla 4.1) para la preservación de flora y fauna según el decreto 1598 de 1984 (MinSalud, 1984). Los puntos de muestreo más internos y cercanos a la zona de manglar (P04, P05 y P06) presentaron los valores más altos (Tabla 4.1), en donde el agua tenía una coloración aparente verde pardo oscuro, que puede ser causada por altas densidades de fitoplancton (densidad de fitoplancton >1'000.000 cél/L causa cambios en el color aparente del agua; Sar *et al.*, 2002), la cual sería una fuente importante de O₂.

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La DBO₅ en los puntos de muestreo ubicadas en el costado nororiental (P02, P03 y P04), cerca de la desembocadura del caño Bazurto y en el área de influencia del mercado, estuvieron dentro del rango de los valores de referencia para aguas con indicio de contaminación con materia orgánica (< 6 - ≥ 30 mg O₂/L; CONAGUA, 2013). En el caño Bazurto se han registrado valores bajos de oxígeno (2,66 mg de O₂/L), alta DBO₅ (17,31 mg de O₂/L) y elevada concentración de coliformes termotolerantes (230.000 NMP de CTE/100 mL; CARDIQUE, 2013), indicando la baja calidad del agua que ingresa a esta zona. En los puntos P01 y P06, las concentraciones indican bajo contenido de materia orgánica biodegradable (<3 - ≤6 mg O₂/L; CONAGUA, 2013), por su cercanía a la bahía de Cartagena y la profundidad de la zona (1,90 m), que podría favorecer la dilución (dispersando y disminuyendo la concentración de la materia orgánica) y los procesos de estabilización en la autodepuración (Murgel, 1984; Marín 2003).

pH

Los valores de pH registrados durante el muestreo (Tabla 4.1) mostraron condiciones típicas de agua de mar ([Hernández-Ayón et al., 2003](#)), y estuvieron dentro del rango permisible para la preservación de flora y fauna en aguas cálidas marinas y estuarinas del decreto 1584 de 1984 ([MinSalud, 1984](#)). Sin embargo, los reportes históricos muestran que el pH en la ciénaga Las Quintas ha sido muy variable a pesar de ser un sistema lagunar con mayor influencia marina, debido a la alta intervención antrópica por el vertimiento de residuos orgánicos del mercado Bazurto ([Tirado et al., 2011](#)) y el ingreso por otras fuentes de contaminación, que han ocasionado cambios en el pH que oscilan entre 8,4 ([CARDIQUE, 2010](#)) y 4,6 ([Tirado et al., 2011](#)), pudiendo afectar procesos fisicoquímicos y biológicos naturales, que se relacionan con esta variable.

Sólidos suspendidos totales (SST)

Los SST se encontraron en mayor concentración en la zona interna de la ciénaga, en los puntos P04, P05 y P06 (Tabla 4.1), en los cuales hay mayor influencia del manglar que aporta detritus y en donde las aguas se encontraron con una coloración verdosa parda, atribuido a una alta densidad de fitoplancton, los cuales constituyen una fuente principal de material particulado ([González y De la Rosa, 1995](#)), sumado a los aportes de aguas residuales proveniente del caño Bazurto, y de las viviendas en expansión que se encuentran al costado noroccidental de la ciénaga, que descargan aguas residuales domésticas, evidenciadas por las altas concentraciones de coliformes termotolerantes en los puntos P02, P04 y P05 (2.400-92.000 NMP/100 mL; Tabla 4.1). Históricamente las concentraciones de SST en la ciénaga Las Quintas han sido variables (noviembre del 2010 (época lluviosa): 107-116 mg de SST/L ([CARDIQUE, 2010](#)); julio del 2011 (transición): 39 mg de SST/L ([CARDIQUE, 2011](#)); febrero del 2013 (época seca): 24-53 mg de SST/L ([CARDIQUE, 2013](#)); julio del 2014 (transición): 45 mg de SST/L ([CARDIQUE, 2014](#))), evidenciando el aumento de los mismos durante la época de lluvias, cuando hay aportes por escorrentías ([Tirado et al., 2011](#)).

Nutrientes inorgánicos disueltos

Los nutrientes inorgánicos disueltos (N-NH_4^+ , N-NO_2^- , N-NO_3^- y P-PO_4^{3-}) se encontraron en bajas concentraciones (Tabla 4.1), lo cual se atribuye al consumo de estos compuestos (principalmente N-NH_4^+ , N-NO_3^- y P-PO_4^{3-}) por parte del fitoplancton, favoreciendo su proliferación y cambio en la coloración aparente del agua ([Sar et al., 2002](#)). El amonio y los ortofosfatos fueron los de mayor concentración en los puntos de muestreo (Tabla 4.1), estos nutrientes son indicadores de aportes de aguas residuales, además se pueden atribuir al flujo por difusión desde el sedimento, debido a la descomposición anaerobia de la materia orgánica (la cual osciló entre 72,9 y 94,3 mg de MO/L en la ciénaga), intercambiando amonio y fósforo que fluye debido a diferencias de concentraciones entre el agua y el sedimento ([Navas et al., 2002](#); [Álvarez, 2005](#)). Cabe destacar que en el registro histórico, se han reportado concentraciones de amonio y fosfatos mucho mayores, 260 μg de N-NH_4^+ /L, 50 μg de P-PO_4^{3-} /L, junio del 2011 ([CARDIQUE, 2011](#)), 290 μg de N-NH_4^+ /L, 75 μg de P-PO_4^{3-} /L, octubre del 2012 ([CARDIQUE, 2012](#)) y 180 μg de N-NH_4^+ /L, 50 μg de P-PO_4^{3-} /L, febrero de 2013 ([CARDIQUE, 2013](#)).

Calidad microbiológica

Las concentraciones de coliformes totales (CTT) y coliformes termotolerantes (CTE), se usaron como indicadores de contaminación microbiológica. Los resultados evidenciaron que en la mayoría de los puntos de muestreo las concentraciones de CTT, estuvieron por encima de los valores máximos permisibles del decreto 1594 de 1984 ([MinSalud, 1984](#); Tabla 4.2), 540 y 92.000 NMP de CTT/100 mL, encontrándose los valores más altos en el sector entre el puente Jiménez y el mercado de Bazurto (puntos de muestreo P02, P03, P04 y P05). Estos resultados muestran que estas aguas no son aptas para su uso por contacto primario y secundario, aunque la ciénaga Las Quintas no es de uso recreativo, se observaron habitantes de la calle que realizaban actividades de baño y pesca en este cuerpo de agua, lo cual es un riesgo potencial para la salud de estas personas.

Tabla 4.2. Concentraciones de los indicadores de contaminación microbiológica: coliformes totales (CTT) y coliformes termotolerantes (CTE) en los puntos de muestreo de calidad de agua en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.

Puntos de muestreo	CTT (NMP/100 mL)	CTE (NMP/100 mL)
P01	9.200	700
P02	92.000	92.000
P03	16.000	16.000
P04	5.400	2.400
P05	16.000	5.400
P06	540	350
Límite permisible contacto primario	1.000	200
Límite permisible contacto secundario	5.000	No definido

Las concentraciones de CTE confirman que la contaminación microbiológica en la ciénaga es de origen fecal. Se evidenció que muchas de las personas habitantes de calle del mercado de Bazurto, hacen sus necesidades fisiológicas en la ribera de la ciénaga y del caño Bazurto, siendo una fuente de contaminación microbiológica (de organismos patógenos-parásitos contenidos en las heces) de la ciénaga y de la bahía interna de Cartagena, que debe ser atendida por las autoridades ambientales competentes, para evitar problemas de salud pública ([Molina et al., 2014](#)). Las condiciones bajo las cuales se encuentra el sistema lagunar de Las Quintas, como poca corriente (0,2 m/s) y bajo nivel de agua (0,4 y 1,9 m de profundidad), los microorganismos tienden a depositarse y acumularse en los sedimentos, donde pueden ser resuspendidos y deteriorar la calidad del agua ([Narváez et al., 2008](#)).

Contaminantes orgánicos

Hidrocarburos Aromáticos Totales (HAT)

Las concentraciones de HAT disueltos en el agua de la ciénaga Las Quintas, no superaron el valor de referencia propuesto por la UNESCO para aguas contaminadas (Tabla 4.3). Las principales fuentes de estos contaminantes a la ciénaga son los vertimiento de aguas residuales, las embarcaciones con motor que llegan a la zona del mercado de Bazurto para la carga y descarga de mercancías, la marina y la terminal de combustible Gasómetro Cartagena situados en la bahía interna de Cartagena, específicamente en el sector del puente de Bazurto, donde hay conexión entre la bahía y la ciénaga, sumado otras fuentes difusas asociadas al tránsito de vehículos, residuos sólidos contaminados, entre otros (Jiménez, 2001).

Tabla 4.3. Concentraciones de contaminantes orgánicos medidos en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Hidrocarburos aromáticos totales (HAT), grasas y aceites (G y A).

Puntos de muestreo	HAT (µg/L)	G y A (mg/L)
P01	0,96	1,2
P02	0,33	2,5
P03	0,94	1,8
P04	1,04	1,4
P05	0,71	1,3
P06	0,37	1,3
Valor de referencia	10,0*	

*Unesco (1984).

Grasas y Aceites (G y A)

Las G y A son compuestos orgánicos (ácidos grasos saturados e insaturados) de origen animal y vegetal, y de hidrocarburos del petróleo que afectan la calidad del agua, debido a que interfieren con el intercambio gaseoso entre el agua y la atmósfera, y con la penetración de la luz solar para la actividad fotosintética del fitoplancton, causando acidificación del agua y bajos niveles de oxígeno (Arce, 2003). Las concentraciones de G y A en los puntos de muestreo oscilaron entre 1,2 y 2,5 mg/L (Tabla 4.3), encontrándose el valor más elevado en la zona del puente Jiménez, por su conexión con el caño Bazurto, el cual recibe las aguas residuales de un puesto de lavado de autos y motocicletas informal, cuyas aguas aportan este tipo de residuos contaminantes al caño y a la ciénaga de Las Quintas.

Metales pesados

De los metales disueltos analizados, las concentraciones de Pb, Cd, Cr, Cu y Ni, estuvieron por debajo del límite de detección del método utilizado (Tabla 4.4). El Fe estuvo en concentraciones que superan el valor de referencia de la NOAA para efectos crónicos, en todos los puntos de muestreo (Tabla 4.4). El Zn osciló entre menor al límite de detección del método (<6,9) y 17,64 µg de Zn/L, sin superar el valor de referencia para efectos crónicos (Tabla 4.4). Las fuentes

probables de Fe y Zn son los residuos de electrodomésticos, baterías usadas, tráfico de embarcaciones con motor, meteorización de la roca y erosión del cerro de la Popa, quema de basuras, en forma sulfuros, carbonatos, silicatos, entre otros ([Manahan, 2007](#); [Rodríguez, 2014](#)).

Tabla 4.4 Concentraciones de metales pesados en aguas superficiales recolectadas en el monitoreo del 15 de marzo de 2016 en la ciénaga de Las Quintas, departamento de Bolívar. Valores con signo menor que (<), corresponden a los límites de detección de los métodos analíticos utilizados en el LABCAM del Invemar.

analíticos utilizados en el LABCAM del Invemar.							
Puntos de muestreo	Metales pesados en agua						
	Pb (µg/L)	Cd (µg/L)	Cr (µg/L)	Cu (µg/L)	Zn (µg/L)	Ni (µg/L)	Fe (µg/L)
P01	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	<6,9	<1,0	124,5
P02	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	8,51	<1,0	134,1
P03	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	13,04	1,04	201,8
P04	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	17,45	<1,0	136,1
P05	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	17,64	<1,0	82,95
P06	<3,1	<0,42	<0,97	<0,9	16,5	<1,0	211,8
*Referencia Efectos crónicos	8,1	8,8	-	3,1	81	8,2	50

*([Buchman, 2008](#))

4.1.2. Calidad del sedimento

Materia orgánica

Las concentraciones de materia orgánica oscilaron entre 93,3 y 122,6 mg/g (Tabla 4.5), valores que se encontraron dentro de los rangos reportados para ecosistemas marino-costeros tropicales con influencia de manglares (15,3 - 147,0 mg/g; [Márquez et al., 2005](#); 53,3 - 177 mg/g; $64,4 \pm 43,4$ mg/g; [Vivas-Aguas et al., 2015](#)). Los valores más altos corresponden a los puntos tomados dentro del manglar, debido a la alta productividad (hojarasca) característica de estos ecosistemas ([Flores-Verdugo et al., 2007](#)), y a la capacidad de retención de las raíces de los mangles que favorecen la sedimentación de gran cantidad de material orgánico suspendido en la columna de agua ([Parra y Espinosa, 2008](#)).

Tabla 4.5. Concentraciones de materia orgánica, hidrocarburos aromáticos totales y grasas y aceites en sedimentos marinos y del manglar en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.

Puntos de muestreo	Materia orgánica (mg/g)	HAT (µg/g)	G y A (mg/g)
P01	72,8	261,51	3,5
P02	93,3	197,86	4,9
P06	88,4	124,22	2,6
Parcela manglar 1 peaje manga	121,7	55,16	3,8
Parcela manglar 2 frente al barrio Chino	122,6	9,40	4,6
Referencia	15,0 -150*	3,9*	-

*Sedimentos marinos no contaminados con HAT ([NOAA, 1990](#)); *Rango de Materia orgánica en ecosistemas costeros tropicales ([Márquez et al., 2005](#); [Vivas-Aguas et al., 2015](#)); -Sin referencia.

Contaminantes orgánicos

Hidrocarburos aromáticos totales (HAT)

Las concentraciones de HAT fluctuaron entre 9,40 µg/g y 261,51 µg/g (Tabla 4.5), encontrándose en todos los puntos de muestreo de sedimentos en la ciénaga y en las parcelas de manglar valores muy por encima de la referencia de 3,9 µg/g establecido por la [NOAA \(1990\)](#), indicando un alto grado de contaminación por estos compuestos. El valor más alto de hidrocarburos se registró en el puente Bazurto (P01), zona en la que se encuentra un terminal de combustible y una marina, las cuales podrían estar aportando residuos de hidrocarburos a la ciénaga. En este y en los demás puntos de muestreo, el vertimiento de aguas residuales, el transporte de embarcaciones con motor y residuos sólidos son las principales fuentes de este contaminante. Cabe resaltar la gran afinidad que tienen los HAT por la materia orgánica (Tabla 4.5), la cual absorbe estos compuestos y por la baja corriente (<0,2 m/s), favorecen la sedimentación y acumulación en el fondo de la ciénaga, que posteriormente pueden ser liberados al cuerpo de agua, actuando como fuente de contaminación ([Castro, 2007](#)).

Grasas y Aceites

El contenido de grasas y aceites en sedimentos fluctuó entre 3,8 mg/g y 10,7 mg/g (Tabla 4.5), valores que superan los reportados por la REDCAM para la ciénaga La Virgen en los años 2012 (0,18 mg/g – 1,04 mg/g) y 2013 (0,14 mg/g – 0,79 mg/g; [Vivas-Aguas et al., 2015](#)), este tipo de contaminantes se encuentran relacionados con el vertimiento de aguas residuales domésticos e industriales, el transporte de embarcaciones con motor y el tráfico vehicular.

Metales pesados

Las concentraciones de metales pesados en los sedimentos de la ciénaga se presentan en la Tabla 4.6. En ninguno de los puntos de muestreo, los niveles de Pb, Cd, Cr, Cu, Zn, Ni, Fe y Hg sobrepasan el valor de referencia de efectos probables (PEL) de la NOAA (Tabla 4.6), no obstante, con estos resultados no se puede asegurar con certeza, si existe riesgo para la biota, porque se desconoce aún la fracción biodisponible, para lo cual se requieren estudios más especializados. La presencia de estos metales en la ciénaga Las Quintas, se atribuyen a la acumulación de residuos como baterías y restos de electrodomésticos y aparatos eléctricos como lámparas fluorescentes, que son dispuestos inadecuadamente, por lo que llegan a la ciénaga y quedan atrapados en las raíces del manglar y en el fondo de la ciénaga, liberando los metales que contienen estos materiales, al medio ambiente ([Manahan, 2007](#); [UNEP, 2009](#)).

Las concentraciones de plomo en el punto P01, cromo en el punto P02 y de cobre en la parcela de manglar 1 en el sector del peaje de manga, no indican necesariamente toxicidad, sin embargo representan una alerta, puesto que se encuentran por encima del nivel de efecto umbral (TELS) establecidos por la NOAA para estos metales (Pb = 30,2, Cr = 52,3, Cu = 18,7; [Buchman, 2008](#)), indicando que aunque son muy bajas, existe la probabilidad de que causen efectos adversos sobre organismos sensibles, no obstante, se requiere conocer la fracción biodisponible, las fuentes de este metal podría ser baterías usadas, partículas suspendidas provenientes de los vehículos con uso de combustible, y otros ([Manahan, 2007](#)). La baja

velocidad del agua presentada en la ciénaga Las Quintas ($<0,2$ m/s), actúa favoreciendo la sedimentación y la acumulación de contaminantes (Murquel, 1984; Tirado *et al.*, 2011), lo cual explica porque las concentraciones de algunos de los metales evaluados fueron mayores que en el agua.

Tabla 4.6. Concentraciones de metales pesados medidos en las muestras de sedimento marino y de manglar en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Valores con signo menor que ($<$), corresponden a los límites de detección de los métodos analíticos utilizados en el LABCAM del Invemar.

Puntos de muestreo	Metales pesados en sedimentos							
	Pb ($\mu\text{g/g}$)	Cd ($\mu\text{g/g}$)	Cr ($\mu\text{g/g}$)	Cu ($\mu\text{g/g}$)	Zn ($\mu\text{g/g}$)	Ni ($\mu\text{g/g}$)	Fe (mg/g)	Hg (ng/g)
P01	36,2	$<0,5$	21,7	62,3	237,3	13,6	11,0	158,4
P02	19,4	$<0,5$	57,6	49,7	254,7	15,0	21,1	118,2
P06	27,7	$<0,5$	22,1	59,7	228,4	11,8	10,60	177,2
Parcela manglar 1 peaje manga	12,7	$<0,5$	23,1	25,5	88,1	5,5	4,4	104,8
Parcela manglar 2 frente al barrio Chino	6,2	$<0,5$	$<6,4$	10,4	43,4	$<2,0$	1,2	87
Referencia PEL (Buchman, 2008)	112	4,2	160	108	271	42,8	-	700

4.2. PRESIONES Y FACTORES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL

La degradación ambiental en los ecosistemas marinos costeros, es causada por la mala planificación en la construcción de obras civiles, por efectos de la contaminación, cambio en el uso del suelo, la expansión urbana, la sobreexplotación de los recursos hidrobiológicos y el cambio climático (Escobar, 2002; Álvarez-León, 2003; Uribe y Urrego, 2009). La población costera y las actividades socioeconómicas que se desarrollan en los márgenes costeros, generan residuos contaminantes que son vertidos o transportados a los cuerpos de agua, deteriorando su calidad (Vivas-Aguas *et al.*, 2015). Ecosistemas costeros como los manglares, se han visto altamente afectados por la interrupción de flujos hídricos que ha generado hipersalinización de los suelos; la sobreexplotación del recurso hidrobiológico y maderero; y la expansión de la frontera agrícola y urbana, entre otros, que han traído como consecuencia pérdida de servicios ecosistémicos y disminución de la calidad de vida de las poblaciones que dependen de los recursos del manglar (Sánchez-Páez *et al.*, 1997; Sánchez-Páez *et al.*, 2000; Álvarez-León, 2003; Uribe y Urrego, 2009).

En la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar, durante las actividades de inspección de los días 15 y 16 de marzo se identificaron las principales presiones y factores de degradación de la calidad del agua, de los recursos hidrobiológicos y los tensores manglar (Tabla 4.7 y Figura 4.1).

Tabla 4.7. Principales presiones y factores de degradación ambiental a la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Presión/factor de degradación	Residuos contaminantes/degradadores	Causa, efecto y recursos afectados
Actividades desarrolladas en el mercado Bazurto	Plásticos, vidrios, icopor, materia orgánica (vísceras animales, verduras, residuos de alimentos), microorganismos, sólidos en suspensión, grasas y aceites, aguas residuales, nutrientes, metales pesados (baterías usadas).	Deterioro de la calidad del agua y del sedimento, florecimientos algales, pérdida de hábitat, estrés, afectación biota asociada, contaminación, cambio en la etología y hábitos alimenticios de aves, deterioro estético de la ciénaga.
Tráfico y arribo de lanchas	Hidrocarburos, grasas y aceites, residuos sólidos (plásticos, vidrios, icopor), materia orgánica, sólidos en suspensión, aguas residuales, nutrientes.	Deterioro de la calidad del agua y sedimento, contaminación, pérdida de hábitat y otros servicios ecosistémicos, afectación de biota asociada.
Expansión urbana	Escombros, sólidos en suspensión, residuos sólidos (plásticos, vidrios, icopor), aguas residuales, nutrientes, microorganismos, materia orgánica.	Deterioro de la calidad del agua y sedimentos, colmatación de la ciénaga, pérdida de hábitat, cobertura y deterioro del manglar, contaminación, pérdida de otros servicios ecosistémicos.
Tala de mangles	Materia orgánica	Deterioro del manglar
Canales de desagüe de agua lluvia	Hidrocarburos, grasas y aceites, microorganismos, materia orgánica, sólidos en suspensión	Deterioro de la calidad de agua y sedimentos, contaminación, pérdida de hábitat, afectación a biota asociada, colmatación ciénaga.
Estación de Servicio de combustible – Peaje Manga	Hidrocarburos, grasas y aceites, sólidos en suspensión.	Deterioro de la calidad del agua, contaminación, afectación a la biota asociada y manglares.
Marina – Terminal de combustible Gasómetro Cartagena	Hidrocarburos, grasas y aceites, sólidos en suspensión, aguas residuales.	Deterioro de la calidad del agua, contaminación, afectación a la biota asociada y manglares.
Lavadero de auto	Aguas residuales, nutrientes, hidrocarburos, grasas y aceites, sólidos en suspensión.	Deterioro de la calidad del agua, contaminación, afectación a la biota asociada y manglares.
Cerro de la Popa	Sólidos en suspensión, metales, nutrientes.	Calidad del agua



Figura 4.1. Presiones y factores de degradación ambiental en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Actividades desarrolladas en el Mercado Bazurto

El mercado de Bazurto es considerado uno de los principales factores de degradación de la ciénaga, por la mala disposición de sus residuos líquidos y sólidos, lo cual ha causado deterioro de la calidad del agua y los sedimentos, afectación a la biota asociada, y deterioro estético de la ciénaga Las Quintas. Residuos sólidos como plásticos, icopor, restos de material orgánico son arrojados al cuerpo de agua directamente, o transportados por los vientos, acumulándose de forma evidente en la ribera de la ciénaga (

Figura 4.2a) y del borde del manglar (

Figura 4.2b). Otros residuos, como electrodomésticos, fueron encontrados en el fondo, éstos junto con los plásticos pueden interferir en el intercambio gaseoso entre el sedimento y el agua, creando condiciones anóxicas, además aportan contaminantes tóxicos como metales pesados, entre otros.



Figura 4.2. Residuos sólidos en la ribera de la ciénaga - sector mercado de Bazurto (a), y en el borde del manglar que se encuentra enfrente del mercado (b). Fotos: Ostín Garcés.

Tráfico y arribo de lanchas

Frente al mercado de Bazurto llegan muchas lanchas y embarcaciones menores con motor (Figura 4.3a), las cuales son fuentes de residuos oleosos como hidrocarburos, grasas y aceites, etc. En estas embarcaciones se transportan pasajeros, y se cargan y descargan productos pesqueros, materiales de construcción, productos agrícolas, entre otros. En esta zona se realiza la venta de pescado (Figura 4.3b), que genera escurrimiento de sangre y vísceras que son arrojadas directamente a la ciénaga. El material de construcción como arena, grava, bloques son puestos temporalmente en la ribera de la ciénaga (Figura 4.3c), aportando sólidos que contribuyen a la colmatación del cuerpo de agua. También se arrojan residuos sólidos como bolsas y botellas plásticas, icopor, etc.



Figura 4.3. Zona de desembarque de embarcaciones menores en frente al mercado Bazurto, ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Embarcaciones (a), venta de pescados (b), y material de construcción en la ribera de la ciénaga (c). Fotos: Cesar García, Jorge Viaña y Ostín Garcés.

Expansión urbana

Al noroeste y suroccidente de la ciénaga se evidenció relleno con escombros y tala de mangle, en algunas áreas, para adecuación del terreno para la construcción de edificios y viviendas. Estas actividades aportan sólidos que provocan la colmatación de la ciénaga y reducción del espejo de agua, y pérdida de cobertura y deterioro de manglar. Además, las viviendas que se encuentran en las áreas en expansión, vierten aguas residuales y residuos sólidos al sistema.



Figura 4.4. Expansión urbana con relleno de áreas de manglar y de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Fotos: Ostín Garcés.

Canales de desagüe de agua lluvia

Numerosos canales de desagüe de aguas lluvias y de vertimiento de aguas residuales (Figura 4.5) fueron identificados en todo el costado oriental (Figura 4.1) donde se encuentra el mercado Bazurto, el barrio Chino y otras áreas de influencia del cerro de la Popa, por donde se drenan las aguas de escorrentías de lluvias, las cuales arrastran residuos sólidos, materia orgánica, microorganismos y residuos oleosos, entre otros, hacia la ciénaga contribuyendo a la contaminación y deterioro de la calidad de las aguas y sedimentos.

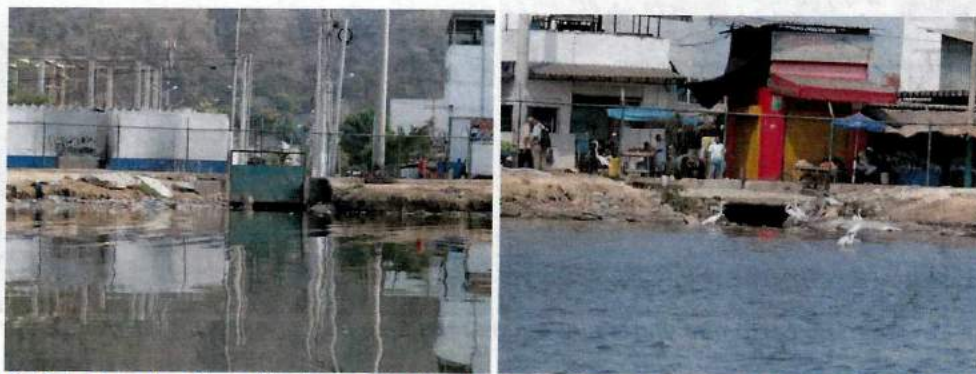


Figura 4.5. Canales de desagüe de aguas lluvias y vertimientos de aguas residuales a la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Estación de Servicio de combustible – Peaje Manga

En el sector del peaje de Manga, se sitúa una estación de servicio (Figura 4.1), la cual es una fuente de residuos oleosos (hidrocarburos, grasas y aceites) que con las lluvias son llevados a los canales cercanos que conducen hacia la ciénaga. Los vehículos que funcionan con combustible y que circulan por el peaje de Manga podrían además ser fuentes de residuos oleosos por la emisión de partículas de combustibles que se precipitan y pueden ser arrastrados durante la temporada de lluvias hacia la ciénaga. En esta zona también se encontraron residuos sólidos acumulados en el borde y dentro del manglar.

Marina – Terminal de combustible

La marina y el terminal de combustible situados en la bahía interna de Cartagena muy cerca de la boca que comunica la ciénaga Las Quintas con la bahía (Figura 4.1), son fuentes de residuos oleosos, principalmente hidrocarburos, y grasas y aceites que pueden ser transportados disueltos o adheridos a partículas sólidas suspendidas hacia la ciénaga.

Lavadero de auto

El caño Bazurto recibe las aguas residuales de un lavadero de auto informal (Figura 4.1). El desagadero lleva las aguas con residuos oleosos, detergentes y sólidos hacia un canal que desemboca directamente al caño (Figura 4.6) que por la acción del flujo y reflujo, las aguas tienen conexión con la ciénaga Las Quintas, convirtiéndose en una fuente de contaminación.



Figura 4.6. Lavadero de carro que vierte sus aguas residuales al caño Bazurto. Foto: César García.

Cerro de la Popa

El cerro de la Popa (Figura 4.1), en su proceso natural de meteorización de la roca, libera partículas de sedimentos, nutrientes y metales que son arrastrados por escorrentía en la época de lluvia hacia la ciénaga ([Universidad de Cartagena, 2015](#)).

4.3. HIDRODINÁMICA

La dinámica de las corrientes medidas durante la campaña del mes de marzo, mostró que en CQ1 (puente Jiménez), la velocidad promedio de la corriente osciló entre 0,074 m/s en flujo o marea entrante (Figura 4.7) y 0,172 m/s en reflujo o marea saliente (Figura 4.8), con mayores valores durante el reflujo y corrientes hacia el sur, evidenciando la baja capacidad de dispersión de contaminantes dentro de la ciénaga ([Tirado et al., 2011](#)), e indicando que durante esta condición de marea, la circulación que se establece es ingresando desde la ciénaga de La Virgen hacia la de Las Quintas. De otro lado, durante el flujo, las corrientes se dirigieron hacia el norte. Adicionalmente y para ambas condiciones de marea, se puede mencionar que no se encontraron variaciones de la magnitud con la profundidad y se registraron valores ligeramente mayores en el costado oeste, el cual corresponde al borde del transecto que limita con el borde del manglar. Los vientos durante la realización de la maniobra fueron de 2,5 m/s, indicando “brisa muy débil” de acuerdo con la escala Beaufort de la intensidad del viento.

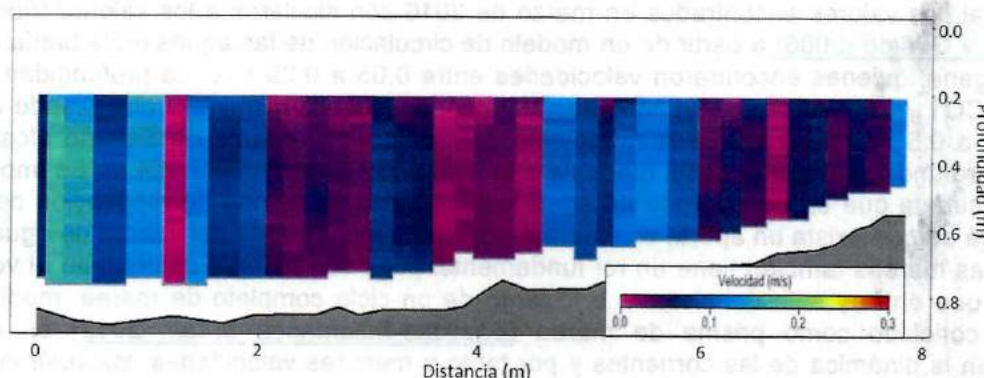


Figura 4.7. Magnitud de la corriente en la CQ1, ciénaga Las Quintas durante condición de flujo (14/03/2016).

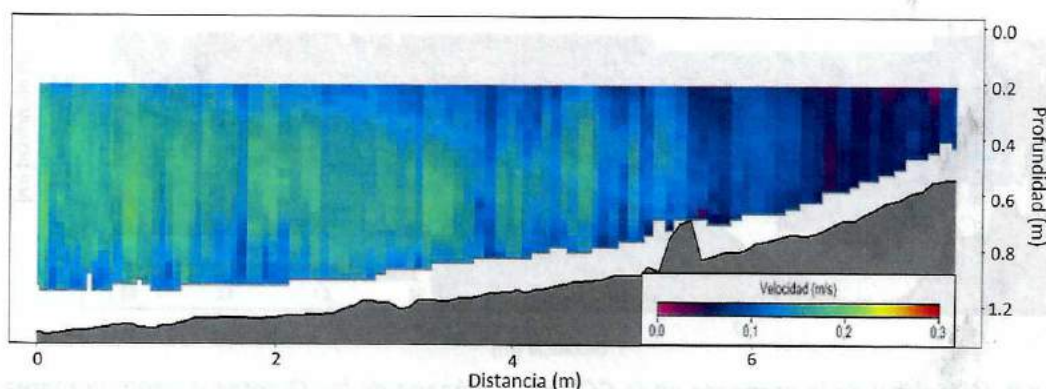


Figura 4.8. Magnitud de la corriente en la CQ1, ciénaga Las Quintas durante condición de reflujo (16/03/2016).

Para el transecto CQ2, el cual fue medido en una sola condición de marea (reflujo y cercana a la mínima del día), la velocidad promedio fue cercana a 0,1 m/s (Figura 4.9), menor que la velocidad del transecto CQ1 en condición de reflujo también. Esta diferencia puede ser atribuida a que CQ2 fue medida en una condición de marea muy cercana a la mínima del día, donde se espera nulo movimiento del agua. Adicional a esto, el agua que sale en reflujo por el puente Jiménez, ingresa a la ciénaga tanto por el costado Este (CQ2) como Oeste, el cual no fue medido durante la campaña de medición. Con respecto a la dirección, los valores medidos presentaron alta dispersión, aunque con predominio de corrientes hacia el sur. Finalmente, en el transecto del puente Bazurto, el cual fue medido en la condición mínima de marea, se encontró alta dispersión en las magnitudes, las cuales oscilaron entre 0,113 y 0,192 m/s (Figura 4.10). Esta elevada dispersión puede ser atribuida a la alta dinámica del sector, por estar cerca de un puente, exhibir variaciones en la batimetría y presentar tráfico de embarcaciones menores. En ambos transectos se registraron vientos entre 2,1 y 2,9 m/s, indicando nuevamente brisa débil.

En general, los valores encontrados en marzo de 2016 son similares a los valores reportados por [Lonin y Giraldo \(2006\)](#) a partir de un modelo de circulación de las aguas en la bahía interna de Cartagena, quienes encontraron velocidades entre 0,05 a 0,09 m/s. La profundidad en los sectores CQ1 y CQ2 es similar, aunque hacia el puente Jiménez disminuye alcanzando valores inferiores a 0,5 m; mientras que la morfología del fondo en el puente de Bazurto alcanza su máxima profundidad hacia el canal que sale a la bahía de Cartagena con 2,4 m. Es importante tener en cuenta que en los cuerpos de agua semicerrados, el tiempo de renovación del agua dependerá de que exista un aporte continental al sistema y una salida del cuerpo de agua hacia el mar. Las mareas también tienen un rol fundamental pues son las que determinan el volumen de agua que entra y sale del sistema a lo largo de un ciclo completo de marea, mediante el proceso conocido como prisma de marea ([Bastidas-Salamanca et al., 2012](#)) en el cual intervienen la dinámica de las corrientes y por tanto a menores velocidades, los volúmenes de intercambio serán menores y por ende un mayor tiempo de residencia del agua, lo cual tiene implicaciones ambientales.

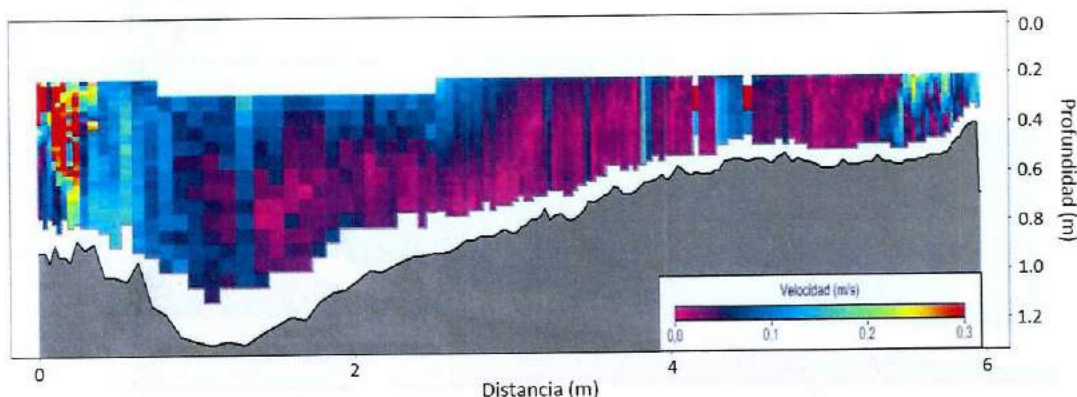


Figura 4.9. Velocidad de la corriente en la CQ2 en la ciénaga de las Quintas durante la marea baja en marzo 15.

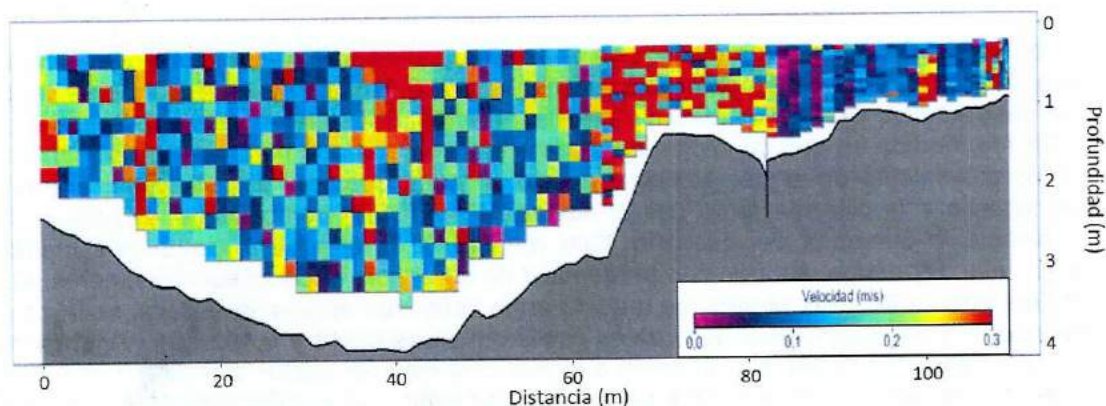


Figura 4.10. Velocidad de la corriente en la CQ3 en la ciénaga de las Quintas durante la marea baja en marzo 15.

Otro aspecto a tener en cuenta aparte de la condición de marea, es el aporte de los caños, el cual de acuerdo con la época climática reinante, pueden llegar a ser significativos o no. Ante la ausencia de datos de caudales o aportes históricos de los caños del sector, se optó por tener una aproximación del déficit hídrico a partir de la anomalía de la precipitación en dos estaciones meteorológicas del IDEAM y cercanas a la ciénaga de Las Quintas: la ubicada en isla Manzanillo (CIOH) y la ubicada en Crespo (aeropuerto Rafael Núñez).

A partir de un análisis multianual desde 1991 a 2013, se encontró que la cantidad de lluvia de diciembre a abril es inferior a 50 mm/mes, siendo los meses más críticos enero, febrero y marzo pues se encuentran precipitaciones inferiores a 3 mm/mes. De otro lado, se evidencia un periodo de lluvias de mayo a noviembre con valores superiores a los 100 mm/mes, siendo octubre el mes de mayor precipitación. La ciénaga Las Quintas recibe aportes de agua dulce mediante la precipitación que se presenta a lo largo del año. Sin embargo, durante los últimos dos años se ha presentado una significativa disminución en las lluvias, la cual se evidencia en la Figura 4.11 como anomalías negativas de precipitación desde el 2014. La sequía del 2014 también fue registrada en otras partes del Caribe, como el departamento del Magdalena ([INVEMAR-GEO, 2014](#)) pero no estuvo asociada con eventos El Niño; como sí ocurrió para el 2015 ([INVEMAR-GEO, 2015](#)).

La ciénaga de La Virgen también aporta entrada de aguas al sistema, aunque son aguas hipersalinas según [Lonin \(2008\)](#), con base en un modelo hidrodinámico tridimensional realizado para la zona en época seca. Los datos de salinidad medidos *in situ* para la calibración del ADCP, exhibieron mayores valores en CQ1 (zona de intercambio al norte) con respecto a CQ3 (zona de intercambio al sur y que tiene una longitud mayor que CQ1). Adicionalmente, este ecosistema se encuentra impactado por el vertimiento de aguas servidas de la población de Cartagena, por lo cual posiblemente el agua proveniente de la ciénaga de La Virgen que llega a la ciénaga Las Quintas, muy lentamente, la cual ya proviene con algún grado de impacto.

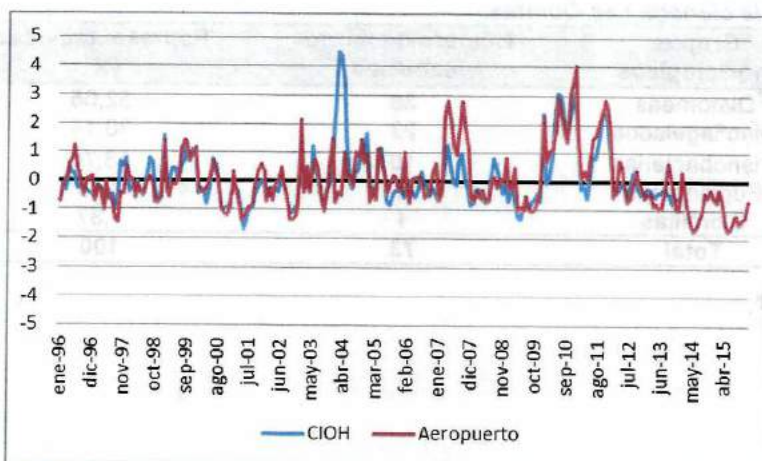


Figura 4.11. Anomalía de precipitación calculada para la estación del CIOH y el aeropuerto de Cartagena desde 1996 hasta 2015.

4.1. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS

4.1.1. Plancton

Fitoplancton

A partir de las muestras colectadas, en la ciénaga Las Quintas, se identificaron un total de 73 morfo-especies, 33 géneros, 27 familias, 20 órdenes, seis clases y cinco phylum: Bacillariophyta, Miozoa, Cyanobacteria, Euglenophyta = Phylum Euglenozoa, Chlorophyta. Dos morfo-especies, solo se lograron clasificar taxonómicamente hasta el nivel de phylum: Bacillariophyta y Chlorophyta; y tres se clasificaron hasta el nivel de clase: Bacillariophyceae, Dinophyceae y Cyanophyceae.

Desde el punto de vista de grupos taxonómicos, las 73 morfo-especies se dividieron en cinco grupos, siendo las diatomeas y los dinoflagelados los que tuvieron la mayor representatividad (82,19 % del total), mientras que los otros tres grupos, solo representaron el 17,81% de morfo-especies (Tabla 4.8). En términos de riqueza de morfo-especies, para las diatomeas las familias Naviculaceae (n=7), Chaetocerotaceae (n=7) y Bacillariaceae (n=6) aportan el mayor número de morfo-especies distribuidas en los géneros *Pseudo-nitzschia*, *Bacillaria*, *Nitzschia*, *Gyrosigma*, *Navicula*, *Bacteriastrum* y *Chaetoceros*. En cuanto a los dinoflagelados las familias con mayor riqueza fueron Gymnodiniaceae (n=4) y Protoperidiniaceae (n=4), con los géneros *Gymnodinium* y *Protoperidinium* (Anexo 1).

Entre las morfoespecies más frecuentes en los cinco puntos muestreados se encuentran las diatomeas: *Gyrosigma* sp1, *Gyrosigma* sp2, *Coscinodiscus* sp1, *Chaetoceros lorenzianus*, *Skeletonema costatum*; las cianobacterias: *Microcystis* sp1, *Pseudanabaena* sp1 y el dinoflagelado: *Oxytoxum* sp1 (Figura 4.12; Anexo 1).

Tabla 4.8. Representatividad de las morfo-especies en cada grupo taxonómico de la comunidad fitoplanctónica en la ciénaga Las Quintas.

Grupos morfológicos	Número de morfo-especies	Representatividad (%)
Diatomeas	38	52,05
Dinoflagelados	22	30,14
Cianobacterias	10	13,70
Euglenófitas	2	2,74
Clorófitas	1	1,37
Total	73	100

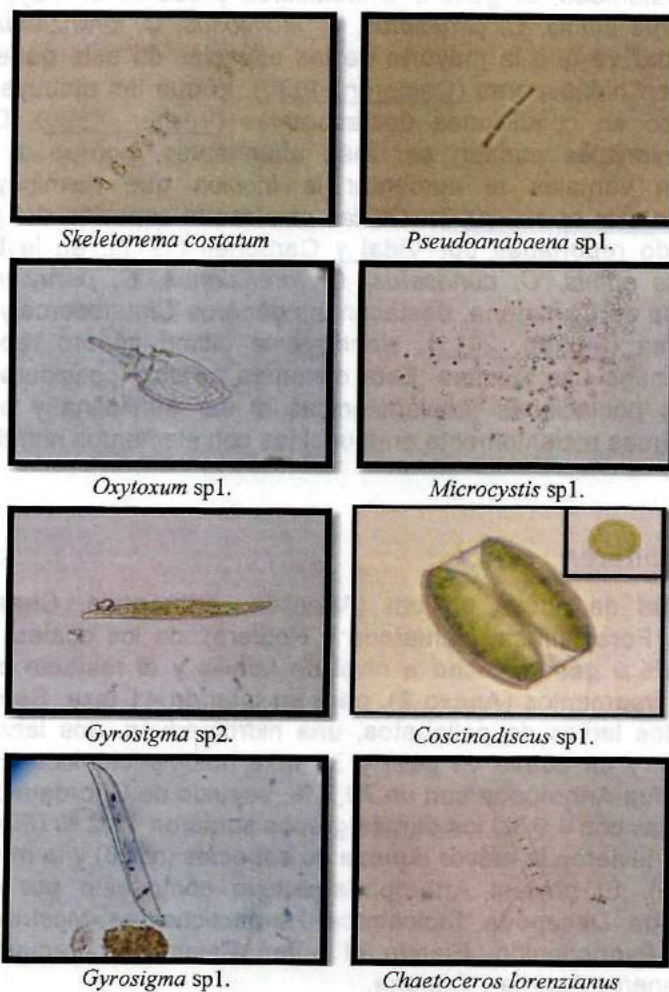


Figura 4.12. Morfo-especies de fitoplancton frecuentes en los cinco puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Colombia. Fotos: Karen Ayala.

Las algas predominantes en la ciénaga Las Quintas, pertenecen a los grupos taxonómicos: Bacillariophyta, Euglenophyta, Cyanophyta, Chlorophyta, Dinophyta, los cuales también han sido reportados en estudios de sistemas estuarinos como es el caso de la Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) (De La Hoz, 2004; Cadavid *et al.*, 2011; Ibarra *et al.*, 2014). De los 73 morfotipos encontrados, 38 correspondían a Diatomeas, 10 Cianobacterias, 1 Clorófitas, 2 Euglenófitas, 22 Dinoflagelados; registrándose una alta riqueza de microalgas en este cuerpo de agua. Siendo las diatomeas el grupo predominante, abarcando el 52,05 % de los organismos registrados y los dinoflagelados el 30,14 %; esta dominancia puede estar relacionada con la disponibilidad de nutrientes que se encuentra en esta zona.

Del grupo de las diatomeas, el género *Chaetoceros* presentó el mayor número de morfo-especies: (*Chaetoceros affinis*, *C. curvisetus*, *C. laciniosus*, *C. lorenzianus*, *C. peruvianus*, *C. sp1*), esto se pudo dar ya que la mayoría de las especies de este género son euri térmicas, euri halinas y producen hipnosporas (Calderón, 1986), lo que les atribuye amplios ámbitos de supervivencia, incluso en condiciones desfavorables (Pitcher, 1990). De igual manera, al presentar formas coloniales pueden ser más abundantes, porque al parecer las formas coloniales presentan ventajas al aumentar la fricción que disminuye la velocidad de sedimentación (Santander et al., 2003). De las seis morfo-especies del género *Chaetoceros*, cuatro ya habían sido reportadas por Vidal y Carbonell (1977), en la bahía de Cartagena, Bolívar (*Chaetoceros affinis*, *C. curvisetus*, *C. lorenzianus*, *C. peruvianus*). Otros estudios realizados en la bahía de Cartagena, destacan los géneros *Chaetoceros* y *Skeletonema* por su frecuencia en el área (Beltrán, 2011), siendo este último género reportado en las cinco estaciones de la ciénaga Las Quintas. Esta diatomea ha sido considerada como la principal constituyente de las poblaciones fitoplanctónicas al ser euri halina y euriterma, hallándose preferiblemente en aguas recientemente enriquecidas con elementos nutritivos (Castellvi, 1963).

Zooplankton

Se encontró un total de nueve phylum (Annelida, Arthropoda, Chaetognatha, Chordata, Ciliophora, Cnidaria, Foraminifera, Nematoda y Rotifera), de los cuales 15 fueron llevadas a nivel de especie, seis a género, ocho a nivel de familia y el restante perteneció a estadios larvales, juveniles o fragmentos (Anexo 2), para un total de 41 taxa. Se registraron ocho taxa meroplanctónicos (dos larvas de poliquetos, una hidromedusa, dos larvas de cirripedios, un nematodo, un juvenil y un huevo de pez) y 33 taxa holoplanctónicos. El phylum con mayor riqueza de especies fue Arthropoda con un 70,7 %, seguido de Chordata con 7,3 %, y Annelida y Chaetognatha ambas con 4,9 %, los demás grupos sumaron 12,2 % (Figura 4.13). Los puntos de muestreo 04 y 05 tuvieron la mayor riqueza de especies (n: 20) y la menor riqueza se vio en el punto 03 (n: 15). El phylum Arthropoda estuvo compuesto por órdenes Amphipoda, Calanoidea, Cyclopoda, Decapoda, Diplostraca, Harpacticchoidea, Mostrilloidea, algunas larvas de Cirripedio y un Pynogonido. Siendo el orden Calanoidea frecuente con 14 especies destacándose los generos *Acartia* y *Oithona*.

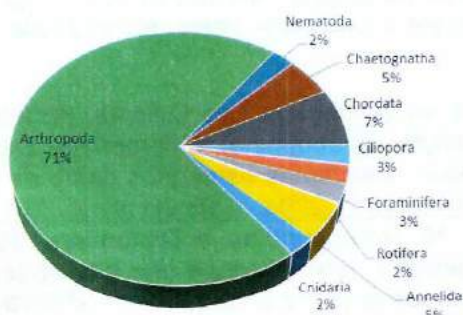


Figura 4.13. Riqueza del zooplankton en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar (18 marzo de 2016).

Se encontraron algunos géneros típicos de aguas salobres como *Acartia*, *Brachionus*, *Rhabdonella*, *Rhabdonella* y algunas larvas de cirripedios, también algunos géneros parásitos como *Cybastoma*, *Enoplida* y un organismo de la familia Peltidiidae y algunos importantes depredadores como anfipodos miembros de la familia Stenothoidae, quetognatos de los géneros *Sagitta* y *Pterosagitta* y medusas de la familia Lovenellidae, entre otros (Anexo 3).

En términos de abundancia la ciénaga Las Quintas presentó un patrón de distribución heterogéneo (Figura 4.14), siendo mayores las densidades en la zona cercana al desembarcadero del mercado de Bazurto y sus alrededores y menores hacia las zonas de los puentes Bazurto (P01) y Jiménez (P02).

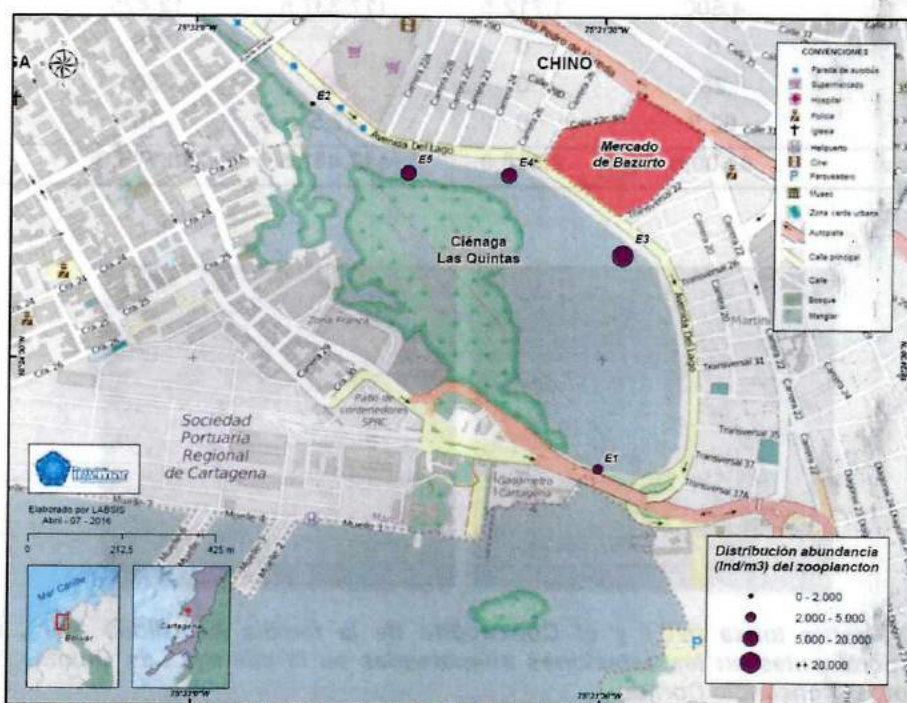


Figura 4.14. Distribución de la abundancia (Ind/m³) del zooplancton en la ciénaga Las Quintas, Bahía de Cartagena, Bolívar (18 marzo de 2016).

En la ciénaga Las Quintas, el punto de muestreo P03 presentó la mayor abundancia con 117437,5 ind/m³, seguida del P04 (12.775,0 Ind/m³) y P05 (6.475,0 Ind/m³, Tabla 4.9). Los phylum más abundantes fueron Arthropoda, Annelida y Rotifera.

En el grupo de los artrópodos, las mayores densidades fueron para la especie *A. tonsa* (23.930 ind/ m³) y los copepoditos de la familia Acartiidae (3.452,5 Ind/ m³; Figura 4.15) siendo mayor al 70 % en los P03, P04 y P05. El grupo de los rotíferos presentó una única especie *Brachionus plicatilis* con una densidad de 37,5 ind/ m³. En el grupo de los Annelidos se encontraron dos estadios larvales de las familias Spionidae (20 ind/m³) y Poecilochaetidae (2,5 ind/m³).

Tabla 4.9. Abundancia (Ind/m³) del zooplancton en los puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar (18 marzo de 2016).

Phylum	Puntos de muestreo				
	P01	P02	P03	P04	P05
Ciliopora	0	12,5	0	12,5	25
Foraminifera	0	0	0	37,5	25
Rotifera	0	862,5	0	125	37,5
Annelida	0	87,5	37,5	25	50
Cnidaria	12,5	0	0	0	0
Arthropoda	4.500	1.712,5	117.337,5	12.475	6.312,5
Nematoda	0	0	0	25	25
Chaetognatha	25	0	50	50	0
Chordata	62,5	0	12,5	25	0
Sumatoria	4.600,0	2.675,0	117.437,5	12.775,0	6.475,0

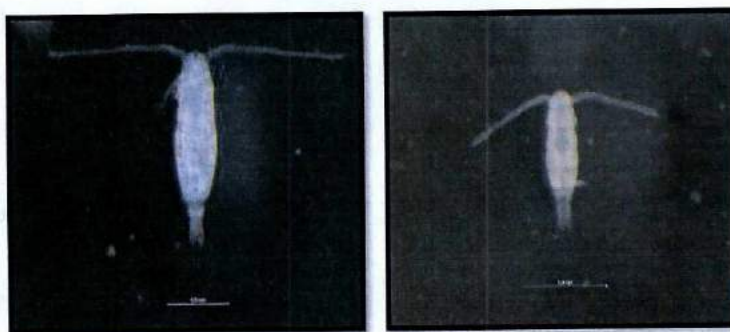


Figura 4.15. *Acartia tonsa* (izq.) y el Copepodito de la familia Acartiidae (der.), fueron los organismos dominantes en las estaciones muestreadas en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Colombia. Fotos: Roncancio Dorado.

Los estuarios poseen características ecológicas importantes ya que gracias a sus altos niveles de nutrientes, los aportes de agua dulce, las variaciones de salinidad y la protección que brindan, entre otras, constituyen un hábitat clave para numerosas larvas de invertebrados y juveniles de peces que utilizan estos sistemas acuáticos como áreas de cría, alimentación y crecimiento (Villate y Orive, 1981), razón que explica la presencia en la ciénaga Las Quintas de varios tipos y estadios de zoeas de decapodos (Ej. Portunidae), nauplios de cirripedios (cyprris y metanauplios) y copépodos (Ej. copepoditos de las familias Acartiidae, Oithonidae, Centropagidae y Miraciidae), así también la presencia de juveniles y huevos de peces (Ej. Haemulidae). Esto hace especialmente interesante el estudio de la dinámica de las larvas y los juveniles que habitan en la ciénaga, ya que su desarrollo es imprescindible para el mantenimiento de las poblaciones de peces e invertebrados de interés comercial en la zona (Dorado-Roncancio, 2015).

La comunidad zooplanctónica encontrada en la ciénaga Las Quintas está constituida por copépodos, nauplios, larvas de cirripedios, algunos poliquetos, rotíferos, tintinidos, y larvas de peces, entre otros grupos de organismos típicos para cuerpos de agua estuarinos con aportes de agua rica en nutrientes ([Jaramillo y Aguirre, 2012](#); [Dorado-Roncancio, 2015](#)). Las ciénagas se caracterizan por tener tres grupos de organismos: (i) marinos que penetran por las bocas cuando la marea sube (Ej. Apendicularios, larvaceos, hidromedusas, ctenoforos copépodos de las familias Centropagidae, Calanidae y Oithonidae, entre otros), (ii) salobres, capaces de soportar grandes cambios en la calidad del agua y que cumplen allí la totalidad o una parte de su desarrollo (Ej. Copépodos carnívoros y estenohalinos como Tegastes, Caligus, Acartia, larvas de poliquetos, larvas de bivalvos y algunos decápodos), y (iii) dulceacuícolas que habitan cerca a la desembocadura de ríos y canales (Ej. Rotíferos, cladóceros, ostrácodos, entre otros) y la proporción de estos tres grupos depende de la cantidad de agua aportada por cada frente ([Carmona, 1979](#); [Jaramillo y Aguirre, 2012](#); [Dorado-Roncancio, 2015](#)); confirmando así la calidad de la ciénaga Las Quintas con una importante riqueza de especies que la definen.

La distribución de la abundancia del zooplancton presentó un comportamiento heterogéneo a lo largo de la ciénaga, mostrando un gradiente de distribución mayor cerca de los puntos de desembarque del mercado, donde existen descargas considerables de materia orgánica que alimenta la comunidad detritívora zooplanctónica de la zona, poniendo en evidencia un posible efecto de las actividades de descarga que se llevan a cabo en esta zona sobre las condiciones biológicas de la ciénaga ([Bernier, 1977](#); [Gallardo, 2007](#)).

El incremento en las densidades de algunas especies como *Acartia tonsa*, *A. danae* y *Euterpina acutifrons*, especies altamente resistentes ([Escamilla et al., 2011](#)), señala una fuerte incidencia de nutrientes en el agua, ofreciendo una gran disponibilidad de alimento para estas especies, que abundan y dominan este tipo de hábitats ([Bjorberg, 1981](#); [Jaramillo y Aguirre, 2012](#); [Dorado-Roncancio, 2015](#)). Esta condición es causada por la influencia de la introducción de residuos orgánicos (sean naturales o urbanos), afectando la calidad de agua y provocando desplazamiento algunas especies sensibles de interés comercial ([Villate y Orive, 1981](#)).

4.1.2. Epifauna

En los 14 puntos de muestreo se realizaron 19 lances de atarraya, colectándose un total de 15 ejemplares de peces, un crustáceo y un molusco. En la Tabla 4.10 se muestran los resultados de las capturas por grupos taxonómicos y lances, en los puntos de muestreo.

Tabla 4.10. Descripción de las capturas por grupo taxonómico y por lance en los puntos de muestreo en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar, en marzo de 2016.

Número de lance de Atarraya	Puntos de muestreo	Grupos taxonómicos		
		Peces	Moluscos	Crustáceos
1	P01	X	-	-
2		-	-	-
3		-	-	-
4	P02	-	-	-
5		-	-	-
6	P03	-	-	-
7	P04	X	X	-
8	P05	-	-	-

Número de lance de Atarraya	Puntos de muestreo	Grupos taxonómicos		
		Peces	Moluscos	Crustáceos
8		-	-	-
9	P06	X	-	-
10		-	-	-
11	P07	-	-	-
12	P08	X	-	-
13		X	-	-
14	P09	-	-	-
15	P10	X	-	X
16	P11	X	-	-
17	P12	-	-	-
18	P13	X	-	-
19	P14	-	-	-

Ichthyofauna

Los 15 ejemplares capturados e identificados pertenecen a tres especies de peces marinos: Robalo (*Centropomus undecimalis*), Mojarra rayada (*Eugerres plumieri*) y Mojarra huesuda (*Diapterus rhombeus*) (Tabla 4.11; ver ficha taxonómica en el Anexo 4).

Tabla 4.11. Listado de peces recolectados en los puntos de muestreo de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar, en marzo de 2016.

Orden	Familia	Género	Especie	Nombre Común	No. Ejemplares	Punto de muestreo
Perciformes	Gerridae	<i>Eugerres</i>	<i>E. plumieri</i>	Mojarra rayada	1	P01
Sin Captura					0	P02
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus</i>	<i>C. undecimalis</i>	Robalo	1	P03
Perciformes	Gerridae	<i>Diapterus</i>	<i>D. rhombeus</i>	Mojarra huesuda	1	P04
Sin Captura					0	P05
Perciformes	Gerridae	<i>Eugerres</i>	<i>E. plumieri</i>	Mojarra rayada	2	P06
Sin Captura					0	P07
Perciformes	Gerridae	<i>Diapterus</i>	<i>D. rhombeus</i>	Mojarra huesuda	2	P08
Perciformes	Gerridae	<i>Diapterus</i>	<i>D. rhombeus</i>	Mojarra huesuda	1	P09
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus</i>	<i>C. undecimalis</i>	Robalo	3	P10
Perciformes	Centropomidae	<i>Centropomus</i>	<i>C. undecimalis</i>	Robalo	3	P11
Sin Captura					0	P12
Perciformes	Gerridae	<i>Eugerres</i>	<i>E. plumieri</i>	Mojarra rayada	1	P13
Sin Captura					0	P14

Los puntos muestreados en la ciénaga Las Quintas, se encontraban cerca del manglar, en donde pueden encontrarse la mayoría de las especies de peces que habitan estos cuerpos de agua. Las características de estos hábitats, tales como la disponibilidad de alimento y los

refugios que se constituyen entre las raíces de manglar, posibilitan la presencia de un alto número de especies de peces en sus etapas tempranas de desarrollo. Entre las especies capturadas se destaca la presencia del robalo común (*Centropomus undecimalis*), la cual es una especie eurihalina, diádroma, dependiente de aguas salobres y estrechamente relacionadas con manglares ([Taylor et al., 2000](#)). Son organismos carnívoros que se alimentan principalmente de crustáceos y pequeños peces. Algunos análisis de alimentación ha demostrado que el robalo se alimenta de manera oportunista, cambiando de presas en relación con el tipo de hábitat que ocupan ([Blewett et al., 2006](#)). Su presencia es destacada en ciénagas, en donde encuentra un hábitat adecuado para su desarrollo y crecimiento, por lo cual, su captura y frecuencias son mayores en estos lugares ([Morales, 1975](#)). En cuanto a la tolerancia de temperatura cabe resaltar que esta especie mantiene una relación estrecha con la temperatura ya que dependiendo de esta, puede ser un organismo muy activo y vigoroso en condiciones de temperaturas altas, y muy lento e incluso puede llegar a morir en temperaturas bajas ([Morales, 1975](#)).

El estado de conservación actual del robalo, lo posiciona como una especie vulnerable de acuerdo con la Resolución 192 de 2014 del MADS, sobre especies silvestres amenazadas de la diversidad biológica colombiana, así como el Libro Rojo de peces de Colombia ([Mejía y Acero, 2002](#)); por lo anterior, la dependencia de los robalos, a aguas estuarinas y áreas de manglar, ha generado preocupación sobre cómo el impacto de la pérdida del hábitat (degradación de los estuarios y manglares) puede estar amenazando a las poblaciones naturales de esta especie. La degradación de los estuarios y manglares incluye perturbaciones en los flujos hidrológicos entre el medio fluvial y el medio marino que afectan la calidad del agua, niveles bajos de oxígeno disuelto y contaminación por sustancias tóxicas ([Moreira et al., 2012](#), [Restrepo y Kettner, 2012](#), [Jennerjahn, 2012](#), [Grilo et al., 2013](#), [Valiela et al., 2012, 2013](#)). En este sentido, ya existe evidencia de las consecuencias de la degradación del hábitat sobre los robalos. Se ha informado que la diversidad de la dieta en estuarios menos degradados es mayor que estuarios más degradados y la importancia de las presas más relevantes es desproporcionadamente más alta en los estuarios más degradados ([Adams et al., 2009](#)).

En cuanto a las especies de mojarra encontradas, *Eugerres plumieri* (mojarra rayada) y *Diapterus rhombeus* (mojarra huesuda), son especies de gerridos frecuentes en los lugares como ciénagas o estuarios, y son consideradas como organismos eurihalinos de gran importancia económica y ecológica que cumplen una función definida en la red trófica de las lagunas costeras ([Aguirre-León et al., 1982](#); [Cervigón, 1992](#)). [Randall \(1967\)](#) define a las mojarra como consumidores bentónicos, con una boca muy protráctil con la que se alimentan de invertebrados de la infauna. Esta especie crece hasta 40 cm y 600 g, común hasta 25 cm ([Cervigón, 1992](#)).

A diferencia del robalo, la mojarra rayada se encuentra en una categoría de preocupación menor en los listados de especies amenazadas, de acuerdo con la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), y ninguna se encuentra dentro de los apéndices de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), sin embargo, la pérdida de hábitat y la alta sedimentación en las ciénagas, junto con los cambios de salinidad y temperatura pueden llegar a afectar la subsistencia de estas especies. De acuerdo con los habitantes y pescadores que transitan la ciénaga Las Quintas, se pudo determinar que a pesar, de que la comunidad menciona que en la zona no se

realiza actividad pesquera, se observaron algunos pobladores pescando en este lugar con atarraya, obteniendo capturas de baja proporción.

De igual manera, aunque no fueron capturados ejemplares de otras especies mediante el uso del arte de pesca definido, fue posible realizar observaciones directas entre las cuales se identificó de manera preliminar la presencia de peces globo (*Sphoeroides* sp), sábalos (*Megalops* sp.) y una gran cantidad de alevinos de diferentes especies y géneros que habitan en la columna de agua entre las raíces de manglar, lo que sugiere que el manglar es un área de crianza, brindando a las especies hidrobiológica protección.

Moluscos

Dentro de los lances efectuados se recolectó en el P06 de muestreo un molusco, *Bursella leachii* o liebre de mar (ver ficha taxonómica en el Anexo 4), el cual es un opistobranquio bentónico de tamaño medio que se ubica dentro de la orden Anaspide, familia Aplysiidae. Su cuerpo es de color variable, es un organismo detritívoro bentónico / herbívoro y se alimenta principalmente de cianófitas, cianobacterias y organismos que reposan sobre la arena, fango, barro y otros sustratos bentónicos.

Crustáceos

Se colectó en el Punto 10 de muestreo, un organismo de la especie *Callinectes sapidus*, familia Portunidae, orden Decapoda (ver ficha taxonómica en el Anexo 4), comúnmente conocida como jaiba. Estos organismos omnívoros pueden encontrarse en aguas dulces, estuarinas y marinas, preferiblemente en lugares fangosos y arenosos ([Escobar y Giraldo, 1993](#)). Normalmente esta especie se encuentra en profundidades menores de los 30 m y es abundante en caños, manglares, ciénagas y desembocaduras de ríos ([Rodríguez, 1979](#)).

4.1. CONDICIONES DEL HÁBITAT PARA LA SUPERVIVENCIA Y REPRODUCCIÓN DE LA FLORA Y FAUNA

4.1.1. Hábitat de especies hidrobiológicas

En la ciénaga Las Quintas, se encontraron diferentes especies hidrobiológicas de importancia ambiental y comercial, como peces, moluscos, crustáceos, entre otros, en diferentes estadios, indicando que en este sistema lagunar existen los recursos necesarios para su supervivencia. No obstante, factores como los vertimientos de aguas residuales que aportan nutrientes al sistema, estimula el crecimiento excesivo de fitoplancton, lo cual representa un riesgo para la preservación de especies aerobias, principalmente en horas nocturnas, cuando el fitoplancton en la fase de respiración, puede provocar bajos niveles de oxígeno disuelto ([Mancera y Vidal, 1984](#)), y en estas condiciones, las especies aerobias de acuerdo a sus requerimientos de oxígeno, pueden permanecer en la ciénaga y resistir condiciones subóxicas, o migrar hacia aguas de mejor calidad hacia la bahía de Cartagena. Por otra parte, la alta contaminación con residuos sólidos en la ciénaga, afecta fuertemente el hábitat de la epifauna, y de los organismos sésiles asociados a las raíces de árboles de mangle, los cuales son los más impactados porque

las bolsas plásticas y otros residuos se acumulan en mayor proporción en estos sitios ([Morán, 2012](#)).

La alta contaminación con hidrocarburos y presencia de metales pesados en el sedimento de la ciénaga representa un riesgo alto para la biota acuática, principalmente moluscos y crustáceos, los cuales tienen mayor tendencia a la bioacumulación de estos metales en sus tejidos ([Hernández et al., 2005](#)), afectando su reproducción y crecimiento. Esta contaminación también afecta la biodiversidad, permaneciendo en la ciénaga los organismos más tolerantes.

4.1.2. Manglares

El manglar es un ecosistema costero muy productivo que alberga una gran biodiversidad de organismos, y que brinda bienes y servicios ambientales, influyendo sobre la economía de la población costera, por lo cual es considerado estratégico ([Sánchez-Páez et al., 2000](#)). Está conformado por árboles de diferentes grupos taxonómicos conocidos como mangles por presentar adaptaciones morfológicas, fisiológicas y reproductivas que les permite vivir en ambientes salinos y salobres, establecerse en suelos anegados prolongadamente, anóxicos e inestables ([Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983](#)). En el Caribe colombiano y en el departamento de Bolívar, se desarrollan las especies *Rhizophora mangle*, *Avicennia germinans*, *Laguncularia racemosa*, *Conocarpus erectus* y *Pelliciera rhizophorae* ([Sánchez-Páez et al., 1997](#)). El bosque de mangle de la ciénaga Las Quintas, es el más representativo de la ciudad de Cartagena, haciendo parte de las áreas de protección y conservación de los recursos naturales y paisajísticos ([Alcaldía de Cartagena, 2011](#)). A continuación se presentan los resultados del diagnóstico del manglar en las parcelas de muestreo.

Estructura y condiciones fitosanitarias del manglar

Se midieron en total 65 árboles de mangle pertenecientes a las especies *Rhizophora mangle* (con 13 individuos; 20 %), *Avicennia germinans* (con 37 individuos; 57 %) y *Laguncularia racemosa* (con 15 individuos; 23 %), siendo *A. germinans* la especie dominante, con mayor densidad y área basal (AB), y por ende mayor importancia (IVI= 159), seguido por *L. racemosa* (IVI= 82) y *R. mangle* (IVI= 59; Tabla 4.12).

En cuanto a las estaciones de muestreo, la zona de manglar del peaje de Manga estuvo dominada por *L. racemosa*, la cual presentó el mayor desarrollo estructural (Tabla 4.12). El mayor porcentaje de los mangles de esta estación pertenecieron a la categoría latizal (80 %), seguido por la categoría fustal (15 %) y brinzal (5 %). El manglar en esta zona está altamente intervenido, con evidencia de tala de árboles (Figura 4.16a; lo cual puede responder a la baja densidad registrada), rellenos y contaminación con residuos sólidos (Figura 4.16b). Los mangles que se encontraron en esta estación presentaban poco dosel, alta herbivoría y abundante presencia de insectos como hormigas y termitas en sus troncos y ramas, siendo estos últimos insectos indicadores de degradación ambiental ([Jones y Eggleton, 2000](#)), por preferir árboles enfermos con ramas secas ([Chave, 2006](#)).

Tabla 4.12. Atributos estructurales del manglar en la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Número de individuos medidos (N), diámetro a la altura del pecho promedio (DAP prom.), diámetro a la altura del pecho máxima (DAP máx.), altura promedio (h prom.), altura máxima (h máx.), densidad (d), área basal (G), índice de valor de importancia (IVI). Especies *Avicennia germinans* (Ag), *Laguncularia racemosa* (Lr) y *Rhizophora mangle* (Rm).

Estación	Especie	N	DAP prom. (cm)	DAP máx. (cm)	h prom. (m)	h máx. (m)	d (ind 0,1 ha ⁻¹)	G (m ² 0,1 ha ⁻¹)	IVI
Peaje manga	Rm	6	10,58 ± 2,01	13,0	7 ± 1	9	20	0,18	82
	Ag	4	12,38 ± 2,75	15,0	7 ± 3	10	13	0,17	60
	Lr	10	12,48 ± 5,51	24,0	8 ± 2	11	33	0,48	158
Frente al barrio Chino	Rm	7	8,21 ± 6,85	20,0	5 ± 2	9	23	0,20	47
	Ag	33	8,12 ± 4,73	19,4	5 ± 2	9	110	0,76	209
	Lr	5	14,00 ± 2,71	17,9	8 ± 2	10	17	0,26	44
Total	Rm	13	9,31 ± 5,17	20,0	6 ± 2	9	43	0,38	59
	Ag	37	8,58 ± 4,72	19,4	5 ± 2	10	123	0,92	159
	Lr	15	12,99 ± 4,71	24,0	8 ± 2	11	50	0,74	82

La estación frente al barrio Chino, tuvo la mayor densidad de mangles (Tabla 4.12). *Avicennia germinans* fue la especie más abundante, seguido por *R. mangle* y *L. racemosa*, encontrándose la mayoría de estos árboles en buenas condiciones fitosanitarias. El 56 % de los mangles pertenecieron a la categoría latizal, el 31 % a brinzal y el 13 % restante a fustal, indicando que el manglar en esta estación corresponde a un bosque joven. Se observó en el suelo del manglar de esta estación, alta contaminación con residuos sólidos (Figura 4.16c y d), principalmente plásticos, residuos de electrodomésticos, y muebles, en mayor proporción que los encontrados en la estación del peaje de Manga. Estos residuos provenientes de la zona del mercado de Bazurto, cubrían casi en su totalidad el suelo de una franja de aproximadamente 10 m desde el borde del manglar, donde crecían en asociación árboles de las tres especies de mangle identificadas, y residuos dispersos tierra adentro; condición que tiene un impacto negativo sobre la biota, en animales como los cangrejos que habitan en sus madrigueras y moluscos asociados a las raíces por deterioro del hábitat; dificulta el establecimiento de los propágulos en el suelo, y también afecta los mangles que cuentan con neumatóforos para el intercambio gaseoso en suelos anóxicos típicos de estos ecosistemas, tales como *L. racemosa* y *A. germinans*, cuya eficiencia puede verse afectada al estar cubiertos por las basuras.



Figura 4.16. Condiciones ambientales de los manglares de la ciénaga Las Quintas, Bolívar. Sector peaje de Manga (a - b), residuos sólidos en estación frente al barrio Chino. Foto: Ostín Garcés.

Se observaron varias especies de aves perchadas en las ramas y copa de los mangles (Figura 4.17), entre las cuales se destacan por su abundancia en el ecosistema, la garza blanca (*Ardea alba*), la cual fue vista en bandadas (Figura 4.17a) y algunos individuos solitarios; pelícano (*Pelecanus occidentalis*; Figura 4.17b) y maría mulata (*Quiscalus mexicanus*), especies que mayormente se alimentan de los residuos orgánicos de la venta de pescados, y que encuentran refugio en el manglar.



Figura 4.17. Especies de aves observadas en el manglar de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. *Ardea alba* (a), *Pelecanus occidentalis* (b), y *Quiscalus mexicanus* (c). Fotos: Ostin Garcés.

Condiciones fisicoquímicas del agua en el manglar

El suelo en las estaciones no se encontró inundado, el nivel freático se registró entre 3,0 y 8,0 cm por debajo de la superficie del terreno (Tabla 4.13), lo cual podría corresponder a la microtopografía del terreno. Las variables salinidad, pH y temperatura, no presentaron diferencias significativa entre las profundidades y ni entre las estaciones (Prueba de Kruskal Wallis, $p > 0,05$), indicando condiciones homogéneas. La salinidad del agua intersticial osciló entre 32,9 y 50,2 en los 50 cm de profundidad, y entre 42,5 y 64,1 en los 100 cm de profundidad (Tabla 4.13), debido a las características marinas del agua de la ciénaga ($35,9 \pm 0,4$ de salinidad promedio del cuerpo de agua) por su conexión con la bahía de Cartagena y la temporada climática de sequía. Estos valores de salinidad son fisiológicamente tolerados por las especies presentes, y se relacionan con la dominancia y estructura de *A. germinans* y *L. racemosa* en las estaciones de muestreo, las cuales pueden tolerar salinidades máximas alrededor de los 70 y 90 unidades, respectivamente (Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983).

Tabla 4.13. Variables fisicoquímicas medidas en el agua intersticial de las estaciones de muestreo en los manglares de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.

Parcela	Puntos de muestreo	Fecha	Hora	Intersticial a 50 cm			Intersticial a 100 cm			Nivel freático (cm)
				Sal	pH	Temperatura (°C)	Sal	pH	Temperatura (°C)	
Peaje Manga	1	14/03/16	03:43	37,0	6,3	28,3	42,5	6,6	27,9	-3
	2	14/03/16	03:54	32,9	6,4	28,3	46,0	6,8	28,0	-7
	3	14/03/16	04:12	33,5	6,7	28,3	43,5	6,5	28,1	-4
Frente barrio Chino	1	15/03/16	09:20	43,3	5,9	27,2	48,4	6,4	27,7	-8
	2	15/03/16	09:35	50,2	6,3	27,1	54,5	6,3	27,6	-7
	3	15/03/16	09:50	37,8	6,5	28,2	64,1	6,3	28,1	-4

El pH del agua intersticial osciló entre 5,9 y 6,7 a 50 cm de profundidad, y entre 6,3 y 6,8 a 100 cm de profundidad (Tabla 4.13), encontrándose dentro de los valores típicos de los suelos de manglar (4,8-8,8; Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983) y de los manglares del Caribe colombiano (5,0-8,2; Garcés-Ordóñez y Vivas-Aguas, 2014), los cuales son considerados

adecuados para la disponibilidad de nutrientes esenciales para los mangles, principalmente nitrógeno y fósforo, y de algunos micronutrientes ([Navarro y Navarro, 2013](#)), los cuales son importantes para su crecimiento, desarrollo y reproducción ([Piaggese, 2004](#)), y que se relacionan con el contenido de materia orgánica en el suelo, la cual estuvo entre 121,7 y 122,6 mg de MO/g; su composición química y del nivel del agua en el suelo, factores que pueden influir los procesos de dilución y del potencial Redox ([Zapata-Hernández, 2004](#)).

La temperatura del agua fluctuó entre 27,1 y 28,3, siendo las aguas intersticiales a 50 cm de profundidad, ligeramente más cálidas que las aguas a una profundidad de 100 cm, estos valores se relacionan con la hora del día en las que se realizaron las mediciones y con el estado del dosel del bosque. En el manglar de la estación del peaje de Manga, se registró la temperatura del agua más elevada (28,3 °C) en aguas intersticiales a 50 cm de profundidad, debido a que en esta zona se observaron tala y mangles con poco dosel y defoliados, con formación de claros que permiten la penetración de una mayor cantidad de radiación solar que calienta la superficie del suelo y las aguas ([Garcés-Ordóñez y Vivas-Aguas, 2014](#)). No obstante la temperatura registradas no superó los 35,0°C, valor en el cual se puede presentar estrés fisiológico en las plantas por el aumento de la transpiración, tasa de respiración y el metabolismo ([Cintrón-Molero y Schaeffer-Novelli, 1983](#); [Kogo y Tsuruda, 1997](#)), y que puede reducir los procesos de crecimiento y desarrollo de propágulos y plántulas ([Febles-Patrón et al., 2007](#)).

4.1. ESTADO SOCIOECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA

4.1.1. Recursos pesqueros

El sector pesquero artesanal reviste particular importancia desde diferentes puntos de vista: social, económico y ambiental. La población de pescadores activos artesanales para el Caribe colombiano se estima entre 13.429 y 14.000 personas ([Beltrán y Villaneda, 2000](#); [Rueda et al., 2010](#) y [2013](#)). Esta población se encuentra distribuida en cerca de 153 localidades pesqueras situadas en 28 municipios a lo largo de la zona costera del Caribe colombiano. La mayor población de pescadores artesanales, se registra en el departamento del Magdalena seguidos por Bolívar y Sucre ([Rueda et al., 2013](#)).

Generalmente las comunidades pesqueras presentan los más bajos índices de desarrollo humano, las mayores tasas de pobreza relativa y una alta vulnerabilidad a la inseguridad alimentaria. En materia ambiental, los recursos pesqueros y sus ecosistemas constituyen la base para el desarrollo de la pesca artesanal, por lo que las familias y comunidades de pescadores son los principales interesados en su conservación y manejo sostenible. Sin embargo, múltiples actores y sectores utilizan estos recursos para diferentes fines, entre ellos el transporte, el turismo y comercio. La mayoría vierte desechos líquidos y sólidos que provocan deterioro de estos recursos y a futuro pone en riesgo la viabilidad de las actividades que se desarrollan en los mismos ([Campos et al., 2010](#)).

4.1.1. Pescadores, artes y embarcaciones potencialmente activas y características principales de la dinámica pesquera en la ciénaga Las Quintas

De las entrevistas realizadas en el desarrollo de la visita se estimó un número de 80 pescadores potencialmente activos, no obstante, solo se registraron dos unidades económicas de pesca (UEP) del arte atarraya, que faenan en el área de la ciénaga Las Quintas, equivalente a cuatro pescadores; correspondiendo el resto a otras UEP de otras artes (redes de enmalle, líneas de mano y palangres), pero con realización de faenas en áreas diferentes (bahía de Cartagena, Barú, Boquilla, Tierra Bomba, entre otras), que utilizan el área como ruta de acceso para llegar al puerto de desembarco en el mercado de Bazurto, lugar comercializan sus productos pesqueros (Figura 4.18).

Las UEP de atarrayas de la ciénaga Las Quintas, se componen de una embarcación (bote de fibra) con propulsión a remos, una atarraya y dos pescadores (Figura 4.19) las cuales ejercen actividad en horario diurno alrededor de 9 horas.

Dentro de las especies principalmente capturadas con este arte de pesca, destacan: lisa (*Mugil incilis*), anchova (*Mugil curema*), lebranche (*Mugil liza*), mojarra huesuda (*Diapterus rhombeus*), mojarra rayada (*Eugerres plumieri*) y róbalo (*Centropomus undecimalis*). Estas especies generalmente son de tallas pequeñas.



Figura 4.18. Ubicación de sitios de desembarco y comercialización de producto pesquero Ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.

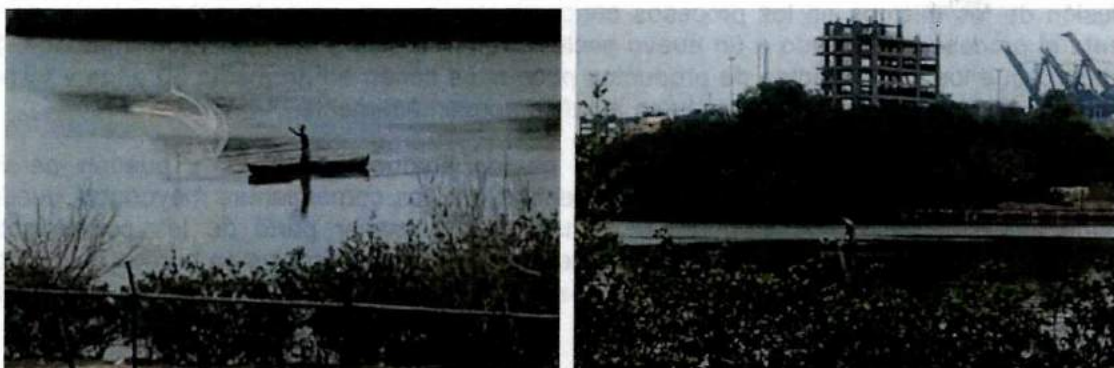


Figura 4.19. Actividad pesquera con atarraya dentro de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.

En cuanto a los aspectos económicos, para el caso de la atarraya, se estima que un pescador que ejerce su actividad en la ciénaga Las Quintas incurre en costos por faena alrededor de los \$15.000 pesos, destinados mayoritariamente a la alimentación del pescador durante la faena y a la compra de hielo para la conservación del producto. Frente a los ingresos por faena día, producto de la venta de la captura, se calculan aproximadamente en el orden de los \$ 55.000 pesos; al descontar los costos incurridos de los ingresos resulta una renta por UEP de \$40.000 pesos, la cual dividida por igual entre dos partes (pescadores), genera una renta por pescador de \$20.000. Teniendo en cuenta que faenan generalmente seis días a la semana, 24 días al mes, se estiman utilidades mensuales por pescador de aproximadamente \$480.000.

Se determinó que en la zona actúan por lo menos tres Grupos o Asociaciones de Pescadores: La Asociación de Pescadores del barrio Chino, con 18 miembros activos, la Asociación de Pescadores de Bazurto con 16 miembros activos y la Asociación de pescadores de Ceballos con 22 miembros activos, sin embargo, los pescadores identificados por faenar en el área en referencia con atarraya no registraron estar asociados en ninguna organización.

Respecto a la edad, la mayoría de los pescadores activos se encuentran en edades entre 41 y 60 años (65,2%), seguidos por pescadores jóvenes entre 21 y 40 años y pescadores adultos mayores de 61 años quienes igualmente representaron el 17,4%. En el caso específico de los de atarrayas del área de la ciénaga Las Quintas, sus edades oscilaron entre 39 y 60 años.

4.1.1. Comercialización pesquera en el área relativa a la Ciénaga Las Quintas

Para entender la dinámica de comercialización pesquera, se abordaron 15 comerciantes, que representan aproximadamente el 5 % de la población total de comerciantes de productos pesqueros en este sector. En el caso de los comerciantes son pocos los que manifestaron hacer parte de alguna asociación. A pesar de esto, se identificaron al menos dos asociaciones (ASOCOMEDEBAZ y ASIMBAS) con presencia en el mercado de Bazurto, que agrupan entre el 35 % y 40 % de los comerciantes minoristas ([Espinosa et al., 2009](#)) y cuyo objeto principal es la

inclusión de los mismos en los procesos concernientes con el mercado público, teniendo en cuenta el proceso de traslado a un nuevo sector al que se quiere someter dicho mercado. Se evidenció que los comerciantes de productos pesqueros tienen en promedio 50 años y vienen desempeñando esta actividad desde hace 30 años aproximadamente.

Por otra parte, los comerciantes minoristas de los productos pesqueros pueden percibir ingresos hasta por \$2'000.000 mensuales, mientras que los comerciantes mayoristas pueden percibir ingresos desde los \$3'000.000 mensuales. La mayor parte de los comerciantes entrevistados en la zona externa del mercado reside en viviendas propias en barrios de estratos 1 y 2, que cuentan con la totalidad de servicios públicos, salvo algunos casos que no cuentan con el servicio de alcantarillado.

En general, los pescadores utilizan la ciénaga Las Quintas principalmente como ruta de acceso para llegar al puerto de desembarco en el mercado de Bazurto, lugar donde acopian y comercializan sus productos pesqueros. Esta actividad se realiza de manera informal, en condiciones muy precarias, pues ofrecen sus productos sobre tapetes plásticos en el suelo (Figura 4.20). Allí mismo, los pescados son procesados (escamados y eviscerados), generando desechos orgánicos que al momento de descomponerse generan olores ofensivos, atrayendo diferentes tipos de aves marinas, que han modificado su comportamiento de pescadoras al tener la oportunidad de obtener alimentos a partir de estos desechos. Sumado a esto, el aporte de residuos sólidos no controlados (basuras y restos de artes de pesca) genera focos de contaminación debido a la falta de contenedores o furgones que permitan realizar un adecuado manejo de estos residuos y así evitar que sean arrojados a la ciénaga (Figura 4.21).



Figura 4.20. Puerto artesanal de desembarcos pesqueros en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.



Figura 4.21. Basuras y desechos orgánicos generados por la actividad pesquera en la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.

Durante el sondeo se identificó que en la comercialización del producto pesquero participan por lo menos dos intermediarios antes que el producto llegue al consumidor final, siguiendo el canal de comercialización indicado en la Figura 4.22:

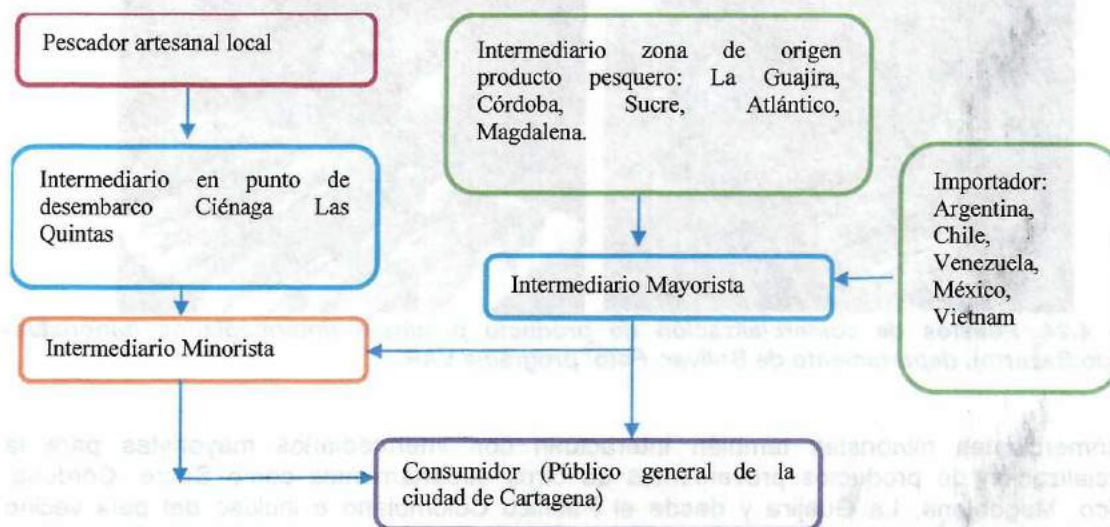


Figura 4.22. Canal de comercialización del producto pesquero en el mercado de Bazurto.

Siendo la ciénaga Las Quintas un punto de desembarco de la pesca artesanal a nivel local en Cartagena, es allí donde los primeros intermediarios se encargan de captar el producto y negociarlo con intermediarios minoristas que cuentan con mesas y puestos en la parte externa del mercado de Bazurto, en donde exhiben y comercializan el producto al público en general que visita el mercado. Se observó la comercialización de especies locales como pargo, mero, róbalo, langosta, langostinos, caracol, entre otras (Figura 4.23 y Figura 4.24).



Figura 4.23. Primera venta en la cadena de comercialización del producto pesquero (Ciénaga Las Quintas), departamento de Bolívar. Foto: programa VAR.



Figura 4.24. Puestos de comercialización de producto pesquero (intermediarios minoristas-mercado Bazurto), departamento de Bolívar. Foto: programa VAR.

Los comerciantes minoristas también interactúan con intermediarios mayoristas para la comercialización de productos provenientes de otros departamentos como Sucre, Córdoba, Atlántico, Magdalena, La Guajira y desde el Pacífico Colombiano e incluso del país vecino Venezuela. Los intermediarios mayoristas están organizados como empresas comercializadoras de productos pesqueros importados desde países como Chile, México, Argentina y Vietnam, que cuentan también con establecimientos formales para la venta y distribución en la ciudad, tal es el caso de IMPORMAR y La Ballena Azul que se encargan de importación y comercialización de bocachico, basa, cojinúa, mojarra, sierra, entre otras (Figura 4.25).



Figura 4.25. Local de comercialización de productos pesqueros (Intermediario mayorista-Mercado Bazurto), departamento de Bolívar. Fotos: programa VAR.

Las épocas de mayor actividad para el comercio de productos pesqueros son las temporadas altas de turismo y Semana Santa. En cuanto a los precios, es posible que como el sondeo fue realizado en días previos a Semana Santa se presume un incremento en los precios a los que normalmente se comercializan estos productos, en cerca de \$4.000 adicionales por kg. Así, se registraron precios por kilogramo para especies como el pargo de \$18.000 a \$24.000, el róbalo que se comercializa entre \$18.000 y \$22.000, la sierra con un precio al consumidor final de \$17.500 por kg y otras como la mojarra que manejan precios en esta época de \$9.000 a \$13.000 por kg.

4.1.2. Principales servicios ecosistémicos identificados

Los pescadores que desembarcan en la ciénaga Las Quintas, los proveedores y usuarios de servicios de transporte acuático, provenientes de las Islas cercanas y Barú, y los comerciantes de los productos pesqueros desembarcados en la zona, se constituyen en usuarios directos de la ciénaga, mientras que otros actores como los comerciantes de productos pesqueros al por mayor (cuya procedencia no es local) y comerciantes en general ubicados en el mercado de Bazurto son usuarios indirectos de los servicios ecosistémicos provistos por la ciénaga. Así, se identificaron algunos servicios asociados a los usos dados a la ciénaga Las Quintas:

- Navegación (transporte acuático): este es el principal beneficio identificado por los pescadores y comerciantes de productos pesqueros locales, el cual consiste en el uso dado por los pescadores y demás embarcaciones que aprovechan la cercanía del mercado para desembarcar producto pesquero y además establecer intercambio comercial con las islas cercanas y Barú ([Universidad de Cartagena, 2015](#)).
- Paisaje: consiste en el disfrute de la belleza paisajística que representa la ciénaga en su conjunto, incluyendo el manglar, los cuerpos de agua y las aves; este servicio es percibido por todos los actores (comerciantes y pescadores).
- Regulación del microclima: la presencia de manglar permite que se regule la temperatura en la zona.

- Recepción y tratamiento de residuos: el ecosistema de la ciénaga contribuye en el tratamiento de residuos que son vertidos en ella, especialmente residuos orgánicos que llegan hasta los cuerpos de agua y el manglar y que además se convierten en fuente de alimento para aves y peces, especialmente los residuos de la comercialización de productos pesqueros.

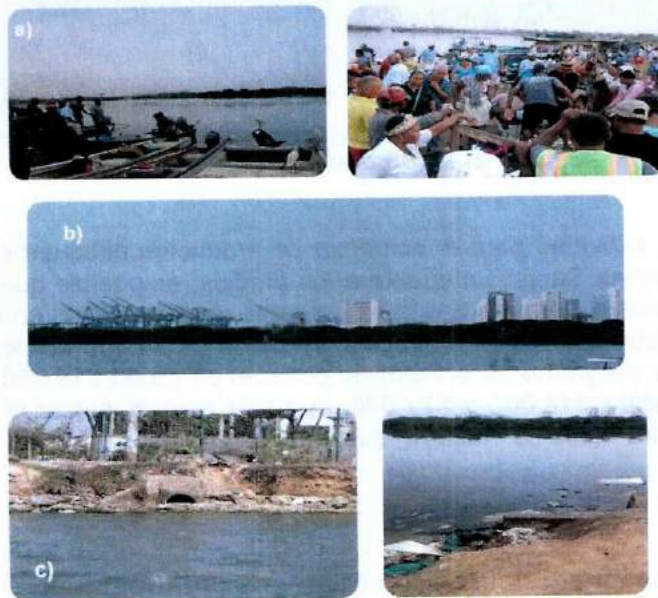


Figura 4.26. a) Arribo de embarcaciones y proceso de comercialización de producto pesquero. b) Paisaje y regulación del microclima. c) Recepción y dilución de residuos orgánicos provenientes de desagües. Fotos: programa VAR.

4.1.1. Percepción de pescadores y comerciantes frente a la calidad ambiental

La problemática ambiental presente en la ciénaga Las Quintas ha empeorado especialmente las condiciones del mercado público de Bazurto, lugar que se convierte en fuente de contaminación pero además receptor de la baja calidad ambiental de la ciénaga, dada su proximidad a la misma (Espinosa et al., 2009). Como resultado de las observaciones en campo y del sondeo realizado entre pescadores y comerciantes del mercado, se encontró que la población que reside y ejerce actividades económicas en el área, como los pescadores que desembarcan su producto en la ciénaga y los comerciantes en la zona externa del mercado de Bazurto, son potencialmente vulnerables a los diferentes efectos de la disminución en la calidad ambiental de este ecosistema costero, debido al nivel prolongado de exposición a la contaminación, su grado de sensibilidad a la misma, además de la capacidad que tengan de adaptarse a variaciones negativas de las condiciones ambientales sin que su bienestar se vea afectado. A continuación se analiza el grado de exposición de pescadores y comerciantes a la contaminación y su grado de sensibilidad.

Considerando que el grado de exposición de un grupo humano o ecosistema en contacto con un riesgo en particular está determinada principalmente por la posición y el tiempo que relaciona al objeto dado con una amenaza, además de la intensidad de ésta ([Gómez, 2001](#); [UNISDR, 2009](#)); se tiene que para el caso de la amenaza por contaminación en la ciénaga Las Quintas, el grado de exposición se puede aproximar como el tiempo en el que los pescadores y comerciantes permanecen en la zona de influencia de la ciénaga, ya sea en el punto de desembarco del producto pesquero y arribo de embarcaciones menores, donde el contacto con el cuerpo de agua es más directo, o en los puntos de comercialización localizados en la avenida el Lago en la zona externa del mercado.

Según el sondeo, se estableció que en promedio un comerciante ejerce su actividad económica entre 6 y 7 días a la semana, permaneciendo en la zona entre 9 y 10 horas en promedio al día; así mismo, se encontró que gran parte de los comerciantes de recurso pesquero tienen esta actividad como su principal fuente de ingresos, y que la vienen desarrollando desde hace 30 años. Se evidencia entonces un alto grado de exposición a los posibles efectos de la contaminación de la ciénaga Las Quintas. Los pescadores por su parte que tienen un contacto más directo con la ciénaga al utilizarla como punto de desembarque, pese a haber permanecido en la zona también desde hace 30 años, tienen menor tiempo diario de exposición, que va desde 4 a 6 horas diarias durante 4 a 6 días a la semana (Figura 4.27).

Por su parte, la sensibilidad a la amenaza de contaminación de las aguas marino-costeras estará condicionada a diferentes factores como: el uso dado al agua contaminada, la distancia entre la población y el agua contaminada, la percepción de la comunidad sobre la contaminación y algunas características socio-demográficas de las comunidades que las hacen menos o más sensibles ante las amenazas (p.e. cantidad de mujeres, ancianos y niños; [Vivas-Aguas et al., 2014](#)). En este caso se analizó la percepción de algunos comerciantes sobre el estado ambiental de la ciénaga Las Quintas, así como su relación con el cuerpo de agua visto como el grado de dependencia al uso de la ciénaga como puerto de desembarco pesquero y como punto de recepción de clientes

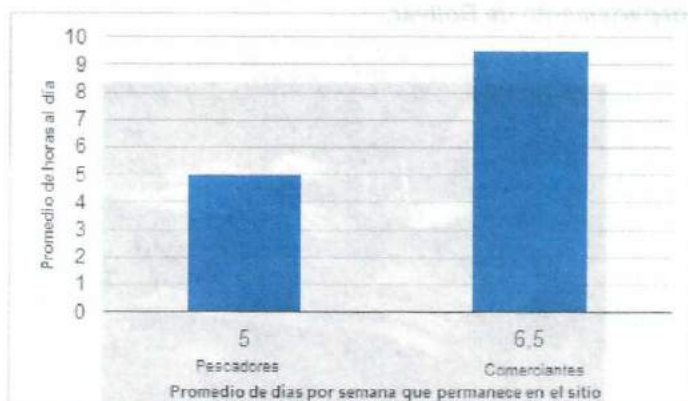


Figura 4.27. Tiempo de exposición de pescadores y comerciantes a los efectos de la contaminación en la zona del mercado de Bazurto, Cartagena.

Como se aprecia en la Figura 4.28, existe una percepción de alto grado de contaminación de la ciénaga Las Quintas entre la mayoría de los comerciantes del mercado de Bazurto entrevistados, quienes manifiestan principalmente que se da a través de la presencia de residuos sólidos, especialmente plástico, producto de la actividad de comercialización propia del mercado, así como a través de malos olores ocasionados por la mala disposición de aguas residuales y la falta de circulación del agua a través de los caños de la ciudad. Lo anterior contrasta con la variación en las percepciones sobre la afectación de los recursos naturales, donde los comerciantes manifestaron que si bien consideran que la ciénaga está altamente contaminada, esto a su parecer no se refleja en el estado del manglar, los peces o las aves y consideran que estos recursos se afectan levemente por el nivel de contaminación. Para los entrevistados el principal efecto del estado ambiental de la ciénaga sobre la fauna que la habita es la afectación de las aves, las cuales han cambiado sus hábitos alimenticios pasando de cazar a alimentarse de los desperdicios del mercado, especialmente de los residuos de la comercialización del producto pesquero (Figura 4.29).

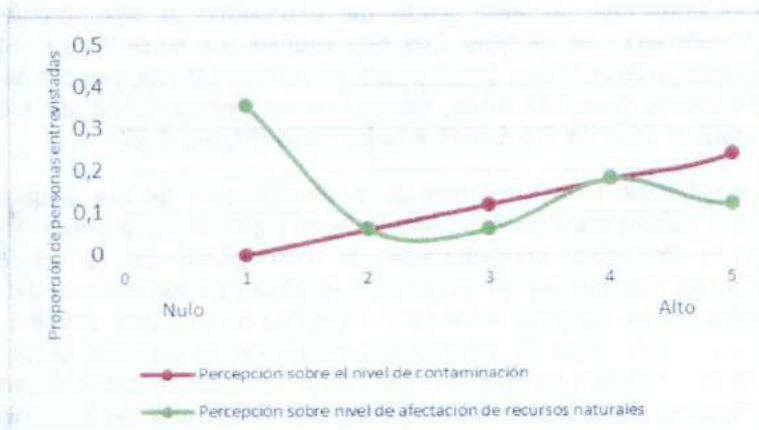


Figura 4.28. Percepción de comerciantes del mercado de Bazurto sobre la contaminación de la ciénaga Las Quintas, departamento de Bolívar.



Figura 4.29 Garza alimentándose de desperdicios de actividad de comercialización de productos pesqueros en el mercado de Bazurto, Cartagena, Bolívar.

En cuanto a la percepción de los comerciantes acerca de los efectos de la contaminación sobre su estado de salud, la mayoría de los entrevistados manifestó que, durante el tiempo que llevan en la zona, la contaminación no ha tenido repercusiones sobre su salud. Sin embargo, reconocen que el hecho de haber permanecido por tantos años en esas condiciones, les permitió adaptarse y acostumbrarse a los malos olores principalmente. Para los que si consideran que su salud se ha afectado por la contaminación, manifestaron que la principal afección es de tipo respiratorio por los malos olores provenientes de la ciénaga. Además consideran que el estado de la ciénaga desmejora la imagen del mercado y desmotiva a los clientes actuales y potenciales a comprar los productos que allí se comercializan, generando pérdidas para pescadores y comerciantes.

Adicionalmente, se indagó por las estrategias que los comerciantes consideran a la hora de mejorar las condiciones ambientales de la ciénaga, manifestando que son consistentes con la percepción en general de la comunidad presente en la zona de la ciénaga Las Quintas – comerciantes, residentes, etc. ([Universidad de Cartagena, 2015](#)):

- Jornadas de limpieza más frecuentes, así como mejoras en la prestación del servicio de aseo (Figura 4.30).
- Implementación de campañas de educación ambiental.
- Mantenimiento de caños para mejorar la circulación del agua al interior de la ciénaga.
- Como última medida el traslado del mercado a otra zona de la ciudad, por considerar que este es el mayor aportante de contaminantes a la ciénaga Las Quintas, aunque para los comerciantes esto se traduzca en un posible detrimento de sus ganancias.



Figura 4.30. Contenedores de basura en el mercado de Bazurto, Cartagena, Bolívar.



4.2. PROPUESTA DE LINEAMIENTOS PARA EL PLAN DE MANEJO

De acuerdo a los resultados obtenidos de la evaluación ambiental de la ciénaga de Las Quintas, es necesario la formulación e implementación de un plan de manejo que incluya un programa de monitoreo ambiental integral. A continuación se relacionan algunos lineamientos que sirven de base para la formulación de dicho plan.

Tabla 4.14. Lineamientos generales para un plan de manejo ambiental de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar.

Presión/factor de degradación	Problemática	Objetivo	Acciones de manejo
Actividades desarrolladas en el mercado Bazurto	Inadecuada disposición de residuos	Mejorar la disposición de residuos e infraestructura, para el adecuado desarrollo de las actividades en el mercado de Bazurto	Plantear e implementar una estrategia de recolección y disposición de residuos en conjunto entre las autoridades ambientales y distritales y los pescadores, comerciantes y otros usuarios del mercado de Bazurto. Proponer y desarrollar alternativas de infraestructura (muelles, puestos de venta, entre otros) para el adecuado desembarque y comercialización de los productos pesqueros. Aplicar medidas de control y vigilancia sobre las actividades que se desarrollan en el mercado de Bazurto.
	Falta de una infraestructura adecuada para el desembarque y comercialización de productos pesqueros		Diseñar e implementar campañas de concientización a los usuarios del mercado de Bazurto, sobre los impactos asociados a la contaminación de la ciénaga, y su influencia en la calidad de vida de las personas.
Expansión urbana	Relleno y pérdida de áreas de manglar	Implementar medidas que permitan controlar la expansión urbana que afecta las condiciones ambientales de la ciénaga de Las Quintas y sus recursos asociados	Desarrollar acciones para la recuperación de áreas de manglar deterioradas.
	Aumento en los vertimientos de residuos líquidos y sólidos.		Diseñar estrategias de control de vertimientos Realizar acciones para mejorar la hidrodinámica de la ciénaga, que incluya la apertura de los caños y dragados en los sitios de intercambio de agua con la bahía y los caños interiores



Informe final sobre la caracterización biofísica y socio-económica de las condiciones ambientales de la ciénaga Las Quintas, Cartagena, Bolívar. Concepto técnico CPT-CAM-007-16

Presión/factor de degradación	Problemática	Objetivo	Acciones de manejo
	Colmatación y disminución del cuerpo de agua de la ciénaga		Aplicar medidas de control y vigilancia sobre la expansión urbana que está afectando la ciénaga de Las Quintas. Diseñar e implementar campañas de concientización a los usuarios y población en general, sobre la importancia de la preservación de la ciénaga, los impactos asociados a la contaminación, y su influencia en la calidad de vida de las personas. Realizar revisiones del POT frente a las áreas de expansión urbana, con el fin de identificar si en estas están incluidas áreas aledañas a la ciénaga y realizar los ajustes al instrumento de planificación a que diera lugar. Desarrollar acciones para la recuperación de áreas de manglar deterioradas. Implementar un programa de monitoreo de las condiciones del manglar. Aplicar medidas de control y vigilancia sobre la tala de mangles. Diseñar e implementar campañas de concientización sobre la importancia del manglar y sus servicios ecosistémicos. Reducir y controlar las fuentes de contaminación
Tala de mangles	Deterioro del manglar	Adelantar acciones para la preservación y recuperación del manglar	
Vertimientos de aguas residuales (hidrocarburos, grasas y aceites, nutrientes, metales pesados) y residuos sólidos	Contaminación del agua y sedimento, ocasionando degradación ambiental y pérdida de servicios ecosistémicos en la ciénaga	Reducir las fuentes de contaminación hacia la ciénaga de Las Quintas	Implementar un programa de monitoreo sistemático integrado (aguas, sedimentos, organismos, y socioeconómicos), que brinde información para la gestión ambiental de las autoridades competentes Diseñar e implementar campañas de concientización sobre los efectos de la contaminación en los recursos naturales y la salud humana.

5. CONCLUSIONES

5.1. VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE LAS AGUAS Y SEDIMENTOS

- La calidad de las aguas en la ciénaga de Las Quintas presenta un deterioro ambiental causado por los malos manejos de los residuos líquidos y sólidos, que producen cambios en las condiciones fisicoquímicas del agua por la carga orgánica y actividad biológica del fitoplancton, contaminación microbiológica y niveles altos de metales y residuos oleosos.
- Los sedimentos de la ciénaga Las Quintas tienen metales pesados (Hg, Zn, Cr, Pb y Cu) y altos niveles de hidrocarburos aromáticos totales, producto de la inadecuada disposición de residuos sólidos y líquidos que son vertidos a la ciénaga, que posiblemente están afectando la flora y fauna asociada.

5.2. PRESIONES Y FACTORES DE DEGRADACIÓN AMBIENTAL

- En la ciénaga Las Quintas, se evidenciaron presiones y factores de degradación ambiental, asociadas a actividades del mercado de Bazurto, tráfico y arribo de lanchas, expansión urbana, tala de mangles, canales de desagüe de agua lluvia, lavadero de autos, entre otras, los cuales causan deterioro de la calidad de las aguas y sedimentos, destrucción de hábitat, degradación del manglar, contaminación y problemas de salud pública.

5.3. HIDRODINÁMICA

- La ciénaga de Las Quintas es un cuerpo de agua confinado, somero, semicerrado y con escaso movimiento de sus aguas, lo que limita la dispersión de los contaminantes que ingresan a este cuerpo de agua.
- Las mediciones realizadas en marzo de 2016 indicaron que la ciénaga Las Quintas se caracteriza por un cambio en las corrientes con la condición de la marea, siendo en general de baja magnitud, con vientos locales débiles; y con mayor salinidad en la zona norte.
- En el contexto climático, la zona ha estado experimentado anomalías negativas de la precipitación en los últimos dos años, lo cual tiene repercusiones ambientales, debido a que el déficit hídrico genera alteraciones en la salinidad y reduce el intercambio con los cuerpos de agua adyacentes.

5.4. IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES HIDROBIOLÓGICAS

- En la ciénaga Las Quintas existe una alta riqueza de microalgas pertenecientes a diferentes grupos taxonómicos. La presencia del género *Skeletonema*, en todos los puntos de muestreo, indica que sus aguas han sido recientemente enriquecidas con elementos nutritivos.

- La heterogeneidad en las densidades y la dominancia de especies como *Acartia tonsa*, *A. lilljeborgii* y *A. danae* señala las zonas dentro de la ciénaga Las Quintas con incidencia de nutrientes y presencia de aguas eutrofizadas.
- La comunidad zooplanctónica encontrada en la ciénaga Las Quintas es típica de cuerpos de agua con aportes marinos, salobres y dulceacuícolas confiriéndole características de riqueza, diversidad y ecología importantes para su protección.
- Se registraron 15 ejemplares de tres especies de peces, una de moluscos y una de crustáceos.

5.5. CONDICIONES DEL HÁBITAT

- Los factores de degradación ambiental identificados están afectando negativamente la calidad ambiental de la ciénaga Las Quintas y del manglar asociado, y por ende las condiciones del hábitat, dificultando la supervivencia y reproducción sostenible de las especies presentes.
- El manglar de la ciénaga Las Quintas, presenta condiciones abióticas relativamente adecuadas para el desarrollo de los mangles. No obstante, el hábitat de la fauna asociada se ve afectada por la contaminación por residuos sólidos y la acción destructiva de tensores antrópicos como rellenos y tala.

5.6. ESTADO SOCIOECONÓMICO DE LA ACTIVIDAD PESQUERA

- A través del sondeo realizado en la salida de campo a la Ciénaga Las Quintas, mercado de Bazurto, se pudo determinar que la actividad de pesca en el área se circunscribe a dos unidades de pesca de atarraya, lo que evidencia una pesquería de baja representación cuyo producto es comercializado a pequeña escala.
- El principal servicio ecosistémico identificado por los usuarios de la Ciénaga Las Quintas, hace referencia al transporte acuático como ruta de acceso al puerto de desembarco en el mercado de Bazurto.

5.7. PERCEPCIÓN DE PESCADORES Y COMERCIANTES PESQUEROS FRENTE A LA CALIDAD AMBIENTAL

- Existe una percepción generalizada de altos niveles de contaminación de la ciénaga Las Quintas, cuya principal causa sería la inadecuada disposición de residuos sólidos y por la escasa circulación del agua por el sistema de caños de la ciudad.
- Los comerciantes pesqueros son el grupo poblacional con un mayor grado de exposición a las condiciones de contaminación durante su actividad, teniendo en cuenta que en promedio permanecen de 9 a 10 horas diarias en la zona de estudio durante casi toda la semana.

6. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta el estado ambiental de la ciénaga Las Quintas, se hacen las siguientes recomendaciones:

- ❖ Realizar un inventario de la flora y fauna en la ciénaga y sus áreas adyacentes.
- ❖ Realizar acciones para mejorar la hidrodinámica de la ciénaga, que incluya la apertura de los caños y dragados en los sitios de intercambio de agua con la bahía y los caños interiores.
- ❖ Diseñar e implementar una estrategia de recolección y disposición adecuada de residuos sólidos en conjunto con los comerciantes, pescadores y otros actores generadores de residuos.
- ❖ Diseñar estrategias de control de vertimientos.
- ❖ Realizar campañas de concientización sobre los impactos asociados a la contaminación de la ciénaga, y su influencia en la calidad de vida de las personas.
- ❖ Mejorar la infraestructura para el descargue y comercialización de productos pesqueros.
- ❖ Formular e implementar un plan de manejo para la ciénaga, que incluya un programa de monitoreo.
- ❖ Implementar un programa de monitoreo sistemático integrado (aguas, sedimentos, organismos, y socioeconómicos), que brinde información para la gestión ambiental de las autoridades competentes.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, A.J., R.K. Wolfe y C.A. Layman. 2009. Preliminary examination of how human-driven freshwater flow alteration affects trophic ecology of juvenile snook (*Centropomus undecimalis*) in estuarine creeks. *Estuar. Coast.* 32: 819-828.
- Aguirre-León A., A. Yáñez-Arancibia y Amezcua Linares. 1982. Taxonomía, diversidad, distribución y abundancia de las mojarra de la Laguna de Términos, Campeche. (Pisces: Gerridae). *An. Inst. Cienc. del Mar y Limnol. Univ. Nal. Autón. México.* 9 (1): 213-250.
- Aguirre R, N. J. 2014. El plancton de la Ciénaga de Cachimberos, municipio de Cimitarra Santander, Colombia. *Revista Ciencias Ambientales Y Sostenibilidad CAS*, 1(1), 29-49.
- Alcaldía de Cartagena. 2011. Plan de ordenamiento territorial Cartagena de Indias D. T. y C. Cartagena. 215 p.
- Álvarez, S. 2005. La descomposición de la materia orgánica en humedales: la importancia del componente microbiano. *Ecosistemas*, 14 (2): 17-29.
- Álvarez-León, R. 2003. Los manglares de Colombia y la recuperación de sus áreas degradadas: revisión bibliográfica y nuevas experiencias. *Madera y Bosques*, 9 (1): 3-25.
- APHA – American Public Health Association, AWWA – American Water Works Association y WEF – Water Environment Federation. 2012. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22 ed. United States of America. 1406 p.
- Arce, A. 2003. Muestreo y preservación de grasas y aceites, determinación en campo de pH, temperatura y materia flotante. SEMARNAT, CONAGUA y IMTA. México. 27 p.
- Balech, E. 1988. Los dinoflagelados del Atlántico sudoccidental. Museo Argentino de Ciencias Naturales de Buenos Aires. Publicaciones Especiales del Instituto Español Oceanográfico No. 1. 219 p.
- Bastidas-Salamanca, M., J. Vivas-Aguas, J. García-Garay, O. Pierini y J. Acosta. 2012. Guía Nacional de Modelación de Calidad de Aguas Marinas. Convenio Interadministrativo MADS – INVEMAR No. 33 de 2012. INFORME TÉCNICO FINAL. Programa de Geociencias Marinas, Invemar, Santa Marta. 229 p.
- Beltrán P. J. 2011. Relación entre la comunidad fitoplanctónica y el entorno abiótico de la Bahía de Cartagena, para establecer un índice de calidad de agua y su variación espacio-temporal. Trabajo de grado Biol. Mar., Univ. Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Santa Marta. 110 p.
- Beltrán C. y H. Villaneda. 2000. Perfil de la Pesca y acuicultura en Colombia. Instituto Nacional de pesca y Acuicultura – INPA. Documento técnico. Bogotá. 29 p.
- Bernier, I. 1977. Contaminación microbiológica de la Bahía de Cartagena. Tesis de grado. Fac. Cienc. del Mar, Universidad Jorge Tadeo Lozano. 52 p.

- Bjorberg, T. K. S. 1981. Copépoda. En: Atlas del zooplancton del Atlántico sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino. Publicación Especial del INIDEP. Mar del Plata, Argentina. 586-679.
- Blewett, D.A., R.A. Hensley y P.W. Stevens. 2006. Feeding habits of common snook, *Centropomus undecimalis*, in Charlotte Harbor, Florida. Gulf Carib. Res. 18: 1-13.
- Boltovskoy D. 1981. Atlas del zooplancton del Atlántico Sudoccidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino, 936 pp. Publicación Especial del INIDEP, Mar de Plata.
- Boltovskoy, D. 1999. South Atlantic Zooplankton. Backhuys Publishers, Leiden. 1706 p.
- Boxshall, G. y S. Halsey. 2004. An introduction to copepod diversity. The Ray Society. Londres. Vol 1 y 2. 966 p.
- Boyer, C. 1927. Sinopsis of North American Diatomaceae. Part II: Naviculate and Surirellate. Academy of Natural Science. 230-583 p.
- Buchman, M.F. 2008. Screening Quick Reference Tables (SQuiRTs). NOAA OR&R report 08-1 Seattle WA, office of response and restoration division, national oceanic and atmospheric administration, 34 p.
- Cadavid, B.C., P.A. Bautista, L.F. Espinosa, A.J. Hoyos, A.M. Malagón, D. Mármol, A.M. Orjuela, J.P. Parra, L.V. Perdomo, M. Rueda, C.A. Villamil y E.A. Viloria. 2011. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta 127 p.+ anexos.
- Calderón, E. 1986. Las diatomeas en el plancton de los esteros de la rada de Tumaco (Pacífico colombiano), con observaciones ecológicas y biogeográficas. Trabajo de grado Biol. Mar., Univ. Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. 206 p.
- Campos, M., F. Marttin y A. Cotto. 2010. Indicadores socioeconómicos: sector pesquero artesanal de Nicaragua. FAO Circular de Pesca y Acuicultura. No. 1047. Roma, FAO. 2010. 56p.
- Carmona, G. 1979. Contribuciones al conocimiento de la ecología del plancton de la Ciénaga grande de Santa Marta. Tesis de grado. Universidad de Antioquia. Departamento de biología. Medellín. Colombia. 74p.
- Castellvi, J. 1963. Pigmentos de la diatomea marina *Skeletonema costatum* (Grev.) en su dependencia de los factores ambientales y de la dinámica de las poblaciones. Inv. Pesq. 24: 129 – 137.
- Castro, G. 2007. Diseño de monitoreo frente a derrames de hidrocarburos. Informe final. Ministerio de agricultura. Proyectos y Asesorías Ambientales. Chile. 148 p.
- Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas del Caribe (CIOH). 2010. Climatología de los principales puertos del Caribe colombiano: Cartagena de Indias, D.T. y C. 11 p.

- Cervigón, F. 1992. Fichas FAO de identificación de especies para fines de la pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América. FAO, Roma. 513 p.
- Chaves, O.M. 2006. ¿Qué tipo árboles prefiere consumir Nasutitermes? Revista Pensamiento Actual, 6 (7): 14-22.
- Cintrón-Molero, G. y Y. Schaeffer-Novelli. 1983. Introducción a la ecología del manglar. UNESCO/ ROSTLAC, Montevideo. 109 p.
- Comisión Mexicana del Agua (CONAGUA). 2013. Indicadores de calidad del agua superficial. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/Contenido.aspx?n1=3&n2=63&n3=98&n4=98>
Fecha de consulta: 08/04/2016.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE). 2014. Reporte de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua de la ciénaga Las Quintas, caracterización realizada el 25 de agosto del 2014, Operativo de gestión No. 0342-14. Laboratorio Calidad Ambiental de CARDIQUE, Cartagena. 1 p.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE). 2013. Reporte de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua de puente Jiménez, ciénaga Las Quintas, caño Bazurto, puente Román, y laguna San Lázaro, 14 de febrero del 2013, Operativo de gestión No. 0092-13. Laboratorio Calidad Ambiental de CARDIQUE, Cartagena. 1 p.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE). 2012. Reporte de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua de la laguna de San Lázaro, puente Las Palmas, ciénaga Las Quintas y caño Bazurto, 24 de octubre del 2012, Operativo de gestión No. 0392-12. Laboratorio Calidad Ambiental de CARDIQUE, Cartagena. 1 p.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE). 2011. Reporte de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua de la ciénaga Las Quintas, 27 de julio del 2011, Operativo de gestión No. 0241-11. Laboratorio Calidad Ambiental de CARDIQUE, Cartagena. 1 p.
- Corporación Autónoma Regional del Canal del Dique (CARDIQUE). 2010. Reporte de resultados fisicoquímicos y microbiológicos de muestras de agua de caños, ciénagas y lagunas de Cartagena, 25 de noviembre del 2010, Operativo de gestión No. 0464-10. Laboratorio Calidad Ambiental de CARDIQUE, Cartagena. 1 p.
- De La Hoz A., M. V. 2004. Dinámica del fitoplancton de la ciénaga grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras-INVEMAR, 33(1), 159-179.
- Dorado-Roncancio, F. 2015. Estructura del zooplancton en la bahía de Cartagena (Caribe colombiano) en las tres épocas climáticas de 2010. Tesis de grado. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Facultad De Ciencias Naturales E Ingeniería. Programa de Biología Marina. Santa Marta. Colombia. 108 p.
- EPA Method 7473. 2007. Mercury in solids and solutions by thermal decomposition, amalgamation, and atomic absorption spectrophotometry. Test methods for evaluating,

- solid waste physical/chemical methods, SW 846. Environmental Protection Agency, office of solid waste and emergency response, Washington, DC, U.S. 17 p. <http://www.caslab.com/EPA-Methods/>.
- Escamilla, B; Ordoñez-López, U y E. Suarez-Morales. 2011. Spatial and seasonal variability of *Acartia* (Copepoda) in a tropical coastal lagoon of the southern Gulf of Mexico. *Revista de Biología Marina y Oceanografía* Vol. 46, N°3: 379-390.
- Escobar, J. 2002. La contaminación de los ríos y sus efectos en las áreas costeras y el mar. División de Recursos Naturales e Infraestructura. Naciones Unidas. CEPAL - SERIE Recursos naturales e infraestructura N° 50. 68 p.
- Escobar, M. y J. Giraldo. 1993. Evaluación de la captura de Jaibas (Género *Callinectes*) con nasas y otras artes, en la ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. Tesis para optar por el título de Ingeniero pesquero. Univer. Del Magdalena. Santa Marta, Colombia. 109 p.
- Espinosa, A., A. Abello y J. Alvis. 2009. Mercado de Bazurto: ¿Cómo gestionar el cambio? Documentos AUPO – Agenda Universitaria contra la Pobreza. Ediciones Tecnológicas de Bolívar. ISSN: 2145-3047 vol: 1 fasc.: 1 págs. 3 - 65.
- Febles-Patrón, J., J. Novelo-López y E. Batllori-Sampedro. 2007. Efecto de factores abióticos en el desarrollo de raíces primarias, crecimiento y supervivencia de propágulos de *Rhizophora mangle*. *Madera y bosques*, 13 (2): 15-27.
- Flórez Verdugo, J., C. Agraz Hernández y D. Benítez Pardo. 2007. Ecosistemas acuáticos costeros: importancia, retos y prioridades para su conservación. 147-166. En: Sánchez, O., M. Herzig, E. Peter, R. Márquez y L. Zambrano (Eds.). *Perspectivas sobre conservación de ecosistemas acuáticos en México*. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, Instituto Nacional de Ecología, United States Fish & Wildlife Service, Unidos para la Conservación A. C. y Escuela de biología de la Universidad de Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. 293 p.
- Gallardo, 2007. Heterogeneidad espacial en la relación planta-suelo: ¿Quién influye a quién? Un enfoque geoestadístico. Universidad Pablo de Olavide, Sevilla. España. *Plant and Soil* 279:333-346.
- Garay, J., G. Ramírez, J. M. Betancourt, B. Marín, B. Cadavid, L. Panizzo, L. Lesmes, J.E. Sanchez, S.H. Lozano y A. Franco. 2003. Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros fisicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos. INVEMAR, Santa Marta. 148 p.
- Garay, J.A. y A.M. Vélez. 2004. Programa Nacional de Investigación, Evaluación, Reducción y Control de Fuentes Terrestres y Marinas de Contaminación al Mar – PNICM. Invemar, Santa Marta. 110 p.
- Garcés-Ordóñez, O., y L.J. Vivas-Aguas. 2014. Calidad del agua en áreas priorizadas de manglar en el Caribe y Pacífico colombianos. Convenio No. 190 de 2014 MADS-INVEMAR, Santa Marta. 137 p.
- Gaviria, S. y N. Aranguren. 2003. Guía de laboratorio para identificación de cladóceros (Anopoda y Ctenopoda) y copépodos (Calanoida y Cyclopoida). Curso: técnicas de

- determinación taxonómica de cladóceros y copépodos limnéticos de Colombia Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Escuela de Biología. Tunja, Colombia 22 p.
- Geilfus, F. 2009. 80 herramientas para el desarrollo participativo: diagnóstico, planificación, monitoreo, evaluación. San José. C.R: IICA, 2002. 217 p.
- Gómez, J. J. 2001. Vulnerabilidad y medio ambiente. Santiago de Chile. CEPAL. 36 p.
- González, F. y J. De la Rosa. 1995. Temas de oceanografía biológica en México II. Facultad de Ciencias Marinas, UABC, Ensenada, Baja California. 288 p.
- Grilo, C.F., R.R. Neto, M.A.Vicente, E.V.R. de Castro, R.C.L. Figueira y R.S. Carreira. 2013. Evaluation of the influence of urbanization processes using mangrove and fecal markers in recent organic matter in a tropical tidal flat estuary. *Appl. Geochem.* 38: 82-91.
- Hernández-Ayón, M., A. Zirino, S.G. Marinone, R. Canino-Herrera y M.S. Galindo-Bect. 2003. Relación pH-densidad en el agua de mar. *Ciencias Marinas*, 29 (4): 497-508.
- Hernández Moreno, D., M.J. Melgar Rioli, M.C. Nóvoa Valiñas, M.A. García Fernández y M. Pérez López. 2005. Presencia de metales pesados en moluscos comercializados en fresco: análisis comparativo. *Rev. Toxicología*, 22 (1): 89-95.
- Ibarra, K. P., M.C. Gómez, E.A. Viloria, E. Arteaga, I. Cuadrado, M.F. Martínez, Y. Nieto, J. A. Rodríguez, L.V. Licero, L.V. Perdomo, S. Chávez, J.A. Romero y M. Rueda. 2014. Monitoreo de las condiciones ambientales y los cambios estructurales y funcionales de las comunidades vegetales y de los recursos pesqueros durante la rehabilitación de la Ciénaga Grande de Santa Marta. INVEMAR. Informe Técnico Final. Santa Marta 140 p.+ anexos.
- IGAC - Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1990. Métodos analíticos de laboratorio de suelos. IGAC. Bogotá. 499 p.
- INVEMAR – Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras. 2015. Fortalecimiento al monitoreo calidad del agua, del ecosistema de manglar y de los recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta. Informe Técnico Final. Santa Marta. 58 p+ anexos.
- INVEMAR-GEO, 2015. Variabilidad oceanográfica y climática en la bahía de Santa marta, ensenada de Gaira y zona de puertos (Caribe colombiano) y su relación con la dinámica sedimentaria del carbón. Actividad GEO - BPIN INVEMAR. Santa Marta. 64 p.
- INVEMAR-GEO, 2014. Dispersión de sedimentos mediante el estudio de la dinámica meteorológica en el sector Isla-Salamanca – PNN Tayrona (departamento del Magdalena). Informe técnico final. Actividad GEO - BPIN INVEMAR. Santa Marta. 60 p.
- Jaramillo L, J. C., y Aguirre R, N. J. 2012. Cambios espacio-temporales del plancton en la ciénaga de Ayapel (córdoba-Colombia), durante la época de menor nivel del agua. *caldasias*, 34 (1), 213-226.
- Jennerjahn, T.C. 2012. Biogeochemical response of tropical coastal systems to present and past environmental change. *Earth Sci. Rev.* 114: 19-41.

- Jiménez, B. 2001. La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. LIMUSA, Colegio de ingenieros ambientales de México, A.C. Instituto de ingeniería de la UNAM y FEMISCA. Ciudad de México. 926 p.
- Jones, D. y P. Eggleton. 2000. Sampling termite assemblages in tropical forests: testing a rapid biodiversity assessment protocol. *Journal of Applied Ecology*, 37 (1): 191-203.
- Kogo, M. y K. Tsuruda. 1997. Selección de Especies para la Plantación de Manglares. 218-230. En: Colin Field (Ed.). La restauración de ecosistemas de manglar. Organización Internacional de Maderas Tropicales (OIMT) y la Sociedad Internacional para la restauración de ecosistemas de manglar (ISME). Managua, Nicaragua. 278 p.
- Lonin, S. 2008. Salinización de la ciénaga de Juan Polo. *Boletín Científico C.I.O.H.*, 26: 104-116.
- Lonin, S. y L. Giraldo. 1995. Circulación de las aguas y transporte de contaminantes en la bahía interna de Cartagena. *Boletín Científico C.I.O.H.*, 16: 25-56.
- Manahan, S. 2007. Introducción a la química ambiental. Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM-Reverté, Barcelona. 725 p.
- Mancera, J. E., y L. A. Vidal. 1984. Florecimiento de microalgas relacionado con mortandad masiva de peces en el complejo lagunar Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano. *Bol. Invemar*, 23 (1): 103-115.
- Márquez, A., Bonilla J., Martínez, G., Senior, W., Aguilera, D., González, A. 2005. Estudio geoquímico de los sedimentos superficiales del litoral nororiental del golfo de Cariaco, estado sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Venezuela, Univ. Oriente* 44 (2): 89-103.
- Marín, R. 2003. Fisicoquímica y microbiología de los medios acuáticos: tratamiento y control de calidad de aguas. Díaz de Santos S. A., Madrid. 319 p. ISBN: 84-7978-590-X.
- Mejía, L.S. y A. Acero. (Eds.). 2002. Libro rojo de peces marinos de Colombia. INVEMAR, Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia, Ministerio de Medio Ambiente. La serie Libros rojo de especies amenazadas de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Molina, M., E. García, E. Espigares, M. Espigares, M. Fernández y E. Moreno. 2014. Valoración del riesgo de contaminación de aguas recreativas: vigilancia sanitaria de las playas de España. *Hig. Sanid. Ambient.*, 14 (2): 1191-1195.
- Minsalud – Ministerio de Salud. 1984. Decreto No. 1594 del 26 de junio. Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la Ley 9 de 1979, así como el Capítulo II del Título VI – Parte III - Libro II y el Título III de la Parte III – Libro I – del Decreto – Ley 2811 de 1974 en cuanto a usos del agua y residuos líquidos, Bogotá. 61 p.
- Morales, J. 1975. Estudio biológico-pesquero del robalo (*Centropomus undecimalis* Bloch, 1792) en la ciénaga Grande de Santa Marta. Tesis para optar por el título de Biólogo Marino. Univer. De Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá, Colombia. 81p.

- Morán, L. 2012. Impacto de la presencia de desechos sólidos en las zonas de manglar. Revista Vinculando. Disponible en: <http://vinculando.org/ecologia/impacto-de-la-presencia-de-desechos-solidos-en-las-zonas-de-manglar.html> en Revista Vinculando. 13/04/2016.
- Moreira, L.B., M.A. Hortellani, J.E. Sarkis, L.V. Costa-Lotufo y D.M.S. Abessa. 2012. Contamination of port zone sediments by metals from large marine ecosystem of Brazil. Mar. Poll. Bull. 64: 479-488.
- Murgel, S. 1984. Limnología sanitaria, estudio de la polución de aguas continentales. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Programa general de desarrollo científico y tecnológico, Washington D.C. 120 p.
- Narváez, S., M. Gómez y J. Acosta. 2008. Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones palafíticas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. Act. Biol. Colomb., 13 (3): 113-122.
- Navarro García, G., y S. Navarro García. 2013. Química agrícola: química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas, 3ª edición. Ed. Mundi-Prensa, Madrid.
- Navas, G., S. Zea y N. Campos. 2002. Comparación de los flujos de nitrógeno y fosforo inorgánicos disueltos en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano, obtenidos a partir de cámaras de incubación in situ e incubación de núcleos de sedimentos en laboratorio. Rev. Acad. Colomb. Cienc., 16 (101): 519-531.
- Nishida, S. 1985. Taxonomy and distribution of the Family Oithonidae (Copepoda, Cyclopoida) in the Pacific and Indian Ocean. Bull. Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo, Tokyo, Japon. 20: 1-167.
- NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. 1990. A special 20th anniversary report, coastal environmental quality in the United States, chemical contamination in sediments and tissues. Washington. 6 p.
- Parra, J. P. y Espinosa L. F. 2008. Distribución de metales pesados (Pb, Cd y Zn) en perfiles de sedimento asociado a Rhizophora mangle en el río Sevilla - Ciénaga Grande de Santa Marta, Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras. 37 (1) 95-110.
- Piaggese, A. 2004. Los microelementos en la nutrición vegetal. Instituto Experimental para la Nutrición de Plantas. Valagro Spa. Italia, 72 p.
- Pinilla, A., Gabriel, A., y Duarte, C. 2006. La importancia ecológica de las ciénagas del Canal del Dique y la determinación de su estado limnológico. 97 p.
- Pitcher, G. 1990. Phytoplankton see populations of the Cape Peninsula upwelling plume, with particular reference to resting spores of Chaetoceros (Bacillariophyceae) and their role in seeding upwelling waters. Est. Coast. Shelf. Sci., (31): 283-301.
- PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2008. Guía para el muestreo, preparación y análisis de contaminantes orgánicos en muestras ambientales (agua, suelos/sedimentos y biota). Manual del Programa de Monitoreo Costero del Proyecto GEF-REPCar. PNUMA, Programa Ambiental de Caribe. Kingston, Jamaica. 121 p.

- Randall, J. E. 1967. Food habits of reef fishes of the West Indies. Stud. Trop. Oceanogr. Miami, 5: 665-847
- Restrepo, J.D. y A. Kettner. 2012. Human induced discharge diversion in a tropical delta and its environmental implications: The Patía River, Colombia. J. Hydrol. 424-425: 124-142.
- Rocha, O y T. Matsumura, 1976. Atlas do zooplankton (represa do Broa, San Carlos). Vol. 1. Univ. Fed.de Sao Carlos. Centro de ciencias y tecnología. San Carlos. Brasil. 68 p.
- Rodríguez, B. 1979. Los Portunidos del Caribe colombiano, con énfasis en el género Callinectes. Tesis para optar por el título de Biólogo Marino. Univer. De Bogotá Jorge Tadeo Lozano. Bogotá. 146 p.
- Rodríguez, M. 2014. Influencia de la concentración de Zn del agua de mar sobre su bioacumulación en *Chondracanthus chamissoi* (C. Agardh) Kützting (Rhodophyta, Gigartinales) Puerto Malabrigo, Ascope, La Libertad. Perú. Arnela, 21 (2): 367-380.
- Round, F. 1990. Diatoms: The Biology and Morphology of the Genera. Cambridge University Press. Reino Unido. 747 p.
- Rueda, M., O. Doncel, E.A. Viloria, D. Mármol, C. García, A. Girón, L. García, F. Rico, A. Rodríguez, C. Borda, C. Barreto. 2013. Atlas de la pesca marino-costera de Colombia: 2010-2011. Tomo Caribe. INVEMAR y ANH. Serie de publicaciones del INVEMAR: Santa Marta. 104 p.
- Rueda, M., D. Marmol, E.A. Viloria, O. Doncel, F. Rico- Mejia, L. Garcia y A. Girón. 2010. Identificación, ubicación y extensión de caladeros de pesca artesanal e industrial en el territorio marino-costero de Colombia. Informe Técnico Final. INVEMAR, ANH, MADR, INCODER. Santa Marta, 147 p.
- Sánchez-Páez, H., R., G. Ulloa-Delgado, R. Álvarez-León, W. Gil-Torres, A. Sánchez-Alferez, O. Guevara-Mancera, L. Patiño-Callejas y F. Paez-Parra. 2000. Hacia la recuperación de los manglares de Colombia. Proyecto PD 171/91 Rev Fase II Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA/ ACOFORE / OIMT, Dirección de proyectos de repoblación y ordenación forestal, Colombia, Santafé de Bogotá D.C. 511 p.
- Sánchez-Páez, H., R. Álvarez-León, F. Pinto-Nolla, A. Sánchez-Alferez, J. Pino-Rengifo, I. García-Hansen y M. Acosta-Peñalosa. 1997. Diagnóstico y zonificación preliminar de los manglares del Caribe colombiano. Proyecto PD 171/91 Rev Fase I Conservación y Manejo para el Uso Múltiple y el Desarrollo de los Manglares en Colombia, MMA/ ACOFORE / OIMT, Dirección de proyectos de repoblación y ordenación forestal, Colombia, Santafé de Bogotá D.C. 511 p.
- Santander, E., L. Herrera y C. Merino. 2003. Fluctuación diaria del fitoplancton en la capa superficial del océano durante la primavera de 1997 en el norte de Chile (20° 18' S): II. Composición específica y abundancia celular, rev. Biol. Mar. Oceanogr., 38 (1): 13-25.
- Santos-Martínez A, E. Viloria, C. Sánchez, M. Rueda, R. Tijero, M. Grijalba y J.C. Narváez. 1998. Evaluación de los principales recursos pesqueros de la Ciénaga Grande de Santa Marta y Complejo Pajarales, Caribe colombiano. Informe final, COLCIENCIAS; INVEMAR y GTZ-PROCIENAGA, Santa Marta. 250 p.

- Sar, E. A., M. E. Ferrario y B. Reguera. 2002. Floraciones algales nocivas en el cono sur americano. Instituto Español de Oceanografía, Madrid. 311 p.
- Strickland, J.D.H. y T.R. Parsons. 1972. A practical handbook of seawater analysis. Fish. Res. Board of Canada. Segunda Edición. Ottawa. 328 p.
- Tavera, H. 2014. Lineamientos nacionales para el monitoreo de ecosistemas de manglar en Colombia. Convenio No. 156 del 2014 suscrito entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible – MADS y la Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales y de Desarrollo Sostenible – ASOCARS. Bogotá. 56 p.
- Taylor, G.R. J.A. Wittington y H.J. Grier. 2000. Age growth, maturation and protandric sex reversal in the common snook *Centropomus undecimalis*, from the east and west coasts of south Florida. Fish. Bull. 98:612-624.
- Tirado, O., G. Manjarrez y C. Díaz. 2011. Caracterización ambiental de la ciénaga de La Quinta localizada en Cartagena de Indias, Colombia, 2009-2010. Rev. U.D.C.A. Act.e Div. Cient., 14 (2): 131-139.
- Tomas, C. 1997. Identifying marine diatoms and dinoflagellates. Estados Unidos. Academic Press. 858 p.
- Troncoso, W., L.J. Vivas-Aguas, J. Sánchez, S. Narvaez, L. Echeverry y J. Parra. 2009. 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 (REDCAM). Informe técnico 2009, Invemar, Santa Marta. 185 p.
- UNESCO - United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. 1984. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. Manuales y guías No. 13 de la COI. 87 p.
- UNESCO/COI, 1984. Manuales y guías No. 13 de la COI. Manual para la vigilancia del aceite y de los hidrocarburos del petróleo disueltos/dispersos en el agua de mar y en las playas. 87 p.
- UNEP – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente. 2009. Módulo Mercurio en productos y desechos. Disponible en: http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/AwarenessPack/Spanish/UNEP_Mod1_Spanish_Web.pdf. Fecha de consulta: 13/04/2016.
- UNEP – Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente, IAEA – Organismo Internacional de la Energía Atómica y IOC – Comisión Oceanográfica Intergubernamental. 1992. Métodos y Materiales de referencia: un programa de apoyo integral para las evaluaciones regionales y globales de la contaminación marina. 75 p.
- UNISDR (Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres de las Naciones Unidas). 2009. Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra. 43 p.
- Universidad de Cartagena. 2015. Diseño del sistema inteligente de monitoreo de la calidad ambiental del Distrito de Cartagena. Tomo 2 Estudio integral de la calidad ambiental del sistema de caños y lagos. Convenio Interadministrativo 0133-2015. Instituto de Hidráulica y Saneamiento Ambiental. Universidad de Cartagena. Cartagena. 250 p.

- Uribe, J. y L. Urrego. 2009. Gestión ambiental de los ecosistemas de manglar: aproximación del caso colombiano. *Rev. Gestión y Ambiente*, 12 (2): 57-72.
- Valiela, I., A. Giblin, C. Barth-Jensen, C. Harris, T. Stone, S. Fox y J. Crusius. 2013. Nutrient gradients in Panamanian estuaries: effects of watershed deforestation, rainfall, upwelling, and within-estuary transformations. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 482: 1-15.
- Valiela, I., L. Camilli, T. Stone, A. Giblin, J. Crusius, S. Fox, C. Barth-Jensen, R.O. Monteiro, J. Tucker, P. Martinetto y C. Harris. 2012. Increased rainfall remarkably freshens estuarine and coastal waters on the Pacific coast of Panama: magnitude and likely effects on upwelling and nutrient supply. *Global Planet. Change* 92-93: 130-137.
- Vidal, L. A. y Carbonell M. C., 1997. Diatomeas y dinoflagelados de la Bahía de Cartagena. Tesis de grado. Univ. Jorge Tadeo Lozano, Biología Marina, Bogotá Col., 360 pp., 56 lams.
- Villate, F y E. Orive. 1981. Copepodos planctónicos del estuario de plencia: Composición, distribución y abundancia. *Sociedad de Ciencias ARANZADI*, San Sebastián. 33. (1-2). 87-100 p.
- Vivas-Aguas, L.J., K. Ibarra, J. Sánchez, M. Martínez, Y. Nieto, Y. Moreno, I. Cuadrado, P. Obando, O. Garcés, D. Sánchez, M. Villarraga, y O. Sierra. 2015. Diagnóstico y Evaluación de la calidad de las Aguas Marinas y Costeras del Caribe y Pacífico colombianos. Serie de Publicaciones Periódicas del Invemar No. 4 (2015). Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia (REDCAM). Informe técnico 2014. Invemar, Santa Marta. 320 p.
- Vivas-Aguas, J. L., M. Vargas-Morales, K. Guillen Oñate, M. Villarraga y D. Sánchez. 2014. Vulnerabilidad de la población costera frente a la contaminación orgánica y microbiológica en la bahía de Buenaventura. Serie de Publicaciones Generales del Invemar No. 76, Santa Marta. 24 p.
- Wood, F. 1963. Dinoflagellates in the Australian Region. III further collection. Division of Fisheries and Oceanography, Technical Paper. 20 p.
- Zapata-Hernández, R.D. 2004. Origen de la acidez en el suelo. 51-80. En: *Química de la acidez del suelo*. Univ. Nal. Col., Medellín. 208 p.