

CARACTERIZACIÓN BIOLÓGICA Y ECOLÓGICA DE LAS COMUNIDADES DE PLANTAS ACUÁTICAS, PLANTAS TERRESTRES Y MACROINVERTEBRADOS, Y CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA DE AGUAS DE LA VENTANA DE ESTUDIO DE LA CIÉNAGA DE ZAPATOSA

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

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

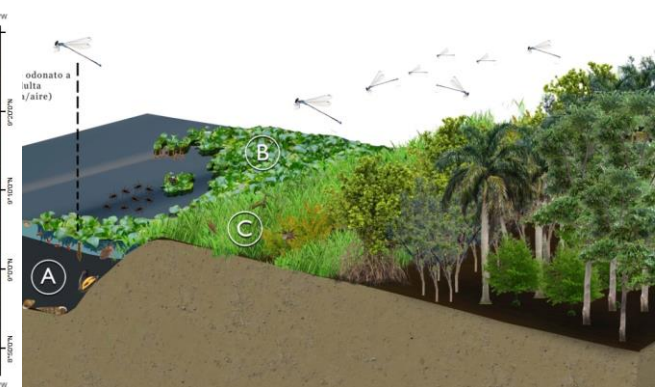
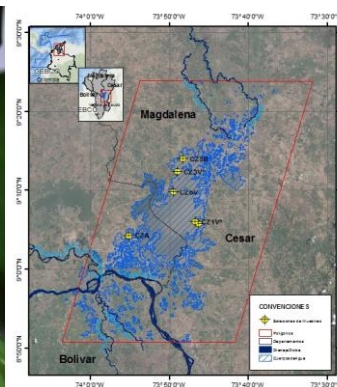


Convenio interadministrativo 13-014 (FA 005 de 2013) Instituto de Investigación de Recursos
Biológicos Alexander von Humboldt - Fondo Adaptación

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



Documento No. 3.2 – Caracterización biológica y ecológica de las comunidades de plantas acuáticas, plantas terrestres y macroinvertebrados, y caracterización físico-química de aguas de la ventana de estudio de la Ciénaga de Zapatoza



Proyecto aplicación de criterios biológicos y ecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales de humedales en tres ventanas pilotos.

Convenio 13-014 (FA 005 de 2013) – Fondo de Adaptación e IAvH
 CONTRATO No. 14-13-014-237PS – IAvH y Fundación Omacha



Bogotá, febrero de 2015





Proyecto aplicación de criterios biológicos y ecológicos para la identificación, caracterización y establecimiento de límites funcionales de humedales en tres ventanas piloto.

Actividades: 4.1., 4.2. y 4.3.
Productos 3.2.

CONTRATO No. 14-13-014-237PS

FUNDACIÓN OMACHA

DIRECTOR CIENTÍFICO

Fernando Trujillo

DIRECTORA EJECUTIVA

Dalila Caicedo Herrera

EQUIPO EJECUTOR

Paola Ortiz Guerrero - Bióloga

Daniel Alexander Sanchez - Biólogo

Diana Lorena Pérez Pérez - Bióloga

Omar Alfredo Mercado Díaz - Geólogo

Alvaro Andrés Moreno Munar – Biólogo

María Fernanda Batista – Ing. Geógrafa y Ambiental

Bogotá, febrero de 2015



Calle 84 No. 21 – 64
Barrio El Polo
Bogotá D.C. Colombia
Teléfono: 57 (1) 2564682
57 (1) 7442726
repcion@omacha.org

Autores

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

Diana Lorena Pérez Pérez
Bióloga, Universidad Militar Nueva Granada
dianaperezlorena@gmail.com

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

Omar Alfredo Mercado Díaz
Geólogo, Universidad Nacional de Colombia
oamercadod@unal.edu.co

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

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

FEBRERO, 2015

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	8
ABSTRACT	8
SOBRE LOS AUTORES	9
INTRODUCCIÓN	10
MARCO CONCEPTUAL	12
METODOLOGÍA	16
GENERALIDADES DEL ÁREA DE ESTUDIO	16
FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA	19
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA	20
CARACTERIZACIÓN HIDROGEOMORFOLÓGICA	22
CARACTERIZACIÓN DE COBERTURAS DEL SUELO	22
CARACTERIZACIÓN COMUNIDADES HIDROBIOLÓGICAS (FITOPLANCTON, ZOOPLANCTON, PERIFITON Y MACROINVERTEBRADOS ACUÁTICOS).....	22
VEGETACIÓN ACUÁTICA Y TERRESTRE	27
<i>Fase de Campo</i>	27
<i>Muestreo para la vegetación acuática y de transición agua-tierra</i>	41
<i>Muestreo para la vegetación de tierra firme</i>	42
ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	44
RESULTADOS	45
INFORMACIÓN SECUNDARIA	45
<i>Geología y Geomorfología</i>	45
<i>Características de las Coberturas del Suelo</i>	49
<i>Características fisicoquímicas</i>	51
<i>Especies y aspectos ecológicos de fauna acuática</i>	53
<i>Fauna vertebrada (peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos)</i>	58
<i>Vegetación Terrestre y Acuática</i>	60
<i>Hábitats para la fauna y áreas de especial interés para la conservación de la biodiversidad</i>	65
INFORMACIÓN PRIMARIA.....	66
<i>Identificación y Caracterización parámetros hidrogeomorfológicos</i>	66
<i>Identificación y Caracterización Parámetros fisicoquímicos</i>	67
<i>Identificación y Caracterización parámetros hidrobiológicos I (fitoplancton, zooplancton y perifiton)</i>	77
<i>Identificación y Caracterización parámetros hidrobiológicos II (macroinvertebrados)</i>	84
<i>Identificación y Caracterización Vegetación acuática y terrestre</i>	89
<i>Hábitats para la fauna y áreas de especial interés para la conservación de la diversidad observadas en campo</i>	98
<i>Análisis ecológicos (redes tróficas)</i>	99
DISCUSIÓN	100
ESTABLECIMIENTO DE LÍMITES DEL HUMEDAL CIÉNAGA DE ZAPATOSA	100
<i>Límites físicos</i>	100

<i>Límites biológicos I (macroinvertebrados)</i>	101
<i>Límites biológicos II (vegetación acuática y terrestre)</i>	108
<i>Sinergia de los aspectos físicos y bióticos para el establecimiento de límites del humedal Ciénaga de Zapatosa</i>	110
PROPUESTA DEL PLAN DE ACCIÓN Y USO SOSTENIBLE DEL HUMEDAL	112
<i>Amenazas presentes y potenciales</i>	112
<i>Propuesta del Plan de manejo</i>	114
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	118
AGRADECIMIENTOS	119
REFERENCIAS	119
ANEXOS	127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Unidades de la cobertura del suelo para Colombia, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover.	15
Tabla 2. Parámetros analizados, unidades y metodología aplicada para los parámetros fisicoquímicos de la Ciénaga de La Zapatosa.	20
Tabla 3. Estaciones de muestreo limnológico comunidad planctónica Ciénaga de Zapatosa	23
Tabla 4. Estaciones de muestreo limnológico comunidad perifítica y macroinvertebrados acuáticos Ciénaga de Zapatosa	25
Tabla 5. Coordenadas planas de las estaciones de muestreo para la vegetación acuática y terrestre de la Ciénaga de Zapatosa.....	29
Tabla 6. Fitoplancton de la Ciénaga de Zapatosa (Magdalena-Cesar).....	54
Tabla 7. Zooplancton presente en la Ciénaga de Zapatosa.....	55
Tabla 8. Registro de familias de macroinvertebrados asociados a raíces de <i>Eichornia crassipes</i> . Ciénaga de Zapatosa.....	56
Tabla 9. Abundancia absoluta de Hemiptera y Odonata recolectados en la Ciénaga Zapatosa	57
Tabla 10. Especies potenciales de árboles del Complejo Cenagoso de Zapatosa incluidas en alguna categoría de amenazadas.....	65
Tabla 11. Principales Bioindicadores (Fitoplanctológicos) presentes en la Ciénaga de Zapatosa, durante 2015.....	82
Tabla 12. Zooplancton (bioindicadores) asociado a la Ciénaga de Zapatosa (2015).	83
Tabla 13. Registros de diversidad para macroinvertebrados acuáticos de la Ciénaga de Zapatosa.	85
Tabla 14. Distribución por hábitat de familias registradas para la Ciénaga Zapatosa.	87
Tabla 15. Caracterización de la vegetación acuática y terrestre de la Ciénaga de Zapatosa según su zonación.	90

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación Geográfica de la Ciénaga de Zapatosa (Magdalena-Cesar-Bolívar).....	17
Figura 2. Profundidad Media de la Ciénaga de Zapatosa en cualquier época Climática. (Fuente: modificado de: CORPOCESAR-UNAL, 2008).....	18
Figura 3. Corrientes superficiales y división de subcuencas que drenan al Complejo cenagoso de Zapatosa.	19
Figura 4. Localización de estaciones de monitoreo limnológico, comunidad planctónica.....	24
Figura 5. Localización de estaciones de monitoreo limnológico, comunidad perifítica y macroinvertebrados acuáticos.	26
Figura 6. Estaciones muestreo de vegetación georreferenciadas Ciénaga Zapatosa.	28
Figura 7. Geomorfología de la ventana de la ciénaga La Zapatosa. Fuente IDEAM,2014	46
Figura 8. Modelo general para calificar las geformas en grados de susceptibilidad. Fuente IDEAM,2014	48
Figura 9. Distribución espacial de los grados de susceptibilidad a los procesos aluviales amenazantes. Fuente: IDEAM, 2014.....	48
Figura 10. Coberturas del suelo de la Ciénaga Zapatosa.	50
Figura 11. Perfil de la Ciénaga La Zapatosa.	66
Figura 12. Conductividad Ciénaga de Zapatosa (2015).	68
Figura 13. Registro de pH Ciénaga de Zapatosa (2015).....	69
Figura 14. Oxígeno Disuelto Ciénaga de Zapatosa (2015).	70
Figura 15. Nitritos Ciénaga de Zapatosa (2015).....	70
Figura 16. Nitratos Ciénaga de Zapatosa (2015).....	71
Figura 17. Fósforo Total Ciénaga de Zapatosa (2015).	72
Figura 18. Temperatura Ciénaga de Zapatosa (2015).....	73
Figura 19. Relación Profundidad – Transparencia Ciénaga de Zapatosa (2015)....	74
Figura 19. Conductividad Ciénaga de Zapatosa (2015).	75
Figura 21. Salinidad Ciénaga de Zapatosa (2015).....	75
Figura 22. Amonio Ciénaga de Zapatosa (2015).....	76
Figura 23. Relación Fosforo – Amonio Ciénaga de Zapatosa (2015).....	77
Figura 24. Composición Fitoplancton Ciénaga de Zapatosa (2015).	78
Figura 25. Fitoplancton Ciénaga de Zapatosa (2015).....	79
Figura 26. Zooplancton Ciénaga de Zapatosa (2015).	80
Figura 27. Perifiton Ciénaga de Zapatosa (2015).....	81
Figura 28. Diversidad de órdenes para macroinvertebrados acuáticos en la ciénaga de Zapatosa.	84
Figura 29. Diversidad de familias para macroinvertebrados acuáticos en la ciénaga de Zapatosa.	85
Figura 30. Distribución de macroinvertebrados en tres ambientes: (a) Acuático, (b) Semi acuático y (c) Terrestre asociado a vegetación.	88
Figura 31. Distribución de macroinvertebrados en ambiente acuático y semiacuático, perfil Ciénaga de Zapatosa.	88

Figura 32. Distribución de macroinvertebrados en ambiente terrestre asociado a vegetación, perfil Ciénaga de Zapatosá.	89
Figura 33. Perfil de vegetación 1 para la época seca en la Ciénaga de Zapatosá.	96
Figura 34. Perfil de vegetación 2 para la época seca en la Ciénaga de Zapatosá. ...	97
Figura 35. Zonificación propuesta por Rangel & Arellano-P (2007) para la Ciénaga de Zapatosá.	118

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Tapete de <i>Eichhornia crassipes</i> flotando sobre el espejo de agua.....	94
Fotografía 2. Remanentes de <i>Eichhornia crassipes</i> sobre playón.	94
Fotografía 3. Comunidad de <i>Paspalum repens</i> sobre playón.	94
Fotografía 4. Herbazal de <i>Polygonum hispidum</i> sobre pantano en proceso de desecamiento.	94
Fotografía 5. Matorral-herbazal de <i>Mimosa pigra</i>	94
Fotografía 6. Vista parcial de manglar de <i>Symmeria paniculata</i>	94
Fotografía 7. Interior de palmar de <i>Attalea butyracea</i> clareado para su uso.....	95
Fotografía 8. Vista interior de bosque de tierra firme con intervención humana. ..	95
Fotografía 9. Especie aeropneusticas <i>Culex</i> sp., con sifón respiratorio.....	102
Fotografía 10. Formas hidrodinámicas, tarsos posteriores aplanados. Familia Dytiscidae. <i>Hydrocanthus</i> sp. 2	102
Fotografía 11. <i>Neoplea</i> sp., con adaptaciones para desplazamiento en la columna de agua propulsados por la acción de las patas posteriores y también se pueden encontrar “colgando” en la película superficial del agua. ((Domínguez & Fernández, 2009).....	103
Fotografía 12. <i>Ranatra</i> sp., con proceso respiratorio. Estación CZA.....	103
Fotografía 13. Belostomatidae, <i>Belostoma</i> sp.....	104
Fotografía 14. Cambios y adaptaciones estructurales y funcionales en Diptera: Chironomidae.	105
Fotografía 15. Cambios y adaptaciones estructurales y funcionales en Odonata: Anisoptera. Aumento de registros en el número de adultos para épocas de disminución del cuerpo de agua, registros de estadios inmaduros restringidos solamente a zonas con presencia de agua y vegetación acuática.	106
Fotografía 16. Registros de especies terrestres para la estación CZ5V	107

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A. Catálogo fotográfico local de especies.	127
ANEXO B. Base de datos de los registros georreferenciados.....	127
ANEXO C. Base de datos Darwin Core (SIB-Colombia).	127
ANEXO D. Copia de la Bibliografía.	127
ANEXO E. Cartografía.	127
ANEXO F. Resultados Laboratorio (Caracterización físico-química).	127

RESUMEN

Se realizó la caracterización física, limnológica (fisicoquímica, plancton, perifiton y macroinvertebrados) y de vegetación acuática y terrestre en el humedal Ciénaga de Zapatosa durante el periodo hidroclimático seco. Los resultados se aplicaron al establecimiento del límite de la ciénaga definiendo para la hidrogeología un límite basado en las geoformas con baja susceptibilidad a la inundación y para la vegetación un límite basado en las especies hidrófilas a las cuales se les asociaron comunidades de macroinvertebrados. Basado en lo anterior, se observó una sinergia entre la vegetación y las geoformas, donde el ecotono entre el bosque de tierra firme y las especies tanto del bosque de la llanura aluvial como de la vegetación acuática, presentes en las zonas susceptibles a la inundación, son el límite del humedal. Esta propuesta se apreció como un proceso jerárquico, en el cual las variaciones hidroclimáticas modelan los pulso de inundación, inciden en las geoformas y en las zonas donde a través del año, la variación en la hidrometría de la cubeta de agua activa los cambios en las comunidades de la vegetación y los macroinvertebrados, siendo este proceso dinámico el encargado de establecer el ecotono o límite del humedal con las geoformas y especies no influenciadas por la dinámica de la inundación.

Palabras Clave: *Caribe colombiano, vegetación hidrofítica, zonación, inundación, suelos saturados.*

ABSTRACT

This study contain a physical characterization, limnological (physicochemical, plankton, periphyton and macroinvertebrates) and aquatic and terrestrial vegetation in the Zapatosa Ecosystem during the dry hydroclimatic period. The results were applied to establish the limits of the ecosystem for hydrogeology based on landforms low susceptibility to flooding and vegetation-based hydrophilic species which are associated to macroinvertebrate communities threshold limit. Based on the above, a synergy between vegetation and landforms observed where the ecotone between forest land and the species of floodplain and aquatic vegetation present in areas susceptible to flooding, is the limit of the ecosystem. This proposal was seen as a hierarchical process in which variations hydroclimatic model the flood pulse, affect landforms areas throughout the year, the variation in the levels of water activates changes in water communities of vegetation and macroinvertebrates, and this dynamic process is responsible for establishing the ecotone or boundary of the wtland with the landforms and species not influenced by the dynamics of the flood.

key words: *Colombian Caribbean, hydrophytic vegetation, zoning, flood, saturated soils.*

SOBRE LOS AUTORES

Daniel Sánchez

Biólogo de la Universidad Nacional de Colombia (2009) y Candidato a Magister en Biología de la Universidad Nacional de Colombia (actualidad), con experiencia en caracterizaciones limnológicas a través del desarrollo de índices ecológicos multiparamétricos y especial interés en la ecología de macroinvertebrados acuáticos, macrófitas y mastofauna.

Diana L. Pérez

Bióloga de la Universidad Militar Nueva Granada (2004), con ocho años de experiencia en estudios limnológicos y énfasis en la caracterización de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos. Especial interés en la ecología y sistemática de macroinvertebrados acuáticos (Orden: Odonata).

Paola Ortiz

Bióloga de la Universidad Nacional de Colombia (2009), Magister en Gestión y Auditorías Ambientales (2014), con experiencia en caracterizaciones bióticas para la formulación de normativas de ordenamiento territorial y procesos de licenciamiento ambiental. Especial interés en la ecología de macrófitas y botánica de plantas no vasculares.

Omar Mercado

Geólogo de la Universidad Nacional de Colombia (2012), con formación de posgrado en geofísica (actualidad), con experiencia en investigación y desarrollo de estudios hidrogeomorfológicos. Especial interés desde la geofísica en el moldeamiento de cuencas sedimentarias.

Álvaro Andrés Moreno Munar

Biólogo marino de la Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano (2007), con experiencia en investigación de ecosistemas prioritarios de conservación, orientado hacia la recuperación de especies en peligro de extinción. Especial interés en temas de educación ambiental y gestión de los proyectos de conservación.

María Fernanda Batista Morales

Ingeniera Geógrafa y Ambiental de Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, con experiencia en manejos de datos de Sistemas de información geográfica en ecosistemas estratégicos. Especial interés en temas de ecología del paisaje y planificación del territorio.

Los humedales que se presentan asociados a las planicies de inundación de los ríos en el Caribe Colombiano, a través de una conexión superficial, ya sea permanente o temporal, se conocen con el nombre de “ciénagas” (Álvarez-S, 2013). Estas se definen como ambientes someros que se localizan por debajo de los mil metros de altitud y se consideran sistemas cálidos polimícticos (Lewis Jr., 1983). En dichos sistemas los pulsos de inundación, que varían según la estacionalidad climática, se presentan como uno de los factores más influyentes en las dinámicas geomorfológicas, estructurales, de conectividad y de nivel hidrométrico, entre otras, que intervienen en la variación de las características físicas, químicas y biológicas, con lo cual la heterogeneidad del hábitat y por ende la diversidad se considera muy alta en estos sistemas (Álvarez-S, 2013).

La ciénaga de Zapatosa, ubicada al sur del departamento de Córdoba hace parte del cauce del río Cesar, en la denominada Depresión Momposina la cual es considerada como uno de los complejos de humedales más importantes del país y representa uno de los ecosistemas más característicos del Caribe Colombiano. Esta ciénaga se encuentra conformada por numerosos cuerpos de agua y zonas inundables, que funcionan tanto como hábitats transitorios o permanentes de numerosas aves migratorias intercontinentales, zona de reproducción, alimentación y crecimiento de poblaciones de peces y una gran diversidad biológica de aves, mamíferos, reptiles y vegetación acuática y semiacuática (CORPOCESAR, 2012), sirviendo además de sustento a gran parte de la población que se desarrolla en sus inmediaciones (Rivera-Díaz, *et al.*, 2013).

A pesar de su importancia, el conocimiento sobre las características ecosistémicas y ecológicas asociadas a ese complejo cenagoso, se encontraban dentro de unas de las menos conocidas del país y solo han sido ampliamente tratadas durante los últimos diez años, gracias a los estudios desarrollados principalmente por el grupo de investigación Biodiversidad y Conservación de la Universidad Nacional de Colombia en alianza con la Corporación Autónoma Regional del Cesar-CORPOCESAR.

Al respecto, para las comunidades bióticas que competen a esta contribución, podemos distinguir para la vegetación, como históricamente las primeras aproximaciones de Cuatrecasas (1958) y Dugand (1998) referían solo a descripciones generales sobre la estructura y composición de las comunidades de ambiente de limnofitia (vegetación flotante libre y sumergida) y helofitia (plantas acuáticas arraigadas al fondo, con la parte superior saliendo del agua y elevándose en el aire). Por su parte, Rangel *et al.* (2007, 2009), realizaron de forma más estricta, los primeros inventarios de los Bosques húmedos y secos circundantes a este complejo cenagoso, los cuales sirvieron como parte para la construcción de la síntesis de la vegetación de toda la región Caribe (Rangel-Ch, 2012).

Junto a estos trabajos, Rivera-Díaz, *et al.*, (2013) desarrollaron el inventario florístico del complejo cenagoso de Zapatosa con fundamento en las unidades de vegetación asociadas a la diversidad de tres ambientes, para la cual describieron 62 especies para el hábitat de Ciénagas, 409 especies para los bosques de tierra firme y 279 especies para los bosques de ribera. Se resalta por otra parte, el trabajo de Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), quienes trabajaron de manera más puntual la vegetación acuática y de pantano del Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar.

De forma similar, para las características limnológicas vale la pena resaltar el trabajo de Álvarez-S (2013), quien estudio los aspectos limnológicos de las ciénagas de Zapatosa, La Pachita y Mata de Palma respecto a su variación espacial y temporal (físicoquímica) y de estructura y diversidad (fitoplancton y zooplancton), características que presentaron una alta variabilidad en respuesta a los cambios generados por el pulso hidro-sedimentológico, así como también por diferencias dadas por la morfometría de la cubeta, relación con los ríos y caños de la planicie inundable y con las actividades productivas en las cuencas.

Para la comunidad de los macroinvertebrados, Martínez-Rodríguez & Pinilla-A (2014) desarrollaron en esta ciénaga un Índice de Integridad Biótica de Macroinvertebrados-IIBM asociados a la vegetación acuática (*Eichhornia crassipes*), con fines para la elaboración de planes de manejo; Morales-C, *et al* (2009) caracterizo la comunidad de macroinvertebrados de los órdenes Hemiptera y Odonata, y Rocha & Cardona (2013) para los crustáceos decápodos ampliaron la información relacionada con la distribución de algunas especies hacia las ciénagas Zapatosa, subregión Central del Cesar y las ciénagas La Musanda, Doña María, Baquero, Juncal y Torcoroma de la subregión Sur del Cesar.

Además de los anteriores, se suman a estas caracterizaciones de la ciénaga de Zapatosa otras aproximaciones frente al uso desmedido de los abundantes recursos de este ecosistema. Al respecto se destaca la gran afectación humana a la que son sometidos los bosques que circundan la ciénaga, incidiendo esto en la regulación hídrica y producción pesquera, dada la importancia de los mismos como fuente de entrada de material alóctono a estos cuerpos de agua (Rangel, *et al.*, 2013), así como el trabajo presentado por CORPOCESAR (2013), donde se evidencia la problemática ambiental que se presenta, debida especialmente a la sobreexplotación pesquera, ganadería extensiva, vertimiento de residuos sólidos, vertimiento de aguas residuales y proliferación de algunas especies como la “Taruya” (*Eichhornia crassipens*) y el manejo inadecuado de los recursos. Dichas bases, tanto de las problemáticas ambientales como de la línea base de las características ecológicas, han servido a su vez para la generación e implementación de los planes de manejo propio de este sistema cenagoso (Rangel, *et al.*, 2013).

Esta mención a las descripciones de la vegetación acuática, terrestre y de las características limnológicas del Complejo cenagoso Zapatosa, además de la información recolectada en campo, son fuente para este trabajo, en el cual se

presentan aquellos criterios biológicos de la vegetación terrestre y de transición (comunidades del ambiente agua-tierra) así como de las comunidades de macroinvertebrados, a ser aplicados para el establecimiento de límites de estos humedales a escala local. Dichos criterios hacen referencia a la presencia/ausencia y recambio de especies o comunidades desde el espejo de agua hacia la transición de tierra firme, según su variación en el gradiente ambiental de humedad influenciado por la estacionalidad hidroclimática.

MARCO CONCEPTUAL

Daniel Sánchez y María Fernanda Batista Morales

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

Bajo dicha adhesión, el Ministerio del Medio Ambiente ha adoptado los respectivos lineamientos y políticas de la Convención para favorecer la conservación de los humedales, dentro de lo cual en primer lugar se acoge la definición de la Convención Ramsar para definir humedales en Colombia, bajo la cual se considera que: “...son humedales aquellas extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros” (Pérez, *et al.*, 2002).

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

Como parte fundamental en la puesta en marcha de estas políticas, es indispensable el establecimiento de un marco geográfico donde puedan establecerse los límites de los humedales y puedan hacerse funcionales las estrategias de manejo, conservación y uso sostenible, de forma tal que se preserve el equilibrio entre la naturaleza y la sociedad (Pérez, *et al.*, 2002). Respecto al

planteamiento de dicho límite, Vilaridy, *et al.*, (2014) exponen la importancia del establecimiento de límites como un paso en el proceso de gestión, conservación y uso racional de los humedales, para lo cual es requisito la implementación de las siguientes tres fases: la primera corresponde a la realización de un inventario de los humedales, con búsqueda de información base para su evaluación y monitoreo. Una segunda fase donde se hacen evidentes las respectivas evaluaciones y caracterizaciones locales para identificar el valor, estado y amenazas de los mismos, para finalmente implementar una fase de manejo y ejecución de acciones de conservación. El establecimiento de límites entonces, como proceso transversal, se presenta integrada a las dos primeras, siendo estas aplicadas en esta contribución.

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

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

Dicha diversidad dentro de los criterios biológicos y ecológicos, hace referencia a aquellos grupos de plantas y animales con adaptaciones que los hacen muy propicios como indicadores de dichas condiciones de humedad (temporal o permanente), puesto que su ecología e historias de vida refleja la disponibilidad, uso y aprovechamiento de los recursos de estos hábitats acuáticos. Al respecto Vilaridy, *et al.*, (2014) y Duque & Lasso (2014) destacan a la vegetación hidrofítica como el indicador más claro del límite del humedal a escala local, al tener en cuenta que estas especies poseen unas adaptaciones morfológicas o fisiológicas que les permiten crecer y sobrevivir en el agua o en suelos que periódicamente se encuentran en condiciones anaeróbicas, presentando además estrategias reproductivas únicas que les permiten desarrollarse exitosamente en este ambiente.

Para este tipo de vegetación, como lo destaca Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), su zonación así como la fluctuación del cubrimiento de la vegetación acuática en las ciénagas está determinada por la hidrología, la superficie del espejo de agua, el caudal de inundación de los ríos, los caños y la estacionalidad, en cuanto a duración de la época de aguas altas y bajas. Por lo tanto, son efectivamente una buena herramienta para el correcto establecimiento de límites de estos

ecosistemas, siempre que su estudio se encuentre enmarcado en todo un periodo hidroclimático.

Además de la vegetación hidrofítica, la caracterización de los bosques de llanura inundable y de tierra firme circundantes a las ciénagas, debe hacer parte de los criterios para establecimiento de límites de las mismas, dado que muchas de las comunidades de la llanura inundable (por ejemplo, el matorral-bosque de “mangle de agua dulce” (*Symmeria paniculata*)), presentan una fisiología que las hace exclusivas de los alrededores de estas ciénagas.

Asimismo, en el funcionamiento de todos los complejos cenagosos es importante el aporte básico que le hace este bosque circundante (aporte de material alóctono a las cadenas tróficas); en este proceso ocurrido durante el periodo de lluvias, el material orgánico acumulado en la hojarasca y suelo de los bosques es trasladado a la cubeta de agua durante el llenado de la ciénaga, en donde circula a través de los diferentes compartimientos que integran la compleja trama trófica de la ciénaga, activando la vía trófica del detritus, así como por su efecto indirecto la productividad primaria, llegando así a ser un importante regulador de la productividad secundaria (recurso pesquero) (Gómez, 2003; Rangel, *et al.*, 2013).

Dado lo anterior, en esta contribución se aplicaron metodologías para el estudio de la vegetación tanto acuática como de la llanura aluvial y terrestre, estableciendo las respectivas zonaciones y perfiles ecológicos, que permitieran apreciar los cambios en el gradiente agua-tierra, como parte de los criterios biológicos utilizados para el establecimiento del límite del humedal.

Ahora bien, aunque se destaca a la vegetación hidrófita como el indicador biológico más claro del límite del humedal, otros grupos también pueden contribuir a dicho propósito (Vilardy, *et al.*, 2014), por lo cual como criterios biológicos complementarios a la vegetación acuática, en los cuales grupos como el plancton, los macroinvertebrados, peces, anfibios, reptiles, aves y mamíferos pueden considerarse útiles para la identificación, caracterización y establecimiento de límites (Vilardy, *et al.*, 2014), se ha propuesto en este trabajo el uso de los macroinvertebrados acuáticos como fuente para complementar las propuestas de establecimiento de límites funcionales de la Ciénaga de Zapatosa.

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

Para esta contribución se pretende evaluar, además de la importancia de la presencia de agua en los ciclos reproductivos, la presencia de estructuras

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

Para la identificación de coberturas del suelo, se utiliza la clasificación que propone el proyecto CORINE LAND COVER (CLC) dentro del programa Coordination of Information on the Environment (CORINE) que es promovido por la Comunidad Europea, para el inventario de la cobertura de la tierra (IGAC, CORMAGDALENA & IDEAM, 2008). Este sistema de clasificación sugiere categorías jerárquicas ajustadas a las condiciones locales de Colombia. Con base en esto se utilizaron solo las coberturas presentes en el área de estudio de (Tabla 1). Adicionalmente se incluyó la clasificación de humedales propuesta por Vilarly *et al.*, (2014). que este caso son lagunas de relevantes en el trabajo que son área construida, camino, cerca viva, drenaje y vía (glosario). Que no forman parte de la clasificación pero que son necesarias debido a la escala de trabajo utilizada en este trabajo de investigación.

Tabla 1. Unidades de la cobertura del suelo para Colombia, de acuerdo con la metodología CORINE Land Cover.

UNIDADES	NIVELES	
Territorios Artificializados	Zonas urbanizadas	Tejido urbano continuo
Territorios Agrícolas	Cultivos transitorios	Cultivos
	Pastos	Pastos
Bosques y áreas seminaturales	Bosques	Arbustal
		Bosque Ripario
		Tierra desnuda y degradada
	áreas seminaturales	Herbazal denso inundable arbolado
		Herbazal
Áreas húmedas	Áreas humedal continentales	Vegetación acuática sobre cuerpo de agua
Superficies de agua	Aguas continentales	Río

Fuente: IGAC, CORMAGDALENA & IDEAM, 2008.

Finalmente, para la interpretación de las corrientes hidrodinámicas y la determinación de las cuencas influyentes, en cada una de las ventanas se guió la clasificación de cuencas, por orden de los cauces propuestos por Strahler (1982), el cual consiste en asignar orden uno (1), a los cauces primarios que no reciben afluentes, y de esta manera los órdenes superiores se asignan a tramos de afluentes que dos o más cauces. Esto conduce al establecimiento de divisoria de agua que se define como el límite natural que divide una cuenca hidrográfica de otra, y que permite la diferenciación entre las direcciones de las corrientes de agua (Cocanougher & Henken, 2007).

METODOLOGÍA

Generalidades del área de estudio

*Omar Mercado, Álvaro Andrés Moreno Munar
y María Fernanda Batista Morales*

La ventana de estudio del sistema cenagoso de Zapatosa, tiene una superficie de 244.012,24 Ha y se encuentra ubicado entre tres departamentos (Bolívar, Magdalena y Cesar) a estos les corresponden nueve municipios distribuidos en los mismos, que son Hatillo de Loba, el Peñón y San Martín de Loba en el departamento de Bolívar; El Banco en el departamento de Magdalena; Chiriguaná, Chimichagua, Curumaní, Pailitas y Tamalameque en el Departamento del Cesar, La ventana localizada a los 9° 7'58.44"N y 73°49'4.91"O, como centro de la ventana de estudio (Figura 1); el sistema Cenagoso de Zapatosa comprende parte del sistema fluvial de los ríos Magdalena y el delta interior del río Cesar. Los límites espaciales de la zona son: la Vereda Marratónal y la población de Belén (municipio de El Banco) al noroeste; la población de Soledad (municipio de Chimichagua) al noreste; la población de Antequera (municipio de Tamalameque) al sureste, y las poblaciones de El Banco, El Peñón, El Peñoncito y San Martín el suroeste en inmediaciones del río Magdalena. Por su parte, teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de Zapatosa se clasifica como un Humedal Continental de agua dulce estacional/intermitente mayor a 8 ha, clasificación que incluye lagos en llanuras de inundación (Morales-B, *et al.*, 2014).

La extensión del cuerpo de agua en promedio es de 36.000 hectáreas (360 kilómetros cuadrados) y en épocas de inundaciones llega a 50.000 hectáreas (500 kilómetros cuadrados) (BANREP, 2008), a su vez esta ciénaga es considerada como la trampa de sedimentos de mayor dimensión de la planicie inundable del río Magdalena haciendo de este complejo uno de los más valiosos del país (Rangel, *et al.*, 2012). Por su parte, teniendo en cuenta la clasificación de la Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar versión 2009-2014, la Ciénaga de Zapatosa se clasifica como un Humedal Continental de agua dulce estacional/intermitente mayor a 8 ha, clasificación que incluye lagos en llanuras de inundación (Morales-B, *et al.*, 2014).

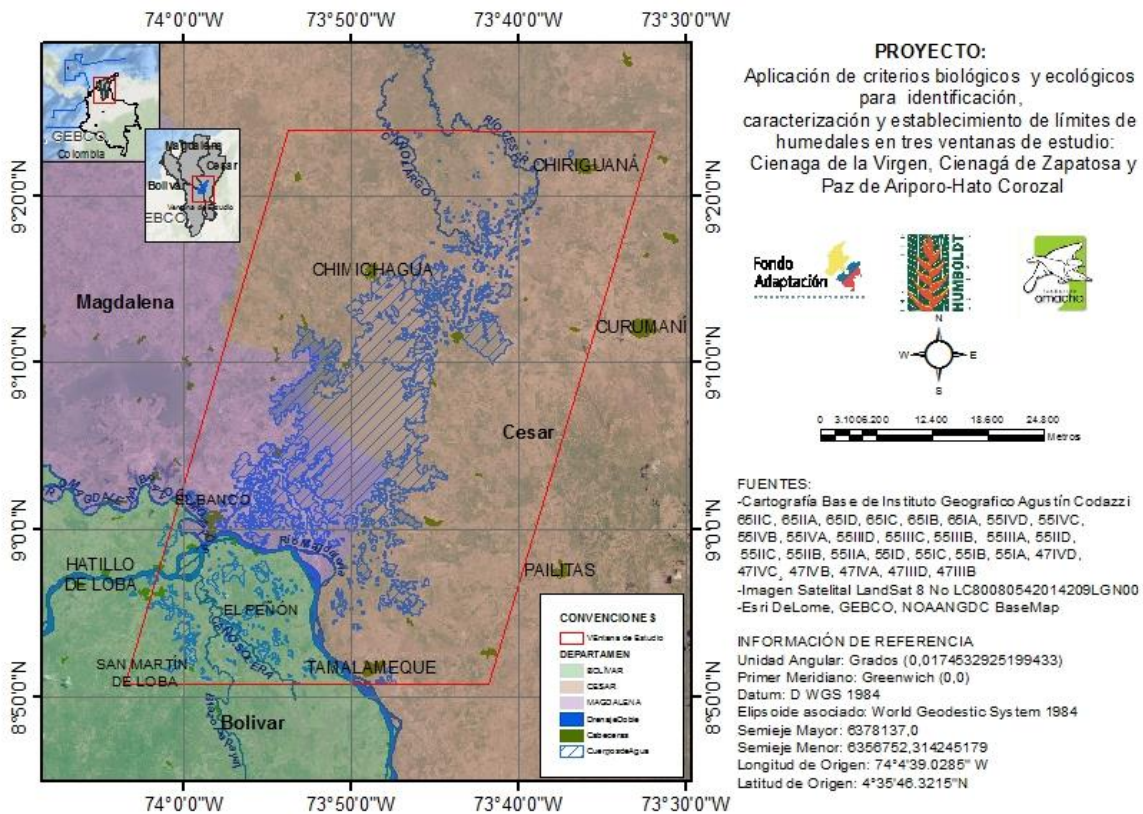


Figura 1. Ubicación Geográfica de la Ciénaga de Zapatos (Magdalena-Cesar-Bolívar).

La Ciénaga de Zapatos es el principal y más grande cuerpo de agua dulce en Colombia, presenta una extensión media de 300 km² alcanzando una superficie de 430 km² en sus niveles máximos y disminuyendo a menos de 200 km² en niveles mínimos, su profundidad promedio es de 6.60 m (Figura 2), con fondos fangosos y algunos bancos de cascajo, en esta gran área se localizan numerosas islas, entre las cuales se destacan Barrancones, Isla Grande, Las Negritas, Palomino y Punta Piedra.

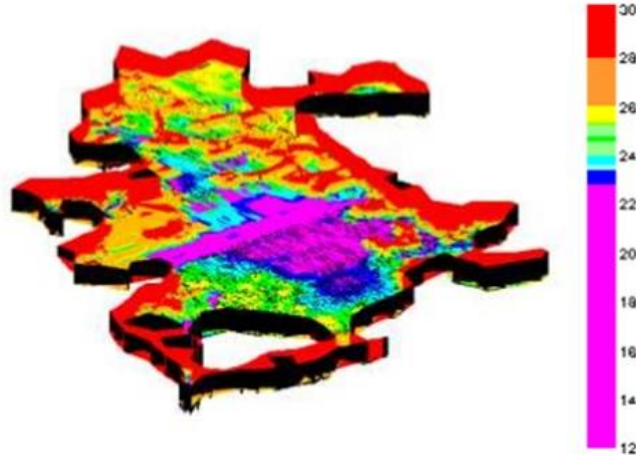


Figura 2. Profundidad Media de la Ciénaga de Zapatosá en cualquier época Climática. (Fuente: modificado de: CORPOCESAR-UNAL, 2008)

La zona que comprende la Ciénaga de Zapatosá está conformada por una malla de Caños en el sector Sur (Figura 3); donde se distingue la ubicación de los caños originados por el río Cesar y los Caños originados por el río Magdalena, conformando así, esta gran área inundable. (Rangel, *et al.*, 2012). El complejo cenagoso de Zapatosá, existen muchos drenajes superficiales, que de acuerdo con la cartografía base del IGAC que corresponde a 65IIC, 65IIA, 65ID, 65IC, 65IB, 65IA, 55IVD, 55IVC, 55IVB, 55IVA, 55IIID, 55IIIC, 55IIIB, 55IIIA, 55IID, 55IIC, 55IIB, 55IIA, 55ID, 55IC, 55IB, 55IA, 47IVD, 47IVC, 47IVB, 47IVA, 47IIID, 47IIIB y la plancha a 1:100.000 de Colombia.

De acuerdo a esta base cartográfica se pueden realizar la divisoria de aguas y diferenciar subcuencas, dentro de la cuales predomina las cuencas de orden 1 con 40 polígonos, le siguen las cuencas de orden 2 con 37 polígonos, y el resto corresponde a 16 polígonos de cuencas de orden 3 y 7 polígonos de orden 4. En esta ventana, se observa, que existen algunos drenajes superficiales entre los diferentes cuerpos de agua del complejo cenagoso, muchos de estos cuerpos está conectado entre sí, lo que puede permitir el intercambio en diferentes componentes, desde lo físico hasta lo biológico (Figura 3).

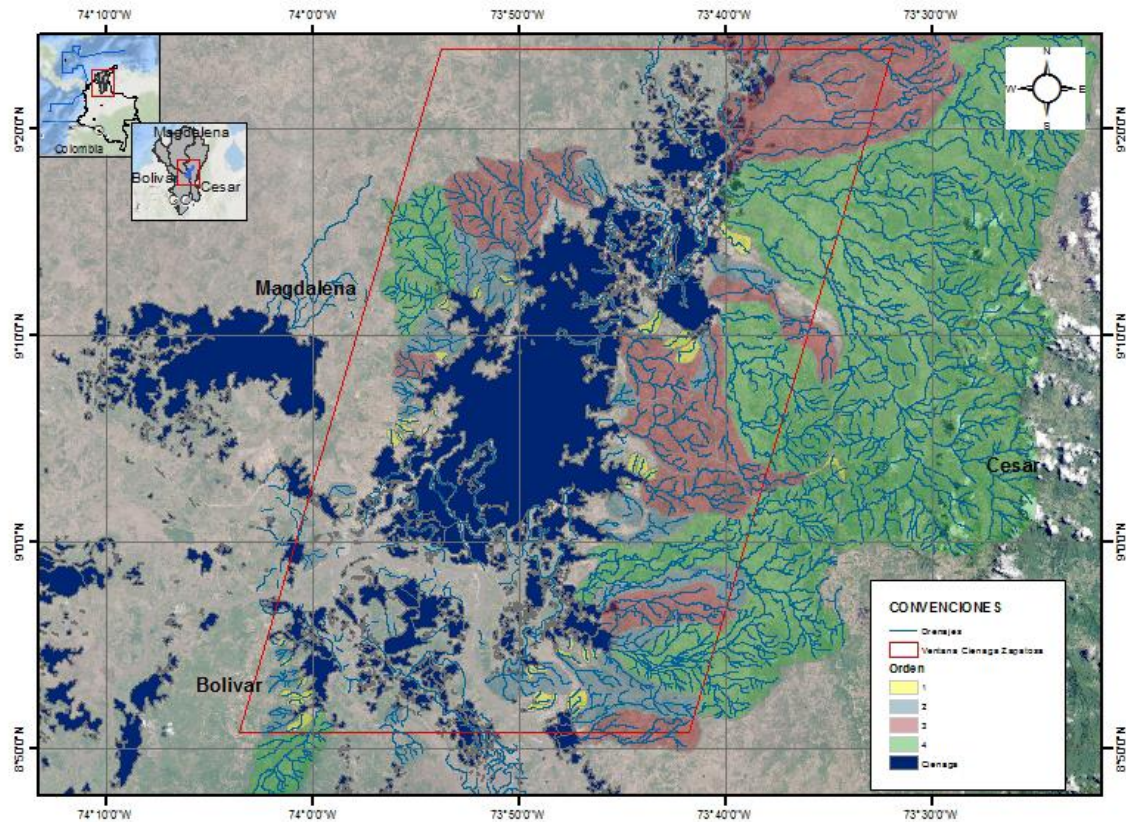


Figura 3. Corrientes superficiales y división de subcuencas que drenan al Complejo cenagoso de Zapatoza.

El instituto de investigaciones biológicas Alexander Von Humboldt (IAVH) y el instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales (Ideam); suscribieron el convenio de cooperación n° 13-13-014-093 CE-IAVH/008 de 2013 Ideam para la elaboración de la geomorfología de los humedales la ciénaga de Zapatoza, a escala detallada 1:25000, el documento con la memoria explicativa además de la cartografía geomorfológica es la principal fuente de información secundaria con la que se cuenta. De esta manera toda la descripción física y geomorfológica de la ventana de estudio se tomó de la memoria explicativa.

Fuentes de Información Secundaria

Para tener un conocimiento básico general de las condiciones físicas, limnológicas y bióticas del área de estudio, se usaron diversas fuentes de información secundaria, entre las que se encuentran publicaciones científicas, Planes de Ordenamiento Territorial e información compilada y generada por CORPOCESAR, aunque se resalta que la principal información base para la elaboración de este trabajo se basa en la compilación y trabajos del Complejo cenagoso Zapatoza y ciénagas del Sur del Cesar y de la Región Caribe de Colombia presentados por Rangel-Ch y colaboradores (2012, 2013), por lo cual dicha información secundaria

proviene en buena medida de dicha revisión. Esta fue complementada con la consulta de páginas web del Instituto Alexander Von Humboldt, resolución 0192 del 14 de febrero de 2014 (MAVDT), actual MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y listas CITES y UICN.

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

Caracterización fisicoquímica

Los parámetros fisicoquímicos realizados a las muestras se encuentran acreditados por el LABORATORIO MICROBIOLOGICO ORTIZ MARTINEZ S.A.S bajo la resolución 1543 del 29 de julio de 2013 del Instituto de Hidrología Meteorología y Estudios Ambientales IDEAM bajo los lineamientos de la norma NTC-ISO/IEC 17025 “Requisitos Generales de Competencia de Laboratorio de Ensayo y Calibración”, según la Metodología establecida en el Standard Methods for Examination of water and wastewatwer 22nd Edition 2012, siguiendo los protocolos de Standard Methods for Examination of water and wastewater 22 nd Edition 2012, Protocolo de muestreo LABORMAR PTTFQ 001 y Guía para el monitoreo de vertimientos y aguas superficiales del IDEAM. En la Tabla 2 se resumen los parámetros, unidades y metodología aplicadas.

Tabla 2. Parámetros analizados, unidades y metodología aplicada para los parámetros fisicoquímicos de la Ciénaga de La Zapatosa.

Parámetro	procedimiento técnico de análisis	Unidades	Método de Análisis	LDM	LCM	Incertidumbre del Método
pH	PTA-FQ 007	U de pH	S.M 4500 H B	0,01	0,01	+/-0,01
Temperatura	PTA-FQ 067	°C	S.M 2550 B	0,1	0,1	+/-0,58
Oxígeno Disuelto	PTA-FQ 006	mg O ₂ /L	S.M 4500-O G	0,1	0,1	-
DBO ₅	PTA-FQ 002	mg O ₂ /L	S.M 5210 B	2,9	3,24	+/-2,35
DQO	PTA-FQ 001	mg O ₂ /L	S.M 5220 D	25,72	25,72	+/- 5,0
Grasas y/o Aceites	PTA-FQ 003	mg/L	S.M 5520 D	11	13,7	+/-6,0

Parámetro	procedimiento técnico de análisis	Unidades	Método de Análisis	LDM	LCM	Incertidumbre del Método
Sólidos Suspendidos Totales	PTA-FQ 004	mg/L	S.M 2540 D	1,6	4,5	+/- 1,4
Sólidos Disueltos Totales	PTA-FQ 004B	mg/L	S.M 2540 C	7,1	24,3	+/- 2,4
Fósforo Total	PTA-FQ 075	mg/L	S.M 4500-P B,E.	0,03	0,094	+/- 0,0129
Amonio	PTA-FQ 081	mg/L	S.M.4500 -B,C	0,2	0,8	+/-0,13
Nitratos	PTA-FQ 095	mg NO-3 /L	S.M 4500-NO-3-B	0,026	0,056	+/- 0,021
Nitritos	PTA-FQ 079	mg NO-2/L	S.M 4500-NO-2- B	0,005	0,01	+/- 0,002
Turbiedad	Subcontratado	NTU	S.M 2130 B	N.E	N.E.	N.E
Mercurio	Subcontratado	mg/L	S.M 3030 E, 3114 C	N.E	N.E.	N.E
Conductividad	PTA-FQ 005	µS/cm	S.M 2510 B	0,1	0,1	+/-0,1
Cadmio	PTA-FQ 093	mg/L	S.M 3111 B,C	0,016	0,054	+/-0,028
Plomo	PTA-FQ 093	mg/L	mg/L S.M 3030 E , 3111 B	0,029	0,094	+/-0,080
Pesticidas Organoclorados	Subcontratado	mg/L	Cromatografía de Gases	N.E	N.E	N.E
Pesticidas Organofosforado	Subcontratado	mg/L	Cromatografía de Gases	N.E	N.E	N.E
Coliformes totales	MIC-235	NMP	SM 9221 B	N.A	N.A	Eficiencia 0,94

N.A: No aplica, ND: No determinado, LDM: Límite Detección Método, LCM: Límite cuantificación Método

Fuente: LABORMAR 2015, reporte de análisis 1009.

Las estaciones monitoreadas corresponden a las mismas relacionadas en la Tabla 2, para la comunidad planctónica.

Caracterización hidrogeomorfológica

La caracterización hidrogeomorfológica se realizó en tres etapas fundamentalmente, una primera constó de recopilación de información secundaria, sobre los principales aspectos hidrológicos y geomorfológicos, y se dispuso del insumo cartográfico de la geomorfología detallada a escala 1:25000, así como de su memoria explicativa elaborada por el Ideam, la segunda etapa correspondió a corta salida de campo cuyo objetivo era la corroboración y aclaración de algunos aspectos de la cartografía, verificación y corroboración de la información secundaria, por último se integró la información y realizó un informe donde se realiza una aproximación sobre los límites del complejo cenagoso de Zapatosá.

Caracterización de Coberturas del Suelo

María Fernanda Batista Morales

Se obtuvo una imagen satelital para el para el Sistema Cenagoso de Zapatosá (LC80080542014209LGN00). La imagen base de información son del sensor LandSat 8 multiespectral, tomada el mes de octubre de 2014, descargada del servicio geológico de los Estados Unidos (USGS), con sus correspondiente metadato. Estas imagen tiene un cubrimiento de nubosidad no mayor al 4%, es decir un nivel de opacidad muy bajo, lo que permite identificar las coberturas presentes.

Para la realización de los mapas, identificaron los puntos de control que se ajustaron con los puntos tomados con el GPS. Para el desarrollo de la interpretación de las coberturas del suelo de los humedales, fue necesario determinar la escala de trabajo y el área mínima cartografiable, que fueron 1:50.000 y 5,0 ha, respectivamente. Posteriormente, se estableció el sistema de coordenadas que es WGS 84 con la proyección Transversa de Mercator. Seguido a esto, se realizó una clasificación supervisada en el programa de computador ArcGIS 10.2.1, con imágenes LandSat 8. Así mismo, en el proceso de la elaboración de los mapas se identificaron las coberturas correspondientes de acuerdo a la clasificación de CORINE Land Cover.

Caracterización comunidades hidrobiológicas (fitoplancton, zooplancton, perifiton y macroinvertebrados acuáticos)

Para la caracterización de las comunidades hidrobiológicas del plancton se seleccionaron cuatro estaciones de muestreo teniendo en cuenta las características del cuerpo de agua, su extensión, profundidad, áreas de alimentación por parte de afluentes y facilidades de acceso (Tabla 3), de tal manera que las estaciones se distribuyeron en un gradiente paralelo a las márgenes de sur a norte como se observa en la Figura 4.

**Tabla 3. Estaciones de muestreo limnológico comunidad planctónica
Ciénaga de Zapatosa**

Código estación de Monitoreo	Localización	Coordenadas Geográficas		
		Latitud N	Longitud O	Altura (m.s.n.m)
ZL1	Estación Norte de la Ciénaga en cercanía a Chimichagua	9°14'17.41"	73°47'35.68"	40
ZL2	Estación centro/norte	9°11'46.38"	73°47'34.12"	45
ZL3	Estación centro	9° 8'21.76"	73°48'32.12"	40
ZL4	Estación sur entrada de afluentes corrientes del Río Cesar	9° 5'19.76"	73°51'2.22"	30

Para las muestras de fitoplancton se realizaron filtraciones de 50 Litros para la estación ZL1, 100 Litros para la estación ZL2 y 200 Litros para cada una de las estaciones ZL3 y ZL4 a través de una red de plancton de 25 µm. El volumen final filtrado se fijó con solución transeau 6:3:1. Para la estimación de la densidad del fitoplancton se realizó un conteo utilizando microscopio invertido a partir del método de sedimentación propuesto por Lund *et al.*, 1958, el cual consiste en tomar alícuotas en ml de volumen variable, según el grado de turbidez del agua, y posteriormente concentrándolas en cámaras tipo Utermöhl 1 hora por cada ml de volumen sedimentado (Utermöhl, 1958). Se realizaron conteos hasta alcanzar 400 células del morfotipo más abundante para asegurar un límite de confiabilidad de 0.95 (Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2001). Para la identificación taxonómica de las especies se utilizaron claves especializadas: Wehr & Sheath (2003); Komarek & Anagnostidis (2005); Cox (1996); Bicudo & Bicudo (1970); Komarek & Fott (1983) y Parra, *et al.*, (1982a, 1982b, 1982c, 1983).

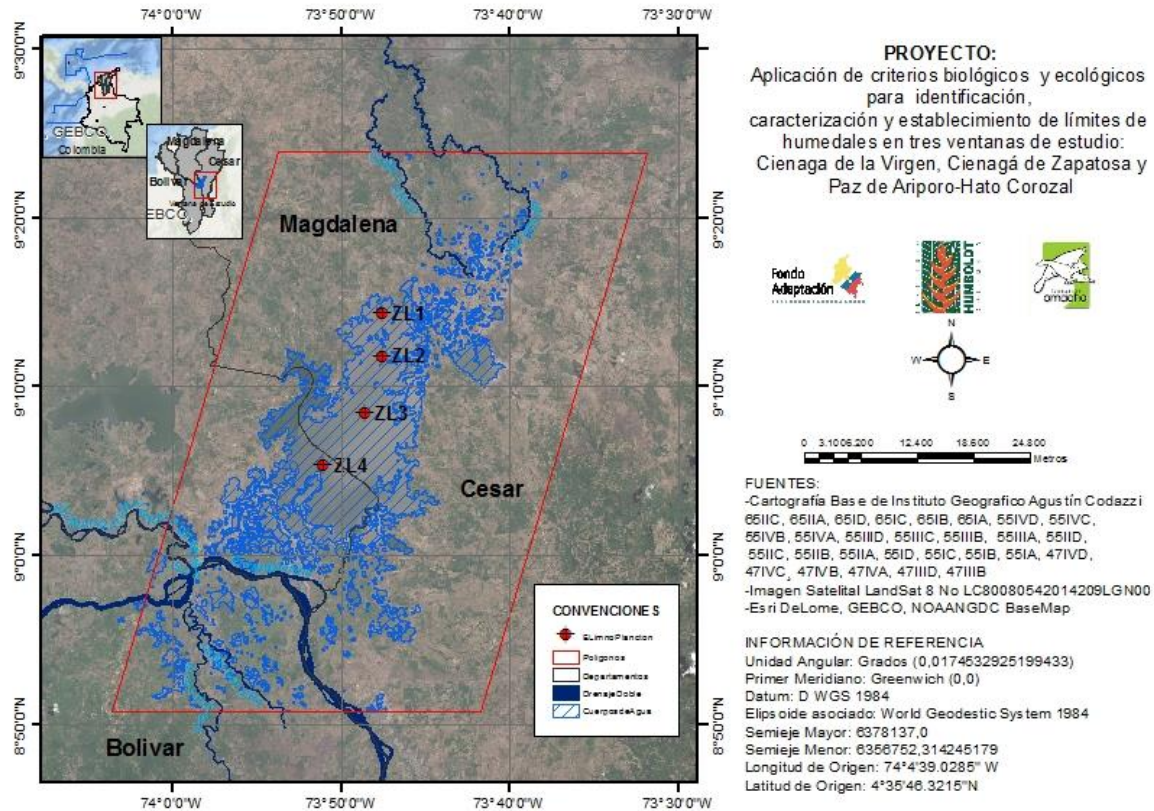


Figura 4. Localización de estaciones de monitoreo limnológico, comunidad planctónica.

Para las muestras de zooplancton se realizaron filtraciones de 50 Litros para la estación ZL1, 100 Litros para la estación ZL2 y 200 Litros para cada una de las estaciones ZL3 y ZL4 a través de una red de plancton de 55 μm . El volumen final filtrado se fijó con solución transeau 6:3:1. Para la estimación de la densidad, se midió el volumen final de la muestra colectada con el fin de determinar el número de individuos/ml, se tomó una alícuota de un mililitro depositándola en una cámara Sedgwick-Rafter dejando reposar la muestra en la cámara entre 10 y 30 minutos, se realizaron conteos de 300 individuos del taxa más común para la muestra de gran abundancia, en caso que la muestra presentara un bajo conteo de individuos se realizaron transeptos hasta obtener una estandarización de los individuos observados.

La caracterización de la comunidad perifítica se realizó en las estaciones correspondientes también a los puntos de monitoreo para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos con el fin de implementar un análisis de cadenas tróficas, de tal manera que se diseñaron muestreos en cuatro estaciones en las cuales se evidenciara la presencia de algas adheridas a sustratos y en donde fuera representativa esta comunidad, ver Tabla 4 y Figura 5, manteniendo el esquema de distribución en paralelo diseñado para las comunidades de plancton; se caracterizó a través del raspado de sustratos adecuados para encontrar dicha comunidad,

realizando raspados en áreas 3 x 5 cm en 10 repeticiones de sustratos duros y estables como rocas o vegetación. Para cada estación de muestreo se realizaron raspados de un área aproximada de 150 cm², generando finamente una muestra compuesta fijada con solución transeau en concentración 6:3:1. En el laboratorio se hicieron diluciones de las muestras con un volumen total de 2 ml, realizando conteos hasta alcanzar 100 células del morfotipo más abundante para asegurar un límite de confiabilidad de 0.95 (Wetzel & Likens, 2000; Wetzel, 2000) identificando los organismos encontrados, con base en el trabajo de Whitford (1969), Needham (1978), Gaviria (2000) y Lopretto (1995) con ayuda de microscopio convencional y microscopio invertido.

Tabla 4. Estaciones de muestreo limnológico comunidad perifítica y macroinvertebrados acuáticos Ciénaga de Zapatos

Código estación de Monitoreo	Localización	Coordenadas Geográficas	
		Latitud N	Longitud O
CZ3B	Estación norte, muestra tomada en sustrato (Bentos)	9°13'58.33"	73°48'13.33"
CZ3V*	Estación norte, muestra tomada en vegetación	9°12'17.54"	73°48'58.07"
CZ5V	Estación centro, muestra tomada en vegetación	9° 9'45.90"	73°49'28.04"
CZA	Estación Sur, brazo alimentador de la ciénaga	9° 4'14.48"	73°55'08.40"
CZ1P	Estación costado oriental, Muestra tomada en playón	9° 05'46.30"	73°46'16.25"
CZ1V*	Estación costado oriental, Muestra tomada en Vegetación acuática	9° 06'01.02"	73°46'43.36"

* Estación de monitoreo para solamente para la comunidad de macroinvertebrados acuáticos

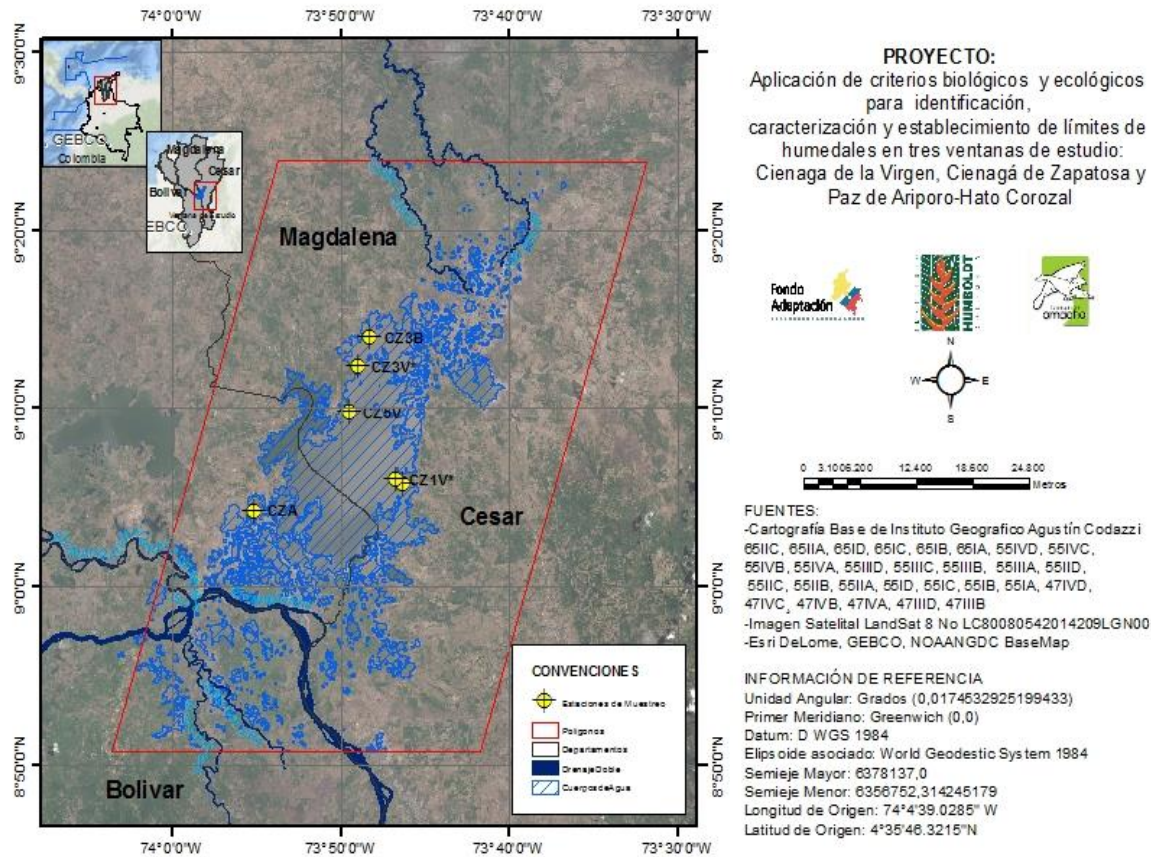


Figura 5. Localización de estaciones de monitoreo limnológico, comunidad perifítica y macroinvertebrados acuáticos.

Las muestras de macroinvertebrados acuáticos fueron colectadas en las mismas estaciones de monitoreo correspondientes a la comunidad perifítica, Figura 5, adicionalmente se tomaron muestras asociadas a vegetación, playones (como zona de transición) y sustratos con el fin de generar mayor información sobre la distribución de estos organismos como indicadores de límites en humedales; las muestras se tomaron a través de una red de mano tipo D-frame de 30cm de base y un área de 0,803m² con una apertura de ojo de malla de 300 µm (tamiz estándar N.60) (APHA AWWA WPCF, 1985), recolectando individuos asociados a bentos, playones, vegetación acuática y neuston realizando lavados manuales de las mismas a contracorriente. Adicionalmente, se hicieron muestreos de sustrato por medio de una red Thienneman. Las capturas se realizaron en cada punto hasta no observar nuevas familias cada vez que se sumergía la red, obteniendo así un muestreo de componentes máximos (Alba-Tercedor, *et al.* 2004).

Las muestras fueron fijadas con etanol al 70% y tamizadas a través de tamices graduados de 4, 2.8, 1.7 y 1 mm y 250 µm para su separación y observación en el laboratorio. Para la identificación de los individuos se utilizó un estereoscopio y La determinación se hizo hasta el nivel taxonómico más detallado posible con el uso de diversas claves taxonómicas especializadas de Aristizábal (2002), Merrit & Cumins (1996), Roldán (1998), Merrit & Cumins (2008), Rodríguez & Fernández

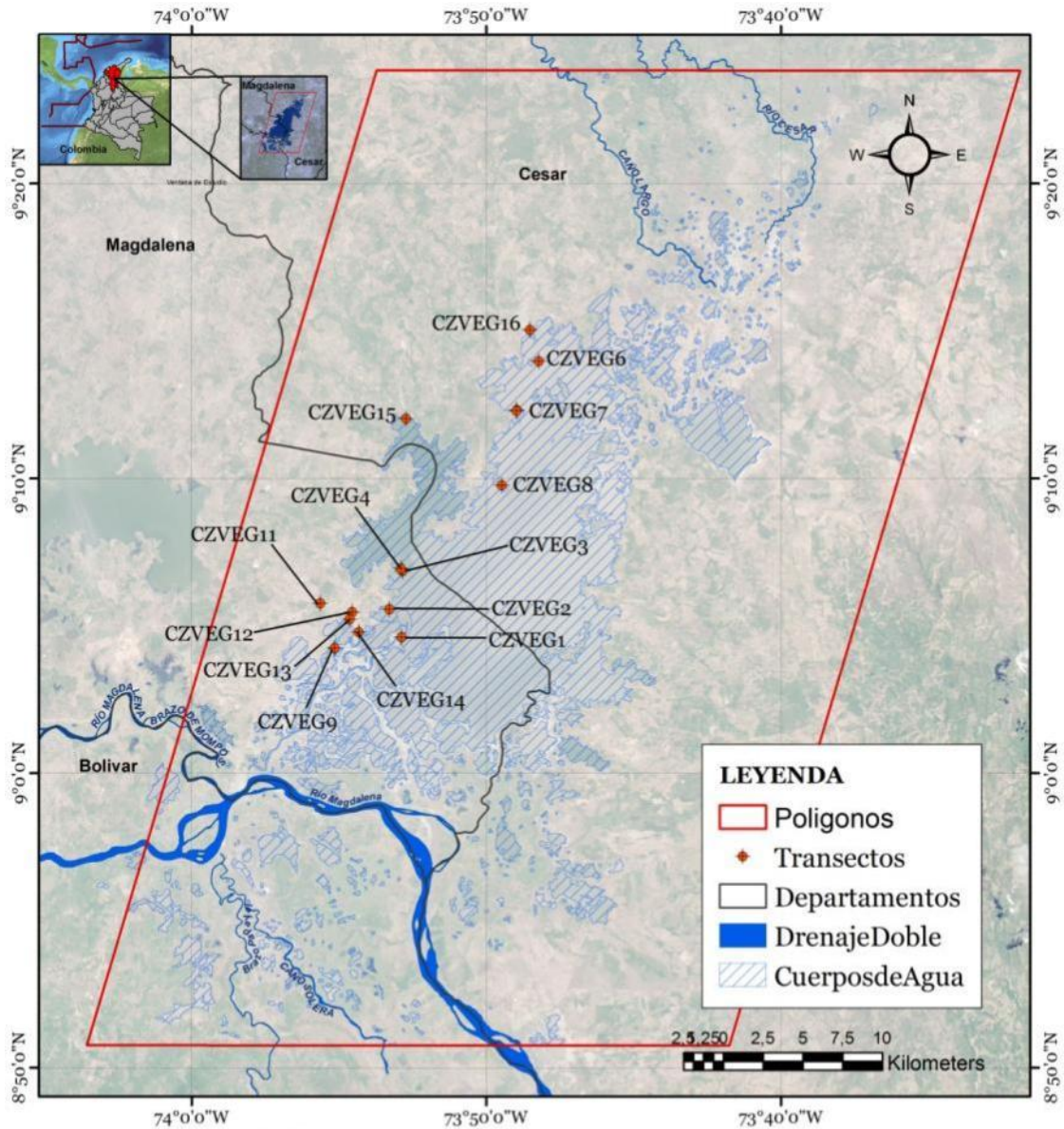
(2009), Heckman (2006), Heckman (2008), Domínguez, *et al* (2006) principalmente, de ser necesario, se emplearon nombres y nomenclaturas artificiales (morfoespecies) para diferenciar los organismos distintos pertenecientes a un mismo nivel taxonómico. Posterior a la identificación y caracterización de la comunidad de macroinvertebrados se realizaron modelos 3D para complementar y realzar los perfiles realizados (Figura 8).

Vegetación acuática y terrestre

Fase de Campo

Área de estudio

Comprendió las zonas de los alrededores y orillas, playones, planicies de inundación y superficie del cuerpo de agua de la Ciénaga de la Zapatosa donde se observó la presencia de diferentes comunidades de la vegetación, tanto acuática como de tierra firme, caracterizada en recorridos desde el Municipio de El Banco - Magdalena en el sector sur, hasta el Municipio de Chimichagua - Cesar en el sector norte (Figura 6 y Tabla 5). Los muestreos se realizaron a finales del mes de enero de 2015, durante el primer periodo seco o de estiaje que va de diciembre hasta marzo, en el régimen de distribución de lluvias bimodal-tetraestacional del área donde se ubica la ciénaga.



PROYECTO:

Aplicación de criterios biológicos y ecológicos para identificación, caracterización y establecimiento de límites de humedales en tres ventanas de estudio: Ciénaga de la Virgen, Ciénaga de Zapatoza y Paz de Ariporo-Hato Corozal

FUENTES:

-Imagen Satelital LandSat 8 No LC80080542014209LGN00

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

Unidad Angular: Grados (0,0174532925199433)
 Primer Meridiano: Greenwich (0,0)
 Datum: D WGS 1984
 Elipsoide asociado: World Geodestic System 1984
 Semieje Mayor: 6378137,0
 Semieje Menor: 6356752,314245179
 Longitud de Origen: 74°4'39,0285" W
 Latitud de Origen: 4°35'46,3215" N



Figura 6. Estaciones muestreo de vegetación georreferenciadas Ciénaga Zapatoza.

Tabla 5. Coordenadas planas de las estaciones de muestreo para la vegetación acuática y terrestre de la Ciénaga de Zapatos.

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG1	73°52'52.12" W	9°04'36.84" N	31 m	<p>Planicie de inundación fuertemente desecada en la entrada sur de la ciénaga con vegetación rasante.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados principalmente a vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresó principalmente la acuática enraizada (<i>Paspalum repens</i>) y la vegetación acuática flotante muerta sobre los playones (<i>Eichhornia crassipes</i>). El transecto va desde el borde de la cubeta de agua (caño de salida de la ciénaga) hasta 200 metros sobre el playón.</p>
CZVEG2	73°53'17.37" W	9°05'33.75" N	32 m	<p>Orilla de la ciénaga con presencia de playón por el estiaje, predominio de mangle de agua dulce y rodeado por pastizales en la zona no inundable.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados al bosque de la llanura aluvial (Cuadrantes centrados en un punto) dominados por mangles de agua dulce. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta los pastizales de tierra firme.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG3	73°52'50.61\" W	9°06'51.04\" N	34 m	<p>Playón de la época de estiaje con presencia de vegetación de transición agua-tierra de herbazal.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación de playón (cuadrantes de 16m²) expresada en especies de playón, pantano y herbazales. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta los pastizales de tierra firme.</p>
CZVEG4	73°52'53.26\" W	9°06'56.51\" N	41 m	<p>Bosque circundante de las orillas de la ciénaga.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación de playón y de pantano (cuadrantes de 16m²), bosques de llanura aluvial (Cuadrantes centrados en un punto) y bosques de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto) dominados estos últimos por palmas. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta los pastizales de tierra firme.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG5	73°48'57.61\" W	9°12'18.75\" N	30 m	<p>Bosque circundante de las orillas de la ciénaga, presencia de actividad humana.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación acuática enraizada (cuadrantes de 4m²), vegetación de playón y de pantano (cuadrantes de 16m²), bosques de llanura aluvial (Cuadrantes centrados en un punto) y bosques de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto) dominados estos últimos por palmas. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta vegetación de tierra firme. Dada la pendiente suave del transecto se evidenciaron muchas de las comunidades del gradiente.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG6	73°48'13.31\" W	9°13'58.32\" N	40 m	<p>Islote con vegetación de pantano, herbazales y en la parte más alta con presencia de vegetación de tierra firme, energía hidrológica más fuerte con presencia de cantos rodados.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación de pantano y herbazales (cuadrantes de 16m²) dominados por matorrales-herbazales de <i>Mimosa pigra</i> y al bosque de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto). El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta vegetación de tierra firme en una colina muy alta.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG7	73°48'58.07" W	9°12'17.52"N	32 m	<p>Planicie de inundación con vegetación de transición agua-tierra, límite con vegetación de tierra firme, presencia de ganadería.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación de playón y de pantano (cuadrantes de 16m²), bosques de llanura aluvial (Cuadrantes centrados en un punto) y bosques de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto) dominados estos últimos por palmas. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta vegetación de tierra firme donde se aprecian actividades de cultivos.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG8	73°49'28.02\" W	9°09'45.89\" N	36 m	<p>Playón con uno de los pocos remanentes de vegetación acuática flotante y emergente en la ciénaga.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados principalmente a vegetación acuática (cuadrantes de 4 y 16 m²), donde se expresaron principalmente la vegetación acuática flotante, acuática enraizada, herbazales de <i>Polygonum hispidum</i> y vegetación de pantano con matorrales de <i>Mimosa pigra</i>. El transecto va desde la cubeta de agua hasta la parte más alta del islote.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG9	73°55'08.39\" W	9°04'14.48\" N	37 m	<p>Caño de salida de la ciénaga en el sector sur, con comunidades de la vegetación que contrastan con las del interior de la ciénaga.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados principalmente a vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresaron principalmente vegetación acuática flotante, acuática enraizada y algunos herbazales. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua (caño de salida de la ciénaga) hasta 200 metros sobre el playón.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG10	73°52'52.19\" W	9°04'36.77\" N	41 m	<p>Llanura de inundación, zona de desborde, Vegetación rasante, pastos, ganadería.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados principalmente a vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresaron principalmente la vegetación acuática enraizada (<i>Paspalum repens</i>) y vegetación acuática flotante seca sobre los playones (<i>Eichhornia crassipes</i>). El transecto va desde el borde de la cubeta de agua (caño de salida de la ciénaga) hasta 200 metros sobre el playón.</p>
CZVEG11	73°55'38.28\" W	9°05'45.46\" N	43 m	<p>Bosque circundante de las orillas, suelo degradados, carcavamiento y fuerte erosión, pobre vegetación (totumos y cactus)</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
				a la vegetación de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto) sobre remanente boscoso alrededor de la ciénaga. El transecto va desde el borde de una carretera hasta el interior del bosque.
CZVEG12	73°55'45.38\" W	9°05'48.43\" N	39 m	<p>Planicie de inundación, suelos cubierto con vegetación rasante y pasto, densidad media de arboles (palmas), ganadería.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresó la vegetación acuática enraizada y a la vegetación de tierra firme (Cuadrantes centrados en un punto), con vegetación arbórea de tierra firme en matriz de pastizal. El transecto va desde la cubeta de agua hasta la zona de tierra firme, donde se evidencian especies arbóreas de tierra firme, pastizales para ganadería y zona urbana.</p>
CZVEG13	73°52'52.19\" W	9°04'36.77\" N	44 m	<p>Planicie de inundación, zona habitada, vegetación rasante y pasto, ganadería.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresó la vegetación acuática flotante, acuática enraizada y vegetación de playones; la vegetación de transición (Cuadrantes centrados en un punto), expresada en bosques de llanura aluvial (mangles de agua dulce) y vegetación de tierra firme. El transecto va desde la cubeta de agua hasta la zona de tierra firme, donde se evidencian especies arbóreas de tierra firme y pastizales para</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
				ganadería.
CZVEG14	73°55'48.65\" W	9°05'23.63\" N	46 m	<p>Cuerpo de agua parcialmente aislado conectado por brazo al cuerpo principal de la ciénaga, separados por islote en forma de barra, zona con vegetación de pantano.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación acuática (cuadrantes de 4 a 16 m²), donde se expresó la vegetación acuática enraizada y a la vegetación de transición (Cuadrantes de 16m²), expresada en bosques de llanura aluvial (mangle de agua dulce). El transecto va desde la cubeta de agua hasta la zona de tierra firme, donde se evidencian construcciones y pastizales para ganado.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG15	73°52'65.83" W	9°04'98.04" N	41 m	<p>Planicie de inundación, vegetación rasante, secundaria.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación de pantano con matorrales de <i>Mimosa</i> pigra y al bosque de la llanura aluvial (Cuadrantes centrados en un punto) dominados por mangles de agua dulce. El transecto va desde el borde de la cubeta de agua, hasta la zona de tierra firme donde inicia un poblado urbanizado.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		
CZVEG16	73°52'78.93\" W	9°04'19.88\" N	39 m	<p>Planicie de inundación fuertemente desecada, zona pantanosa aislada parcialmente por islotes en forma de barras, zona habitada, ganadería muy activa, vegetación rasante y pastos.</p> <p>Los levantamientos de la vegetación estuvieron enfocados a la vegetación acuática (cuadrantes de 4 y 16 m²), donde se expresó la vegetación acuática enraizada (<i>Paspalum repens</i>) y al bosques de llanura aluvial (mangle de agua dulce). El transecto va desde la cubeta de agua hasta la zona de tierra firme, donde se evidencian construcciones y pastizales para ganado.</p>

Estación	Coordenadas Geográficas WGS 84		Altura	Descripción estación
	Este	Norte		

Muestreo para la vegetación acuática y de transición agua-tierra

La metodología propuesta para este estudio se basó en una adaptación al documento de referencia "Evaluación biológica en los complejos de humedales (RAP's o AquaRAP's)" (Lasso *et al.*, 2014), en la cual para la vegetación acuática proponen el uso de transectos de 5 a 10 metros y cuadrantes de 25 x 25 cm. Sin embargo, con el fin de enriquecer dicha propuesta, en este trabajo se siguieron además los métodos para el estudio de la vegetación propuesto por Rangel & Velásquez (1997), los cuales fueron aplicados para los estudios de la vegetación acuática del Complejo Cenagoso de Zapatos presentados por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), por lo cual se consideran propicios para esta contribución.

Los sitios en los cuales se realizaron los levantamientos o censos de la vegetación se seleccionaron con base en la homogeneidad fisionómica, procurando no incluir partes con marcados rastros de intervención humana. Se realizaron un total de 61 levantamientos con una superficie de muestreo de entre 4 y 16 m² por lo cual se obtuvo un área total de muestreo de 268 m², realizando un trazado de una franja perpendicular al espejo de agua, siguiendo un gradiente ambiental agua-tierra hasta completar 200 metros, por lo cual tanto las áreas de los cuadrantes como la distancia de los transectos fueron mucho más amplias que lo propuesto por Lasso *et al.*, (2014) Para cada levantamiento se tomaron los siguientes datos: área del

levantamiento, coordenadas, cobertura (%) estimada de las especies encontradas. Se tomaron muestras botánicas (por triplicado) de las plantas no identificadas en campo para su identificación taxonómica y se depositaron en el herbario Nacional de Colombia (COL), siguiendo los estándares de recolecta del mismo.

La vegetación terrestre para la ciénaga de Zapatosa, fue caracterizada dentro de los mismos transectos, cuando hubo cambio de vegetación acuática a terrestre, siguiendo una distancia de 200 metros, donde se realizaron diez levantamientos con un área de 50x20m (0,1 ha), obteniendo un área total de muestreo de 1 ha.

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

Por su parte, además de las clasificaciones taxonómicas, las especies fueron clasificadas según su forma de crecimiento para separar las comunidades acuática flotantes, enraizadas emergentes, sumergidas, de pantano y de llanura aluvial. Adicional a esto se identificaron áreas de interés y hábitats para las plantas, amenazas a la vegetación (antrópicas y naturales), usos por parte de las comunidades, especies introducidas, endémicas o en categorías de amenaza y demás información pertinente para la zonación de las comunidades vegetales y establecimiento de límites de la ciénaga.

Muestreo para la vegetación de tierra firme

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

La metodología del transecto, propuesta por Gentry (1988), en la cual en un área específica se toma medidas de densidad, altura y DAP, hace referencia a las simorfias, donde pueden distinguirse los estratos o partes de la comunidad con

cierto rango de dominancia, según los enunciados de la fitosociología (Rangel & Velásquez, 1997). Por su fundamentación teórica y sencillez esta metodología ha sido ampliamente usada, sin embargo, para este trabajo se optó por el Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto (PCQM) para caracterizar comunidades boscosas adaptado por Rudas (2009).

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

1. Se trazaron dos líneas perpendiculares de 50m de largo cada una. Con base en este diseño se cubrió un área de 50x20m (0,1 ha) por estación de muestreo, siendo esta el área mínima recomendada por Rangel & Velásquez (1997). En total se realizaron diez estaciones de muestreo, por lo cual se cubrió un área total de muestreo de 1 ha.
2. Sobre cada línea se dispusieron puntos de muestreo cada 7m. En cada punto de muestreo, se dividió el área alrededor en cuatro cuadrantes de 90°.
3. En cada cuadrante se estableció el árbol y el arbolito (vivos) más cercano al centro del cuadrante. Se identificó la especie (o morfotipo), se midió la distancia al punto central y se registró el diámetro –D130– (o la circunferencia –C130–), altura y cobertura (%) de los cuatro árboles y los cuatro arbolitos más cercanos al centro del cuadrante. Para este ejercicio se consideraron los árboles aquellos individuos con altura ≥ 12 m y arbolitos aquellos con alturas entre 5 y 12 m.
4. Se realizó la recolecta botánica de cada uno de los morfotipos diferentes que no pudieron ser identificados en campo.

Todo lo relativo a un transecto de 50 metros de largo, hace referencia a la longitud total de las parcelas del Método de los Cuadrantes Centrados en un Punto (PCQM) para caracterizar comunidades boscosas adaptado por Rudas (2009), lo cual corresponde a la longitud total de las dos líneas perpendiculares en las cuales se realizan los cuadrantes donde se toman los datos de la vegetación arbórea. Estas dos líneas perpendiculares de 50 metros se separan de forma tal que cubran un área de 50x20m (0,1 ha) para obtener el área mínima recomendada por Rangel & Velásquez (1997) para muestrear vegetación arbórea en tierras bajas de Colombia.

Como se indica en la aclaración anterior, para la ciénaga de Zapatosa, donde se presentó vegetación acuática (macrófitas), vegetación de transición y vegetación de tierra firme, se realizaron transectos de hasta 200 metros los cuales fueron suficientes para abarcar los tres tipos de vegetación en las 16 estaciones de

muestreo (la Tablas 5 y Tabla 15) dentro de los cuales se realizaron los PCQM con sus respectivos 50 metros de longitud.

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

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

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

Para la ciénaga de Zapatosa, la cantidad total de levantamientos tanto para las plantas acuáticas como vegetación terrestre se agrupó en *Estaciones de muestreo*, obteniendo un total de 16 estaciones, cuya georreferenciación se presenta en la Tabla 5 y Figura 6.

Análisis de la Información

Se realizaron las respectivas determinaciones taxonómicas, definición de unidades de vegetación en base a la dominancia (por cobertura % o área basal según aplicó para herbazales o arboles), zonación de las comunidades, determinación de los valores absolutos y relativos para la densidad, la dominancia y la frecuencia, junto con el valor de la importancia para cada especie IVI (según aplicó para arboles usando las ecuaciones propuestas por Rudas (2009)). Análisis de los perfiles de vegetación.

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

RESULTADOS

Información Secundaria

Geología y Geomorfología

Omar Mercado

La evolución geomorfológica del área de trabajo debe considerar dos hechos principales: la historia tectónica del área y la historia de sedimentación del río Magdalena; y a su vez debe involucrar tres aspectos evolutivos que han marcado el desarrollo de las diferentes geoformas en el complejo cenagoso. Primero un hiato estratigráfico que pone en contacto discordante rocas Paleozoicas y del Jura-Cretáceo con rocas del Terciario Superior generando una penillanura y cerros residuales que sobresalen en la topografía; segundo un control tectónico antiguo y posiblemente reciente del sistema de fallas de orden continental; y tercero el modelado de la Depresión Momposina, a partir de la dinámica fluvio-lacustre de los grandes sistemas hidrográficos Río Magdalena y su tributante el Río Cesar.

La caracterización geomorfológica del complejo Zapatosa se realizó mediante la descripción de las geoformas teniendo en cuenta aspectos como su pendiente, geometría y modelado superficial; el desarrollo de un modelo de evolución geomorfológica (regional); y el análisis de los procesos morfodinámicos más significativos.

Morfogénesis

La información morfogenética es representada en formas de unidades geomorfológicas, estas se describen según la geoforma, morfología, pendiente, procesos, y litología.

Unidades Geomorfológicas

Entre las unidades geomorfológicas más sobresalientes en la ventana de estudio se encuentran Los Monte Islas también denominados como inselbergs, una forma de origen estructural, formas de origen denudatorio como las superficies de aplanamiento reciente y Laderas coluvio-erosionales estables. Pero para zona de estudio sin duda las más importantes unidades son las formas de origen fluvial, consecuencia de la intensa dinámica fluvial y entre las que se encuentran los Cauce de ríos principales, Cauces de canales secundarios, Vegas de divagación, Diques aluviales, Valles inundables), Planos de terrazas aluviales, Ciénagas fluviales permanentes y Ciénagas transicionales. Estas últimas dos unidades son las que se presentan con mayor frecuencia. En la Figura 7. Geomorfología de la ventana de la ciénaga La Zapatosa.

de aplanamiento y laderas erosionales); y los ligados al transporte y construcción de formas (agradación, sedimentación de material) naturales del ambiente fluvio-lacustre y de las dinámicas de flujos, amortiguación, acumulación y regulación del componente agua.

Cuenca Ciénaga Zapatosa

En términos hidrográficos, la gran planicie aluvial presenta un amplio número de ciénagas y caños, los cuales ejercen un efecto regulador y amortiguador de los niveles fluctuantes de las aguas. Los espejos de agua tiene un comportamiento dinámico, ya que están sometidos a los cambios estacionales locales y en mayor medida a los regímenes hidrológicos de los ríos que alimentan al complejo, esencialmente el río Cesar y predominantemente el río Magdalena. Como tendencia habitual, durante los meses de septiembre a diciembre se dan los niveles más altos en el aporte de caudales desde los ríos hacia las ciénagas. (CORPOCESAR, 2002).

Aspectos meteorológicos

El aspecto meteorológico más importante en la zona de estudio para la caracterización y modelamiento de las condiciones hidrodinámicas es factor de precipitación

Precipitación

El clima de la región es cálido húmedo y se encuentra en gran medida regulado por la existencia de las grandes masas de agua. La precipitación media anual es del orden de 1.375 mm, con un régimen de precipitación bimodal de dos periodos de lluvias (de Abril a Junio con el 31% de la precipitación anual, y de Agosto a Noviembre con el 53%) y dos periodos secos. La temperatura media anual es del orden de 29.1°C, siendo el periodo entre Enero y Abril el de más altas temperaturas. La evaporación promedio multianual es del orden 1.670 mm (CORPOCESAR, 2002).

Susceptibilidad a las inundaciones de las geoformas aluviales

De acuerdo con esas características morfológicas y morfométricas de las geoformas y su relación con la dinámica fluvial, se calificaron (6) categorías definidas en rangos, en las que se evidencia el dominio espacial que tienen las superficies de una muy alta y alta susceptibilidad a procesos aluviales amenazantes (desbordes, inundaciones lentas y encharcamientos), y en menor medida una participación de las zonas con baja y moderada susceptibilidad. En la Figura 8 se describen las principales características de la geoformas aluviales y su grado de susceptibilidad a la inundación. En la Figura 9 se detalla espacialmente las zonas susceptibles a la inundación de sus geoformas de origen aluvial.

Características de las Coberturas del Suelo

María Fernanda Batista Morales

Por su parte, la ventana de estudio del sistema Cenagoso de Zapatos, tiene un área de 244.012,24 ha. Esta sistema tiene tipología de Ciénaga, y esta cobertura ocupa un 17,06% del toda la ventana de estudio, este complejo está rodeado por una matriz rural representada en la cobertura de pasto que tiene una superficie de 58,67% de toda el área de estudio. Dentro de esta matriz agrícola se encuentra parches semiturales como la cobertura de Arbustales que su cobertura tiene una porción del 22,24%. Este sistema cenagoso se alimenta de varia corrientes de agua, entre ellas la Cobertura de Rio, que tienen solo el 0,96%, pero es un correo ecológico importante para la Ciénaga. El Tejido urbano Continuo, se encuentra en parches dispersos por la ventana de estudio, y tiene una superficie de 0,63% del área total (Figura 9).

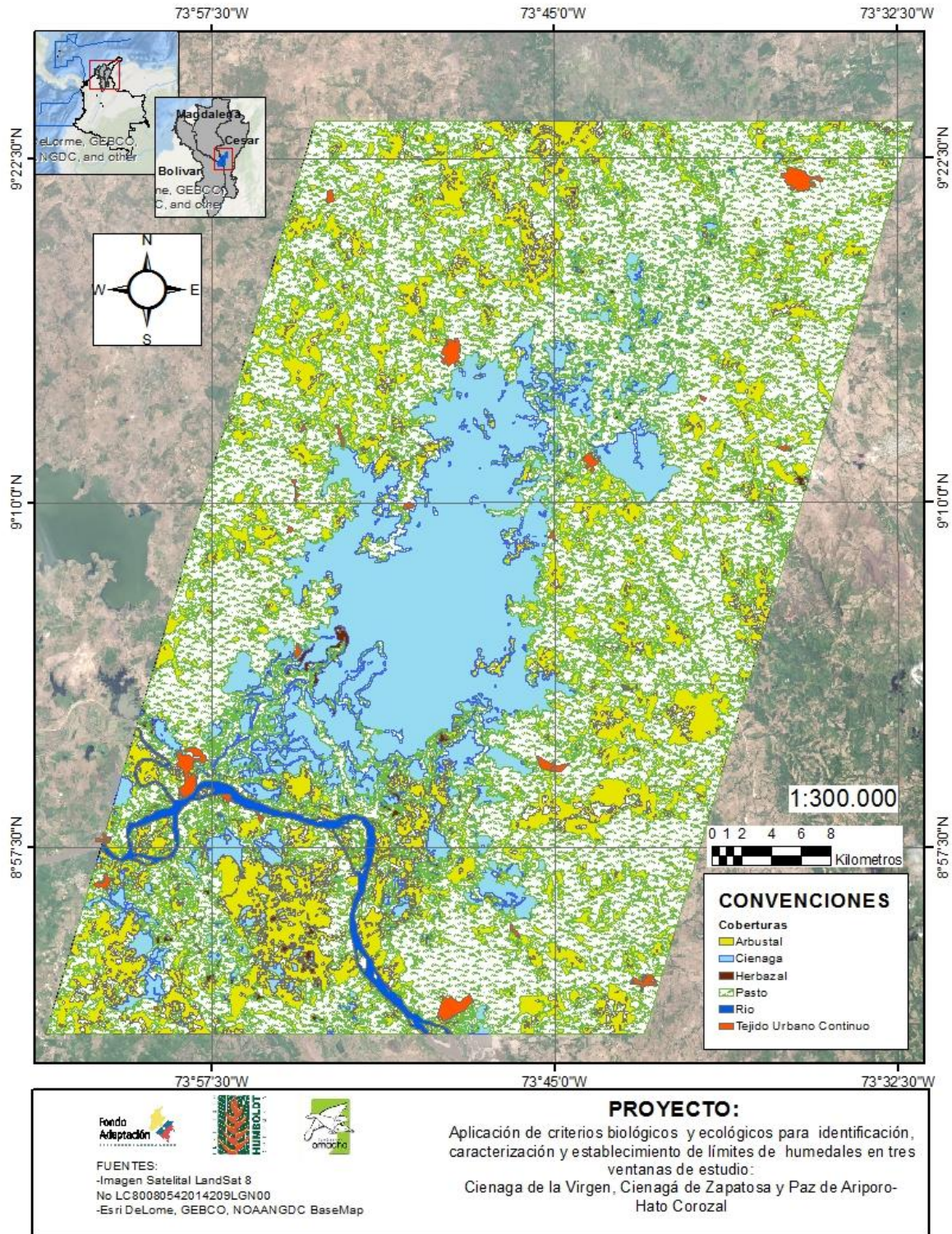


Figura 10. Coberturas del suelo de la Ciénaga Zapatoza.

Características fisicoquímicas

Álvaro Andrés Moreno Munar

Los componentes fisicoquímicos de la ciénaga están directamente relacionados con las características de los sedimentos, definiendo al sistema de la Zapatosa como un lugar con condiciones físico-químicas adversas para la sedimentación de materia orgánica y/o alta desintegración de la misma (Moreno, 2007).

Según Rangel, *et al.*, (2012). El agua de la ciénaga mostro valores de moderados a altos en concentración de oxígeno disuelto con un promedio general de 7,45 mg/L, equivalente a valores de saturación del 99%, es decir no presentaría limitación de oxígeno en horas diurnas. Sin embargo, un valor mínimo fue registrado en Saloa en octubre (3,57 mg/L).

Los valores de pH fueron menores hacia la parte norte y superiores hacia la parte central y sur de la ciénaga. Las diferencias son más acentuadas en la época seca cuando se alcanzan valores cercanos o superiores a 9 en las partes central y sur.

Los nitratos fueron la forma de nitrógeno inorgánico menos abundante y se encontraron por debajo del límite de detección del método utilizado (<0,10 mg/L N-NO₃) en octubre, febrero y agosto, mientras que en mayo (aguas altas) el promedio fue de 0,17 mg/L.

La mayor proporción de fósforo total se encontró como fosfatos inorgánicos (en promedio 73% del fósforo total). La concentración promedio de fósforo total en la ciénaga fue ligeramente superior en mayo (0,23 mg/L P), seguida por agosto (0,21 mg/L P), febrero (0,20 mg/L) y octubre (0,14 mg/L P).

La temperatura superficial del agua tuvo un promedio de 31.3°C y no mostró variaciones importantes entre épocas climáticas, con registros entre 29.1 (época de lluvias) y 34.8°C (época seca) en los períodos muestreados.

Los componentes fisicoquímicos de la ciénaga de Zapatosa están directamente relacionados con las características de los sedimentos, definiendo al sistema como un lugar con condiciones físico-químicas adversas para la sedimentación de materia orgánica y/o alta desintegración de la misma (Moreno, 2007). Según el estudio sobre las ciénagas del departamento del Cesar, realizado por Rangel *et al.*, (2012) señala que el agua de la ciénaga ha mostrado valores de moderados a altos en concentración de oxígeno disuelto (OD) en los últimos años con un promedio general de 7,45 mg/L, equivalente a valores de saturación del 99%, es decir no presentaría limitación de oxígeno en horas diurnas. Sin embargo, un valor mínimo fue registrado en Saloa en octubre de (3,57 mg/L).

Los valores de pH fueron menores hacia la parte norte y superiores hacia la parte central y sur de la ciénaga. Las diferencias son más acentuadas en la época seca cuando se alcanzan valores cercanos o superiores a 9 en las partes central y sur.

Los nitratos fueron la forma de nitrógeno inorgánico menos abundante y se encontraron por debajo del límite de detección del método utilizado ($<0,10$ mg/L N-NO₃) en octubre, febrero y agosto, mientras que en mayo (aguas altas) el promedio fue de $0,17$ mg/L.

mayor proporción de fósforo total se encontró como fosfatos inorgánicos (en promedio 73% del fósforo total). La concentración promedio de fósforo total en la ciénaga fue ligeramente superior en mayo ($0,23$ mg/L P), seguida por agosto ($0,21$ mg/L P), febrero ($0,20$ mg/L) y octubre ($0,14$ mg/L P).

La temperatura superficial del agua tuvo un promedio de $31,3^{\circ}\text{C}$ y no mostró variaciones importantes entre épocas climáticas, con registros entre $29,1$ (época de lluvias) y $34,8^{\circ}\text{C}$ (época seca) en los períodos muestreados.

La transparencia del agua se correlacionó positivamente con la profundidad y éstas de manera negativa con los sólidos suspendidos totales (SST), lo cual se hace evidente en columnas de agua de menor amplitud. La gran influencia de los procesos de aporte de materiales por las entradas de agua y de resuspensión de sedimentos sobre la disminución de la transparencia. Es un fenómeno que se puede reconocer en los meses de octubre y agosto (periodos intermedios) y febrero (aguas bajas), con bajos valores de transparencia y promedios de 21 , 22 y 28 cm respectivamente, en contraste con el promedio estimado en mayo (aguas altas: 58 cm). De forma similar, los sólidos suspendidos fueron superiores y mostraron una alta fluctuación (Rangel, O., *et al.*, 2012).

Cambio de las Condiciones Físico-Químicas por Acciones Antrópicas

CORPOCESAR, (2013) adelantó un recorrido de reconocimiento técnico por la Ciénaga de Zapatosa, con el ánimo de evidenciar la problemática ambiental que se presenta en el humedal, debido especialmente a la sobreexplotación pesquera, ganadería extensiva, vertimiento de residuos sólidos, vertimiento de aguas residuales, y proliferación de algunas especies como “Taruya” *Eichhornia crassipens* y el manejo inadecuado de los recursos.

Las actividades ganaderas y pesqueras son las que ejercen gran presión sobre el ecosistema de humedales de la depresión Momposina, CORPOCESAR en el Plan de Manejo (2012-1015) describe que los principales sectores económicos asociados a la región del Complejo Cenagoso de Zapatosa (CCZ) han sido la pesca artesanal, la ganadería, luego la agricultura y en cuarto lugar el sector del comercio y servicios.

Otras causas de la degradación ambiental son la presión sobre el ecosistema ante el aumento de la población en las últimas décadas; el desequilibrio hídrico originado por la construcción de obras de infraestructura; el vertimiento de desechos sólidos y líquidos a los cuerpos de agua; así como la tala y quema de especies vegetales a orilla de las ciénagas. Estas prácticas ilegales y atentatorias contra el medio ambiente explican en parte las razones por las cuales es menor el bienestar

económico en la subregión de Zapatosa y la Depresión Momposina (CORPOCESAR, 2012).

En el agua del complejo cenagoso de Zapatosa se encontró un alto número de coliformes totales, indicando contaminación bacteriana. Los recuentos son más altos en la época de lluvia que en la seca. El agua no debe ser utilizada para uso agrícola ni para uso recreativo. Aproximadamente el 95% del grupo de los *coliformes fecales*, están formados por *Escherichia. coli.* y *.Klebsiella. sp.* y relejan de buena manera la presencia de contaminación fecal (Ávila y Estupiñán 2007).

La ciénaga de Zapatosa se caracteriza por una alta fluctuación del nivel de agua con un promedio mínimo de 1.23 m en aguas bajas (FEB) y un máximo de 6.09 m en aguas altas (MAY). En octubre y agosto la ciénaga presentó valores intermedios de profundidad, con promedios de 3.33 m y 2.92 m respectivamente, (UNION EUROPEA, 2011).

Especies y aspectos ecológicos de fauna acuática

Fauna Acuática I: fitoplancton y zooplancton

Álvaro Andrés Moreno Munar

Según la investigación realizada por la Universidad Nacional y Corposesar en el año 2008 sobre las “Ciénagas ribereñas del río Cesar”, se establecieron varias características fundamentales en su conocimiento ecológico, como es la influencia de los caños y diques que transportan sus aguas hacia la zona (cubeta) de la ciénaga de Zapatosa, concluyendo de esta forma que el sistema se ha comportado como un ambiente fluvial (zona de influencia del Magdalena) y en ocasiones como un ambiente fluvio-lacustre (zonas de influencia del río Cesar).

Fitoplancton

En términos de composición, (Rangel *et al.*, 2012) reportaron una estructura donde las clorofíceas (44 géneros), cianobacterias (23 géneros) y las bacilariofíceas o diatomeas (17 géneros) fueron los grupos con la mayor riqueza. Las cianobacterias en el fitoplancton y los rotíferos en el zooplancton fueron los organismos predominantes, (Tabla 6).

Otras clases observadas fueron: zignemafíceas (siete géneros), euglenofíceas (cinco géneros), criptofíceas, chamidofíceas y crisofíceas con un género. Se registraron 120 taxones de zooplancton en muestras de la zona limnética.

Tabla 6. Fitoplancton de la Ciénaga de Zapatosa (Magdalena-Cesar).

FITOPLANCTON CIÉNAGA DE ZAPATOSA			
GRUPO	GÉNERO	AUTOR	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
Clorofíceas	Oocystis	CORPOCESAR-UNAL, (2008).	Complejo de Zapatosa
	Senedesmus		
	Actinastrum		
	Crucigeniella		
	Desmodesmus		
	Pediastrum		
	Coelastrum		
	Monoraphidium		
Bacilarofíceas	Aulacoseira	CORPOCESAR-UNAL, (2008).	Complejo de Zapatosa
	Nitzchia		
	Trachelomonas		
	Cryptomonas		
Cyanobacteria	Cylindro espermopsis	CORPOCESAR-UNAL, (2008).	Complejo de Zapatosa
	Anabaena		
	Planktothrix		
	Pseudoanabaena		
	Raphidiopsis		
	Aphanizomenon		
	Synechocystis		
	Planktolyngbya		
	Merismopedia		
	Phormidium		
	Aphanocapsa		
	Oscillatoria		
	Coelomonon		

Zooplanton

Los rotíferos mostraron la mayor riqueza con un total de 33 géneros y 83 especies, seguidos por los cladóceros (16 géneros-22 especies) y copépodos (ocho géneros - 13 especies).

En la riqueza específica del zooplanton (Tabla 7), se encontró un número superior de taxones en las fases de aguas altas y de ascenso, tendencia que no fue verificada con el fitoplancton, (Rangel *et al.*, 2012).

Tabla 7. Zooplancton presente en la Ciénaga de Zapatos.

ZOOPLANCTON CIÉNAGA DE ZAPATOSA				
GRUPO	GÉNERO	ESPECIE	AUTOR	UBICACIÓN GEOGRÁFICA
Rotíferos	Anuraeopsis	sp.	RANGEL, O. et al., (2012).	Complejo de Zapatos
	Brachionus	havanensis		
	Brachionus	mirus		
	Brachionus	falcatus		
	Brachionus	caudatus		
	Brachionus	dolabrus		
	Brachionus	angularis		
	Keratella	americana		
	Keratella	lenzi		
	Keratella	tropica		
	Keratella	cochlearis		
Cladoceros	Moina	minuta	RANGEL, O. et al., (2012). BARÓN-RODRÍGUEZ, (2004).	Complejo de Zapatos y Ciénaga de Paredes
	Ceriodaphnia	cornuta		
	Diaphanosoma	brevireme		
	Moina	micrura		

Fauna Acuática II: Macroinvertebrados acuáticos

Diana L. Pérez

El uso de las comunidades de macroinvertebrados acuáticos han sido aplicado para diversos estudios de calidad y composición ecológica de los cuerpos de agua, este conocimientos según Roldán y Ramírez (2008) ha sido ampliamente estudiado y difundido en las zonas templadas, pero aún para el neotrópico es escaso y su información se encuentra fragmentada.

Dentro de estos usos y estudios se articulan tres líneas principales: 1. El uso de búsqueda y adaptación de sistemas biológicos de diagnóstico de la calidad de las aguas; 2. Estudios descriptivos de los ecosistemas fluviales teniendo en cuenta las características fisicoquímicas de sus aguas y el inventario, tipificación, clasificación y cartografía de sus comunidades y 3. El estudio de estas desde un punto de vista funcional (Monzón, *et al.* 1991).

La comunidad de macroinvertebrados acuáticos es considerada como un componente principal en los sistemas lóticos, ya que juegan un papel importante en la red trófica controlando la cantidad y distribución de sus presas y constituyendo una fuente alimenticia para consumidores terrestres y acuáticos, acelerando la descomposición de detritos y contribuyendo en el reciclaje de nutrientes (Esteves, 1988, Wade *et al.*, 1989, Wallace & Webster, 1996 y Wallace *et al.*, 1997 en Castellanos & Serrato, 2008).

Los estudios de estas dinámicas permiten realizar caracterizaciones importantes para los cuerpos de agua, como el uso de esta comunidad como indicadores

biológicos de límites de cuerpos de agua, teniendo en cuenta las adaptaciones de estos para desarrollarse en distintos microhábitats.

Para el Sistema cenagoso de Zapatosa, al ser el reservorio de agua dulce más grande de Colombia y al sostener una de las productividades pesqueras más grandes del país según Ruíz (1995) en Martínez-Rodríguez & Pinilla-A (2014), se ha hecho necesario el estudio de sus condiciones actuales para la elaboración de medidas de manejo propuestas por Martínez-Rodríguez & Pinilla-A (2014) a favor de su conservación, para estos estudios se caracterizó la comunidad de macroinvertebrados asociados a vegetación acuática (*Eichornia crassipes*) con el fin de desarrollar un índice de macroinvertebrados acuáticos (Índice de Integridad Biótica de Macroinvertebrados-IIBM) que tuviera la capacidad de mostrar los cambios espaciales y temporales de la calidad de agua, de tal manera que para el área de estudio Ciénaga de Zapatosa se registraron un total de 32 familias relacionadas en la Tabla 8, reportando según el IBP (Índice Biótico de Polución) condiciones fuertes de contaminación y según el IIBM contaminación moderada correspondiendo a un sistema con signos de deterioro.

Tabla 8. Registro de familias de macroinvertebrados asociados a raíces de *Eichornia crassipes*. Ciénaga de Zapatosa.

FAMILIA		
Aesnidae	Dytiscidae	Physidae
Ampullaridae	Glossiphonidae	Planorbidae
Ancylidae	Hydrobiidae	Pleidae
Belostomatidae	Hydrophilidae	Polycentropodidae
Ceratopogonidae	Libellulidae	Pylalidae
Chironomidae	Lymnessiidae	Scirtidae
Coenagrionidae	Naididae	Staphilinidae
Culicidae	Naucoridae	Stratyomidae
Curculionidae	Nepidae	Succineidae
Cyclestheridae	Noteridae	Tabanidae
Dorylaimidae	Palaemonidae	

Fuente: modificado de Martínez-Rodríguez & Pinilla-A (2014)

Por otra parte, en estudios realizados por Morales-C, *et al* (2009), se registran específicamente los ordenes Hemiptera y Odonata, teniendo en cuenta la importancia de estos en las relaciones ecológicas como parte de la red trófica con funciones depredadoras y carroñeras por parte de los hemípteros y como agentes indicadores de calidad de los odonatos, de tal manera que para la Ciénaga Zapatosa se registraron un total de 309 individuos, agrupados en 26 especies y 11 familias, de las cuales se destacaron las especies de *Tenagobia sp.*, *Rheumatobates crassifemur crassifemur*, *Buenoa gracilis* y *Pelocoris (P.) binotulatus nigriculus*, para el orden Hemiptera y *Telebasis williamsoni*, *Miathyria marcella*, e *Ischnura capreolus* para el orden Odonata, Tabla 9.

Tabla 9. Abundancia absoluta de Hemiptera y Odonata recolectados en la Ciénaga Zapatosa

Periodo climático	Zapatoza	
	Seco	Lluvias
TAXÓN		
HEMIPTERA		
SUBORDEN GERROMORPHA		
GERRIDAE		
<i>Rheumatobates crassifemur crassifemur</i>		43
<i>Neogerris lubricus</i>		2
<i>Trepobates taylori</i>		11
MESOVELIIDAE		
<i>Mesovelia mulsanti</i>	9	19
VELIIDAE		
<i>Microvelia pulchella</i>	11	
HYDROMETRIDAE		
<i>Hydrometra caraiba</i>	1	
SUBORDEN NEPOMORPHA		
BELOSTOMATIDAE		
<i>Belostoma micantulum</i>		2
<i>Belostoma sp.</i>		5
<i>Belostoma discretum</i>	6	1
CORIXIDAE		
<i>Tenagobia sp.</i>	104	25
NOTONECTIDAE		
<i>Buenoa gracilis</i>	5	
PLEIDAE		
<i>Neoplea sp.</i>		1
NAUCORIDAE		
<i>Pelocoris (P.) binotulatus nigriculus</i>	4	
ODONATA		
SUBORDEN ANISOPTERA		
LIBELLULIDAE		
<i>Brachymesia herbida</i>		1
<i>Erythemis haematogastra</i>	1	
<i>Erythemis peruviana</i>	2	
<i>Erythemis vesiculosa</i>	1	
<i>Erythrodiplax fervida</i>	2	1
<i>Erythrodiplax umbrata</i>	5	1
<i>Erythrodiplax sp.</i>	2	
<i>Miathyria marcella</i>	9	2
<i>Micrathyria sp.2</i>	1	
<i>Pantala flavescens</i>	1	
SUBORDEN ZYGOPTERA		
COENAGRIONIDAE		

Periodo climático	Zapatoza	
	Seco	Lluvias
<i>Ischnura capreolus</i>	1	4
<i>Ischnura ramburii</i>	2	1
<i>Telebasis williamsoni</i>	15	8
Abundancia total	309	

Fuente: modificado de Morales-C, *et al.* (2009)

Otra comunidad característica de medios acuáticos corresponde a los crustáceos Decápodos, para los cuales se han adelantado estudios de caracterización y ampliación de la información referente a este grupo para las subregiones sur y central del departamento del Cesar por parte de Rocha & Cardona (2013), en donde se registraron las especies *Macrobrachium acanthurus*, ampliando su registro de distribución para la subregión central del Cesar en Chimichagua, Ciénaga Zapatoza, *Macrobrachium* sp., *Poppiana dentata*, extendiendo su distribución a Chimichagua, subregión Central del Cesar (Campos, 2009 en Rocha & Cardona, 2013), *Silviocarcinus piriformis*, ampliando su distribución a las ciénagas Zapatoza, subregión Central del Cesar ciénagas La Musanda, Doña María, Baquero, Juncal y Torcoroma, subregión Sur del Cesar y *Trichodactylus quinquedentatus*, extendiendo su distribución a Chimichagua, que corresponde a la subregión Central del departamento del Cesar.

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

Paola Ortiz

Peces

Según Galvis *et al.*, (2007) en Rangel (2012), se identificaron 51 especies pertenecientes a ocho órdenes y a 24 familias. El orden Characiformes fue el más diverso, con nueve familias y 19 especies, seguido por Siluriformes, con ocho familias y 15 especies. Las especies de peces con mayor importancia comercial en la ciénaga son: *Prochilodus magdalenae*, *Sorubim cuspicaudus*, *Pimelodus blochii*, *Plagioscion surinamensis* y *Caquetaia kraussii*. Las especies más importantes para el consumo son: bocachico, barbul (*Pimelodus blochii*), blanquillo, mojarra lora, mojarra amarilla (*Caquetaia kraussii*), pacora (*Plagioscion surinamensis*), viejita o pincho (*Cyphocharax magdalenae*), comelón (*Leporinus muyscorum*), bagre rayado y arenca (*Triporthus magdalenae*). Otras especies de consumo local son los moncholos (*Cynopotamus magdalenae*), los changos (*Roeboides dayi*). y las agujetas (*Ctenolucius hujeta*).

Aves

En Zapatoza y Mata de Palma-La Pachita se han registrado 202 especies. Las familias más representativas fueron Tyrannidae con 21 especies, garzas (Ardeidae) y águilas (Accipitridae) cada una con 12 especies, Trochilidae, Columbidae, Icteridae y Psittacidae cada una con ocho especies. Se registraron 34 especies

migratorias que corresponden al 17% del número total encontrado en el complejo cenagoso de Zapatosa. De los registros de especies migratorias, solamente la golondrina sabanera (*Progne tapera*) proviene del hemisferio Sur, mientras que del hemisferio Norte llegan siete reinitas, cuatro garzas, tres andarríos, dos pollas de agua, dos golondrinas y el pato careto entre otros (Ardila, 2007 en Rangel, 2012). Se presentan más de 20 especies provenientes en su mayoría del Ártico entre las cuales aparecen varias especies del género *Calidris*, los andarríos *Actitis macularia* y las agujetas del género *Tringa*.

Anfibios y Reptiles

El complejo cenagoso de Zapatosa alberga el 96% de las especies registradas para las ciénagas comprendidas en el centro del departamento del Cesar (28 especies). La riqueza en estas ciénagas se ve favorecida por la alta heterogeneidad de hábitats como palmares, fragmentos de bosque secos, bosques de ribera y sabanas arboladas, presentes principalmente en el complejo cenagoso de Zapatosa. Las especies *Craugastor raniformis* y *Caecilia subnigricans* fueron exclusivas de las ciénagas de Mata de Palma, Musanda Doña María y Zapatosa, (Medina, 2007; Carvajal, *et.al.*, 2012 en Rangel, 2012).

Para los reptiles según Medina (2007); Medina, *et. al.*, (2011) y Carvajal, *et.al.*, (2012) en Rangel (2012). En las ciénagas del centro del departamento (Zapatosa, Mata de Palma y La Pachita) se registraron 44 especies distribuidas en los tres órdenes; el orden Squamata con once familias de lagartos *Corythophanidae*, *Dactyloidae*, *Iguanidae*, *Gekkonidae*, *gymnophthalmidae*, *Polychrotidae*, *Sphaerodactylidae*, *Phyllodactylidae*, *teiidae*, *tropiduridae* y *Scincidae* y cinco de serpientes *anomalipididae*, *Boidae*, *Colubridae*, *Dipsadidae* y *Viperidae*. El orden *testudinata* con cuatro familias *Emidydae*, *geoemmydidae*, *Kinosternidae* y *testudinata* y el orden *Crocodylia*, una sola familia *Crocodylidae*. Para la ciénaga de Zapatosa se han registrado 40 especies.

Mamíferos

La comunidad de mamíferos del complejo cenagoso de Zapatosa se encuentra representado por 39 especies: 23 son murciélagos, diez son de medianos y grandes mamíferos y seis son ratones (Muñoz, (2007) (2009) en Rangel, 2012). En los remanentes de bosques que rodean a las ciénagas, se encontraron evidencias de la presencia de *Puma concolor*, oso hormiguero (*Tamandua mexicana*), venado (*Mazama americana*), nutria (*Lontra longicaudis*) y chigüiro (*Hydrochaeris hydrochaeris*). La gran mayoría de los murciélagos (14 especies) que se registran para las ciénagas son consumidores de alguna parte de las plantas, ya sea frutas (12 especies) o néctar (2 especies) lo que contribuye en el proceso de regeneración de los hábitats que rodean a las ciénagas.

Vegetación acuática y terrestre del Complejo Cenagoso Zapatosa y zonas aledañas

Rangel-Ch (2012, 2013) en su compilación y trabajos del Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar y de la Región Caribe de Colombia, presenta los principales estudios de la vegetación de la ciénaga de Zapatosa, por lo cual los párrafos que se presentan a continuación provienen en buena medida de dicha revisión.

Al respecto, estos ambientes de las ciénagas del Caribe presentan una zonación ecológica en la vegetación relacionada con estacionalidad y variación del volumen de agua contenida en la columna de agua. Dado lo anterior, la disposición de las comunidades vegetales presenta una variación que se relaciona de forma directa con el gradiente agua-tierra, por lo que es posible encontrar comunidades flotantes en el espejo de agua permanente, comunidades acuáticas que se establecen de forma enraizada y sus hojas pueden emerger a la superficie, comunidades acuáticas sumergidas, vegetación enraizada en las la orilla y playones, hasta aquella denominada de tierra firme aunque siempre circundado las inmediaciones de las ciénagas (Rangel-Ch, 2012).

Teniendo en cuenta estos ambientes y el alcance de esta contribución, la siguiente descripción de comunidades y caracterización florística, según está disponible, se presenta agrupada en tres de estos ambientes principales, siendo estas la vegetación acuática (flotante, sumergida y enraizada), las comunidades de la zona de transición agua-tierra (herbazales de las orillas, vegetación de pantano, playones y bosque de la llanura aluvial) y por último las comunidades de bosque de tierra firme.

Vegetación acuática

Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), para la ciénaga de Zapatosa destacan dos tipos principales de vegetación acuática, las macrófitas flotantes con especies cuyas hojas se mantienen sobre la superficie del agua y sus raíces pueden estar o no adheridas al fondo (Roldán, 2008), por lo cual que se presentan tanto sobre el espejo de agua como en las orillas pantanosas, y las macrófitas enraizadas las cuales crecen en el fondo de áreas poco profundas con rígidos tallos y hojas desarrolladas por encima del agua (Roldán, 2008).

Para la vegetación acuática flotante Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013) distinguen las siguientes formaciones y comunidades: Gran formación de los tapetes dominados por *Eichhornia azurea* y *E. crassipes* con persistencia a lo largo del ciclo de inundación, Comunidad de *Pistia stratiotes* y *Salvinia minima* propias del

periodo de lluvias y zonas de flujo lento, Comunidad de *Eichhornia azurea* y *Pistia stratiotes* en sectores que bordean los potreros, Comunidad de *Eichhornia azurea* y *Lemna minor*, Comunidad de *Eichhornia crassipes* y *Salvinia minima*, Comunidad de *Eichhornia crassipes* y *Pistia stratiotes* propia del periodo de lluvias, Formación de *Eichhornia crassipes* y *Eichhornia azurea* predomina en el período de transición final de la época de lluvias y el comienzo del período seco, Comunidad de *Eichhornia azurea* y *E. crassipes* extenderse varios metros bordeando la ciénaga. Cuando disminuye el caudal y la columna de agua, los colchones se secan quedando la evidencia de su presencia en las copas del mangle de agua dulce, Comunidad de *Eichhornia azurea* y *Salvinia minima* en sectores de inundación permanente que le permiten sobrevivir parte del periodo seco y Formación de los tapetes de *Eichhornia crassipes* persiste a lo largo del periodo seco.

Respecto a la vegetación acuática enraizada, estos mismos autores describen las siguientes formaciones y comunidades: Gran formación de los herbazales de *Ludwigia helminthorrhiza* vegetación enraizada emergente cerca de las orillas en la temporada de transición entre el final del período de lluvias y el inicio del período seco. Formación de los herbazales de *Neptunia oleracea* y *Ludwigia helminthorrhiza* en sectores de aguas someras, Formación de los herbazales de *Ludwigia helminthorrhiza* del final del periodo de lluvias con disminución al entrar el periodo seco, Gran formación de *Neptunia oleracea* propia de la temporada de transición entre el final del período de lluvias y el inicio del período seco, Formación de los herbazales de *Neptunia oleracea* y *Ludwigia sedioides*, Formación de los herbazales de *Neptunia oleracea* cerca de las orillas de ciénagas y caños, Comunidad de *Marsilea macropoda* propia de la transición entre el final del período de lluvias y el período seco, Formación de los gramalotales de *Paspalum repens* presenta la mayor cobertura en el período de lluvias, pero varias de sus combinaciones florísticas (comunidades) son estacionales y requieren para su establecimiento condiciones de poca inundación, Comunidad de *Thalia geniculata* y *Paspalum repens* circunda la orilla de caños en sectores inundados poco profundos, Comunidad de *Ludwigia leptocarpa* y *Paspalum repens* en sectores inundables de poca profundidad, Comunidad de *Paspalum repens* bordeando caños y ciénagas con mayor cobertura en el periodo de lluvias, Comunidad de *Ipomoea aquatica* y *Paspalum repens* en orilla de ciénagas con mayor cobertura en el periodo seco colonizando sectores antes ocupados por *E. crassipes*.

Vegetación de transición agua-tierra (Ciénagas-terr)

Rivera-Díaz, (2010) presenta para las áreas contiguas a las ciénagas del Complejo Zapatosa que no están influenciadas de manera permanente por el nivel del agua (Ciénagas-terr) un registro 249 especies agrupadas en 183 géneros y 80 familias. Las familias más diversas son Fabaceae (17 especies), Euphorbiaceae (16), Mimosaceae (15) y Rubiaceae y Caesalpiniaceae (10); los géneros más diversos corresponden a: *Solanum* y *Cordia* (6 especies), *Ipomoea* y *Ludwigia* (5) y *Casearia*, *Psychotria* y *Cyperus* (4).

En este ambiente, Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013) destacan cuatro tipos de vegetación principales:

Herbazales y Cortaderales: presentes en las orillas de las ciénagas y caños e incluso llegan a colonizar los playones en épocas de aguas bajas. Presentan su mayor cobertura durante la transición entre el período de lluvias y el período seco. Como comunidades típicas presenta Comunidad de *Aeschynomene rudis* con mayor cobertura en el momento de lluvias; Comunidad de *Polygonum hispidum* herbazal de zonas poco profundas que penetra al espejo de agua; Comunidad de *Oxycaryum cúbense* propia de suelos anegados y playones; Comunidad de *Polygonum densiflorum* herbazal de zonas pantanosas cercanas a la orilla de caños y ciénagas.

Vegetación de Pantano: conformado principalmente por matorrales y algunos herbazales en las márgenes de las ciénagas donde la inundación es poco profunda. Como comunidades típicas presenta Formación de matorrales bajos de *Mimosa pigra* de zonas poco profundas y pantanosas; Comunidad de *Mimosa pigra* y *Cardiospermum corindum* con mayor presencia en el periodo seco; Comunidad de *Mimosa pigra* y *Senna occidentalis* matorral de ribera de suelos arenosos con mayor presencia en el periodo seco; Comunidad de *Calathea bijai* de suelos anegados; Comunidad de matorrales de *Mimosa pigra* arbustal en suelos anegados de poca profundidad constituyendo la principal “guardería” de alevinos del bocachico; Totoral de *Typha domingensis* herbazal-matorral de las márgenes donde el nivel de inundación no es muy alto presente en la transición de lluvias a periodo seco; Comunidad de *Acrostichum aureum* herbazal-matorral de las márgenes donde el nivel de inundación no es muy alto; Comunidad de los herbazales de *Odontadenia nitida* y *Funastrum glaucum* herbazal con especies trepadoras; Comunidad de *Hymenachne amplexicaulis* herbazal mono-específico del periodo de transición; Comunidad de los herbazales de *Eleocharis* cf. *Mutata* herbazal de zonas pantanosas poco profundas del periodo seco; Comunidad de los herbazales de *Cyperus articulatus* herbazal de ribera de suelos arenosos con mayor desarrollo en el periodo de transición.

Vegetación de Playones: vegetación susceptible a la inundación que coloniza los playones dejados tras el descenso del nivel del agua. Como comunidades típicas presenta Formación de los herbazales de *Ambrosia peruviana* y *Solanum campechiense* matorrales de rápida colonización de playones que predomina durante el período de transición; Comunidad de los herbazales de *Heliotropium indicum* con mayor cobertura en el periodo seco; Comunidad de matorrales de *Cleome spinosa* propia del periodo seco pues al subir el nivel del agua desaparece casi en su totalidad; Comunidad de los herbazales de *Solanum campechiense* herbazal espinoso de dominancia en el periodo seco; Comunidad de *Ambrosia peruviana* herbazal-matorral del periodo seco; Comunidad de *Commelina rufipens* herbazal del periodo seco; Comunidad de los herbazales de *Hydrolea spinosa* herbazal de zonas pantanosas poco profundas con mejor desarrollo en el periodo de transición.

Bosques de la Llanura Aluvial: Bosques y palmares dominados principalmente el denominado “mangle de agua dulce”, establecidos en los márgenes de las ciénagas en suelos poco inundados. Como comunidades típicas presenta Gran formación de los “manglares” de agua dulce de *Symmeria paniculata* bordeando algunos sectores de las ciénagas; Formación de los palmares mixtos de *Bactris guineensis* en bordes de ciénagas y tolerantes a la inundación periódica; Comunidad de *Bactris guineensis* y *Triplaris americana* en márgenes de las ciénagas con suelos poco inundados; Palmares de *Bactris guineensis* y *Symmeria paniculata* en márgenes de ciénagas con alta inundación; Formación de los manglares de *Symmeria paniculata* en márgenes con inundaciones periódicas; Matorral – bosque bajo de *Phyllanthus elisiae* y *Symmeria paniculata* bosques muy intervenidos con inundación periódica; Bosques de *Ruprechtia ramiflora* y *Symmeria paniculata*; Bosques bajos de *Coccoloba densifrons* y *Symmeria paniculata* bosques bajos poco inundados; Manglares de *Symmeria paniculata* manglar muy intervenido; Palmares muy intervenidos de *Bactris guineensis*; Bosques muy intervenidos de *Annona glabra* bosques de ribera muy intervenidos y Comunidad de *Crescentia cujete* bosque dominado por *Crescentia cujete* acompañado por *Ceiba pentandra*, *Attalea butyracea* y una enredadera leñosa del género *Entada*.

Vegetación terrestre adyacente a las Ciénagas

Rivera-Díaz, *et al.*, (2013) en la caracterización de las plantas con flores del complejo cenagoso Zapatosa, indican un total de 409 especies para los bosques de tierra firme (incluye bosque seco, bosque transicional y rastrojo), cuyas familias más ricas fueron Fabaceae (35), Mimosaceae (26), Bignoniaceae y Euphorbiaceae (22 c/u), Rubiaceae (21), Caesalpiniaceae (16) y Acanthaceae (13). Igualmente, los géneros más diversos fueron: *Machaerium* 9), *Casearia*, *Arrabidaea* y *Solanum* (7 c/u), *Justicia* y *Sida* (6 c/u).

Rivera-Díaz, *et al.*, (2013) resumen igualmente las principales formaciones de la vegetación terrestre del Complejo cenagoso de Zapatosa como se describen a continuación:

Bosques ralos de *Tabebuia rosea* y *Crescentia cujete* Bosques en áreas circundantes a los complejos cenagosos, con elementos que alcanzan hasta 15 m de altura; Gran formación de palmares mixtos de *Attalea butyracea* (palma de vino) vegetación muy clareada por la intervención del hombre; Formación de los bosques con *Cochlospermum vitifolium* (papayote) y *Astrocaryum malybo* (palma estera); Palmares de *Elaeis oleifera* (ñolí) con individuos que alcanzan los 12 m de altura, los parches de vegetación han resistido las fuertes quemadas y la continua intromisión de ganado que reduce su riqueza florística; Bosques dominados por *Tabebuia ochracea* (cañaguata) y *Spondias mombin* (jobo); Palmar mixto de *Astrocaryum malybo* y *Cochlospermum vitifolium* presenta un estrato arbóreo muy ralo, con elementos que alcanzan 15m de altura; Bosques de *Vitex capitata* (puntero o aceituno) y *Xylopia aromatica* (escobillo) con individuos de hasta 20 metros de altura y Palmar mixto de *Cavanillesia platanifolia* (macondo o volado) y

Sabal mauritiformis (palma amarga) muy intervenidos por actividades agropecuarias y por leñateo; Bosques de *Samanea saman*

Cambio de la vegetación según estacionalidad hidroclimática y su importancia en el establecimiento de límites de las ciénagas

Como se presentó para las comunidades vegetales su cobertura, riqueza y diversidad varía según los cambios en la profundidad y la extensión del espejo de agua, dependiendo de la variación en la precipitación según los periodos hidroclimáticos. De esta forma, dicha fluctuación en el nivel de la columna de agua propicia la desaparición y la aparición de ambientes sobre los cuales se presentan los procesos de colonización estacional y se presentan unas u otras comunidades (Rangel-Ch & Cortés-Castillo, 2013).

Dado lo anterior, durante la época de lluvias o aguas altas la diversidad de la comunidad acuática flotante y enraizada es mayor, pero durante el periodo seco muchas de estas mueren y se da la expresión de las especies de los playones y pantanos, que aprovechan los nuevos ambientes disponibles que quedan a medida que se retira el agua, por su parte muchas de las especies de tierra firme se mantienen presentes en ambos periodos o sufren cambios menores en cuanto a su cobertura, como es el caso del mangle de agua dulce *Symmeria paniculata*.

Para los objetivos de esta contribución, el establecimiento de límites de los humedades de la Ciénaga de Zapatosa, se basa en dichos cambios de la vegetación según la fluctuación de la columna de agua con los periodos hidroclimáticos, al ser la forma más evidente de precisar no solo los límites físicos, sino aquellos funcionales del ecosistema, como lo son por ejemplo las guarderías para alevinos de peces, zonas para alimentación de macroinvertebrados, peces, aves o mamíferos asociados al agua, zonas de desove para peces, anfibios, reptiles y aves, entre otras, funciones que se presentan y varían según las comunidades vegetales presentes en una u otra temporada.

Especies amenazadas

Para el Complejo cenagoso de Zapatosa, Rivera-Díaz, *et al.*, (2013) reporta la presencia de nueve especies incluidas en alguna categoría de amenazadas a nivel nacional (Tabla 10); de estas, tres son consideradas Vulnerables (VU) y cinco En Peligro (EN). Además de estas, dichos autores destacan la presencia de *Justicia chaetocephala* y *Phryganocydia uliginosa*, que aunque no se encuentran en ninguna categoría de amenaza actualmente, por su distribución restringida a la costa Atlántica colombiana pueden correr algún riesgo.

Tabla 10. Especies potenciales de árboles del Complejo Cenagoso de Zapatosa incluidas en alguna categoría de amenazadas.

Categoría	Especie	Familia
EN	<i>Astrocaryum malybo</i>	Arecaceae
	<i>Elaeis oleifera</i>	Arecaceae
	<i>Licania arborea</i>	Chrysobalanaceae
	<i>Parinari pachyphylla</i>	Chrysobalanaceae
	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
	<i>Bulnesia arborea</i>	Zygophyllaceae
VU	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae
	<i>Pachira quinata</i>	Bombacaceae
	<i>Peltogyne purpurea</i>	Caesalpinaceae

Hábitats para la fauna y áreas de especial interés para la conservación de la biodiversidad

Daniel Sánchez

El hábitat se define como la sumatoria de los recursos y condiciones presentes en un área, que le permiten a un organismo ocupar dicho espacio al poder sobrevivir y reproducirse. El hábitat es especie-específico, es decir, relaciona la presencia de una especie, sus población o individuos (de plantas o animales) con ciertas características físicas y bióticas, por lo tanto, el hábitat implica más que la vegetación o la estructura de la vegetación como se considera erróneamente, al envolver otros recursos específicos que son necesarios para la reproducción y supervivencia un organismo (Hall, *et al.*, 1997).

Dado lo anterior, para las especies del plancton, perifiton y las macrófitas acuáticas, la cubeta de agua de la ciénaga se aprecia como parte fundamental de sus requerimientos de hábitat, al ser este la superficie tridimensional donde pueden desplazarse y de la cual pueden obtener nutrientes (nitrógeno y fósforo) para activar el proceso de productividad primaria. El desarrollo de las macrófitas a partir de estos nutrientes genera una estructura física que constituye la base para el desarrollo de una gran variedad de macroinvertebrados, zooplancton y perifiton, además de ser área utilizada para el desove de peces, por lo que su importancia en el mantenimiento de la diversidad es fundamental.

Estas comunidades confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica del pastoreo y la detrítica por lo que diversifican las vías tróficas, son el mayor aportarte de materia orgánica a las aguas y presentan una de las más altas productividades dentro del reino vegetal, muy por encima de las comunidades del fitoplancton y perifiton (Roldán, 2008), supliendo los requerimientos de hábitat y flujo de energía para todas las especies de la fauna (tanto vertebrada como invertebrada) asociadas a la ciénaga.

Información Primaria

Identificación y Caracterización parámetros hidrogeomorfológicos

Omar Mercado

El complejo cenagoso de la Zapatosa se encuentra ubicado en un ambiente dominado por la dinámica fluvial, la precipitación y la tasa de sedimentación, gracias a esto su delimitación física como humedal puede simplificarse a determinar los pulsos de inundación y las zonas susceptibles a ser inundadas, en la Figura 11, se muestra la distribución espacial de estas zonas inundadas bajo un pulso máximo de inundación, y en esta figura podría trazarse tentativamente el límite físico del complejo de humedales justo donde termina la zona de susceptibilidad baja.

La Figura 11 muestra un perfil que atraviesa la ciénaga en sentido SW-NE, desde el Río Magdalena hasta una terraza aluvial al Norte de la ventana, en este perfil se cruza información geomorfológica, topográfica y de pulso máximo de inundación, para describir el complejo cenagoso.

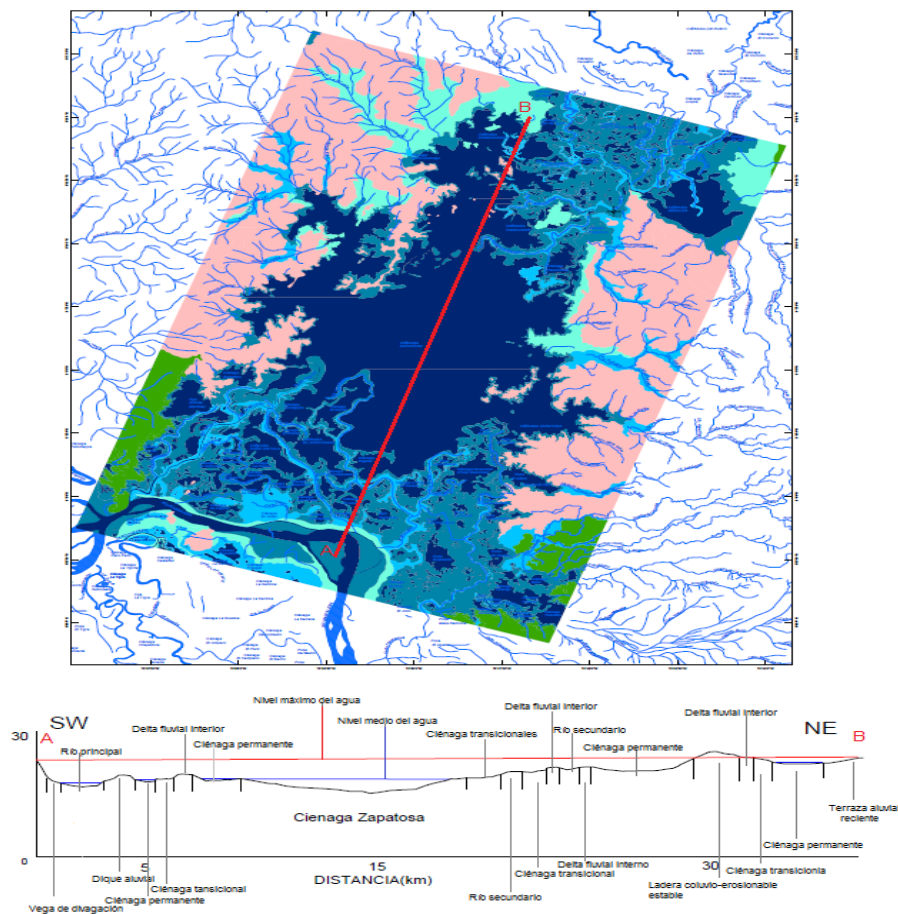


Figura 11. Perfil de la Ciénaga La Zapatosa.

En el perfil se muestra el paso a través de las diferentes ciénagas, ya sean permanentes o transicionales, así como los deltas internos y la superficie no inundable de origen dedunacional llamada ladera coluvio-erosionable, para por ultimo llegar a un plano de terraza aluvial reciente.

Sustrato Ciénaga La Zapatosa

La activa dinámica fluvial en el complejo de humedales de Zapatosa determina la circulación y distribución de un gran volumen de sedimentos transportados desde el norte por el río Cesar y desde el sur por el río Magdalena, además los procesos denudacionales han modificado el relieve de la zona de estudio y mucho de estos materiales removidos hacen parte de los sedimentos no consolidados.

El sustrato rocoso de la zona de estudio corresponde a rocas sedimentarias terciarias de la Formación Zambrano y la Formación Arjona en las cuales se han desarrollado suelos rojizos por la presencia de hierro. En la ventana de estudio se reconoce el origen y distribución de los sedimentos asociados a diferentes procesos morfológicos, en la zona de los flancos hacia el norte de la población de Belén se observan depósitos de lateritas y coluviones, junto con depósitos cuaternarios con un alto grado de consolidación como consecuencia de procesos denudacionales, los suelos asociados a estas zonas no inundables presentan un buen drenaje y un alto grado de evolución. La mayor parte de la ventana de estudio se encuentra dominada por los depósitos asociados al cauce de los ríos y las ciénagas. Se reconocen los depósitos de tipo fluvial en las vegas de divagación y llanuras de inundación que litológicamente corresponden a arcillas, limos y arenas de coloración parda y con un fino contenido de materia orgánica.

En las terrazas aluviales se presentan depósitos de gravas y arenas de con algo de consolidación. En las ciénagas los depósitos son de tipo lacustres con sedimentos finos a muy finos, que corresponden a arcillas y limos con una coloración grisácea y contenido de materia orgánica. Los suelos asociados a estas zonas inundables se encuentran pobremente desarrollados por su hidromorfismo y constante encharcamiento.

Identificación y Caracterización Parámetros fisicoquímicos

Álvaro Andrés Moreno Munar

Los parámetros fisicoquímicos son todas aquellas variables ambientales que influyen en la productividad y estabilidad de los ecosistemas acuáticos (Pinilla y Duarte, 2006).

Rangel *et al.*, (2012) registran que en la Ciénaga de Zapatosa se presenta una alta variabilidad en las características limnológicas, debido a que este cuerpo de agua está directamente relacionado con los pulsos de agua, relacionados con los ríos

tributarios; a su vez indican que la morfología de la cubeta también es una característica que puede influenciar los cambios en las condiciones fisicoquímicas.

Conductividad

La conductividad registrada en la Ciénaga de Zapatosa durante el primer periodo de 2015, está entre el rango de 130200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en la estación ZL1, (Norte – Chimichagua) y 197200 ($\mu\text{S}/\text{cm}$) presentado en la estación ZL4 (Centro-Sur)

El registro de conductividad igualmente alto, se presentó en la estación ZL2 (192300 $\mu\text{S}/\text{cm}$), la cual está ubicada al sur de Chimichagua (Figura 12).

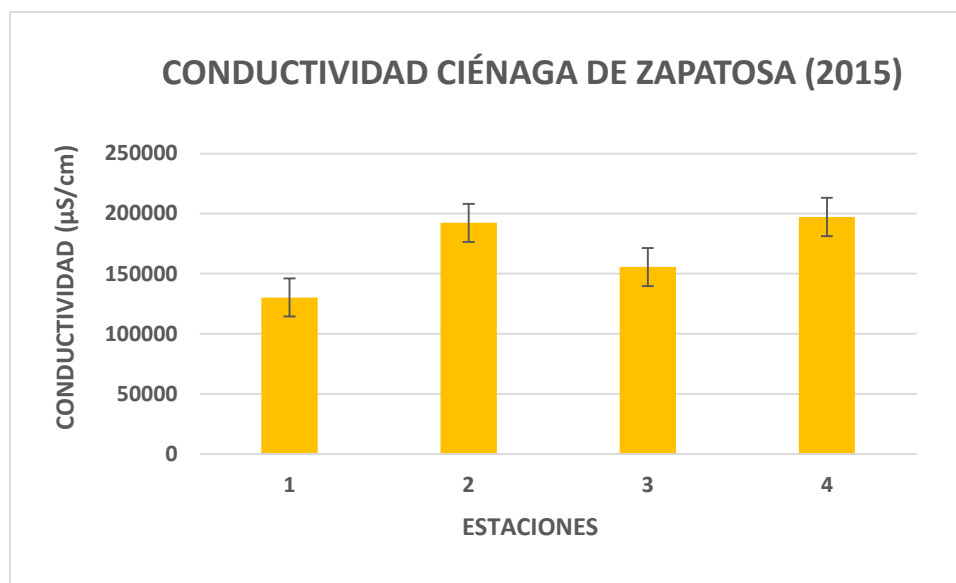


Figura 12. Conductividad Ciénaga de Zapatosa (2015).

pH

Los valores de pH más altos (8,77) se reportaron para la zona Centro-Sur de la Ciénaga en la estación ZL4. Los valores más bajos de pH están hacia la zona Centro-Norte, donde 7,28 fue la medición, para la estación ZL3 (Figura 13).

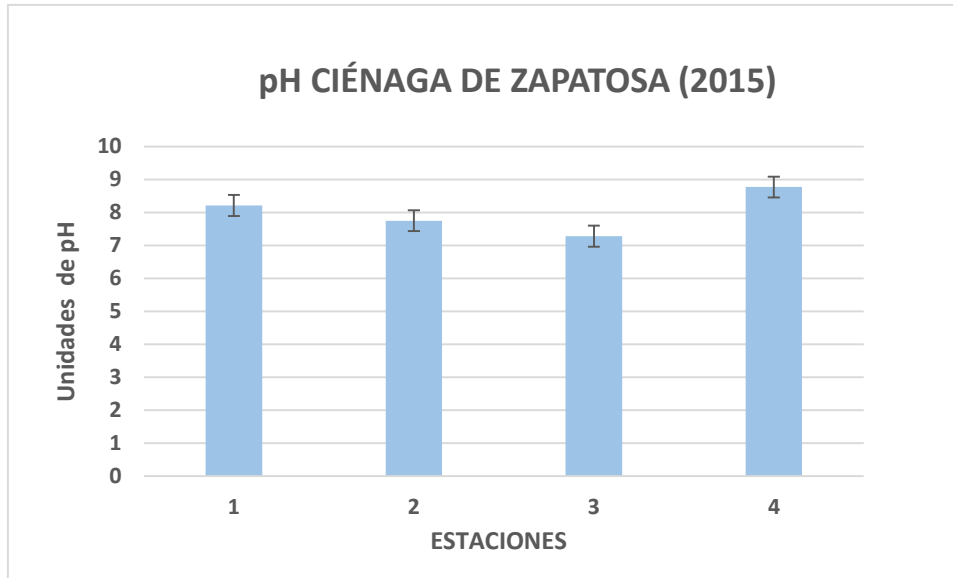


Figura 13. Registro de pH Ciénaga de Zapatos (2015).

Los resultados obtenidos en los monitoreos realizados en el año 2015, coinciden con lo reportado con Rangel, *et al.* (2012) durante la época seca, indicando de esta forma que las características limnológicas se mantienen a lo largo del tiempo.

Oxígeno Disuelto (OD)

El agua de la ciénaga mostro valores entre 4,00 para la estación ZL4 (Centro-Sur) y 4,30 mg/l. de Oxígeno Disuelto en la estación ZL3 Centro-Norte, (Figura 14).

Las concentraciones de OD se deben considerar muy bajas, pues en el 2012 Rangel, *et al.*, encontraron que con un promedio de 7,45 mg/l lo que corresponde con un 100% de saturación. En el año 2015 el promedio obtenido de Oxígeno Disuelto para la Ciénaga de Zapatos es de 4,17 mg/l resultado muy inferior al de años anteriores.

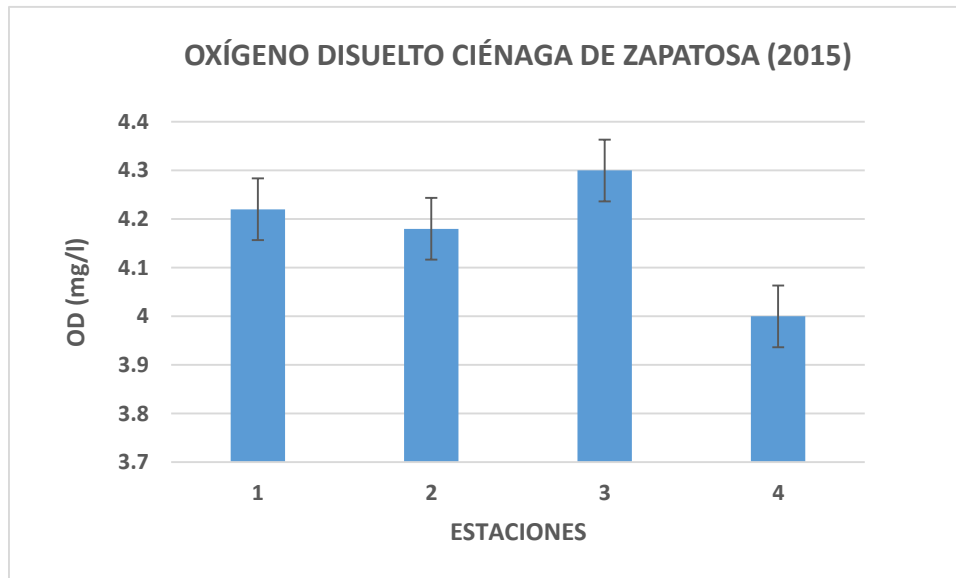


Figura 14. Oxígeno Disuelto Ciénaga de Zapatosa (2015).

Nitritos (NO₂)

Los nitritos registrados para la Ciénaga de Zapatosa durante el año 2015, están en un rango entre los 0,032 mg/l en la estación ZL1 (Norte-Chimichagua) y 0,945 mg/l en la estación ZL2 ubicada en la zona Centro-Norte, Figura 15)

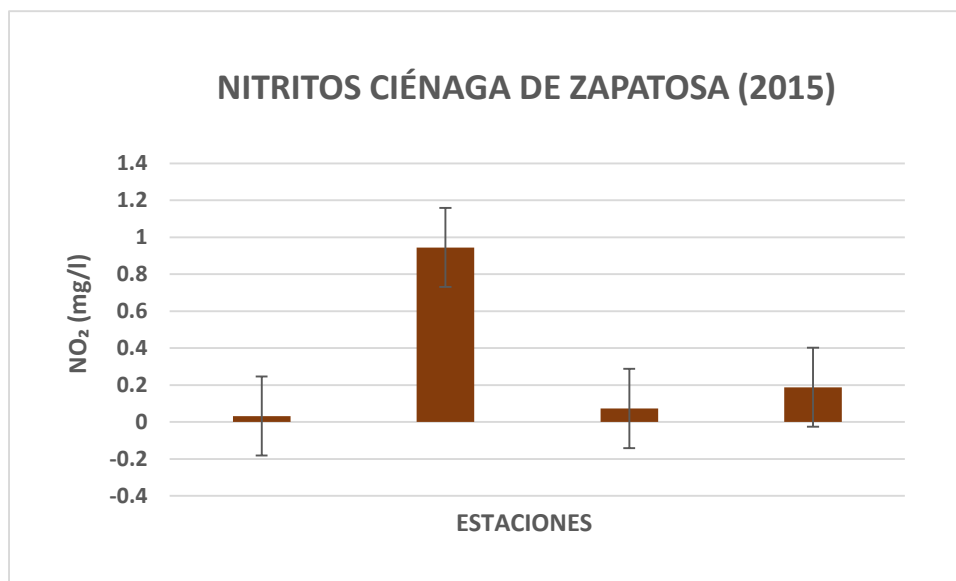


Figura 15. Nitritos Ciénaga de Zapatosa (2015).

Nitratos (NO₃)

Los nitratos se encontraron en un rango entre 1,114 mg/l para la estación ZL4 (Centro-Sur) y 1,418 mg/l en la estación ZL1 (Norte-Chimichagua), (Figura 16).

Respecto a los años anteriores las concentraciones de esta forma de nitrógeno inorgánico han subido sus valores de una forma importante, ya que Rangel, *et al.*, (2012) registró que este compuesto estaba por debajo de los rangos establecidos (<0,10 mg/l) para su detección y actualmente los valores se encuentran por encima de 1 mg/l en las cuatro estaciones monitoreadas. También resaltan que los mayores valores de nitratos (0,17 mg/l) se presentaron en la fase de aguas altas en (octubre, febrero y agosto).

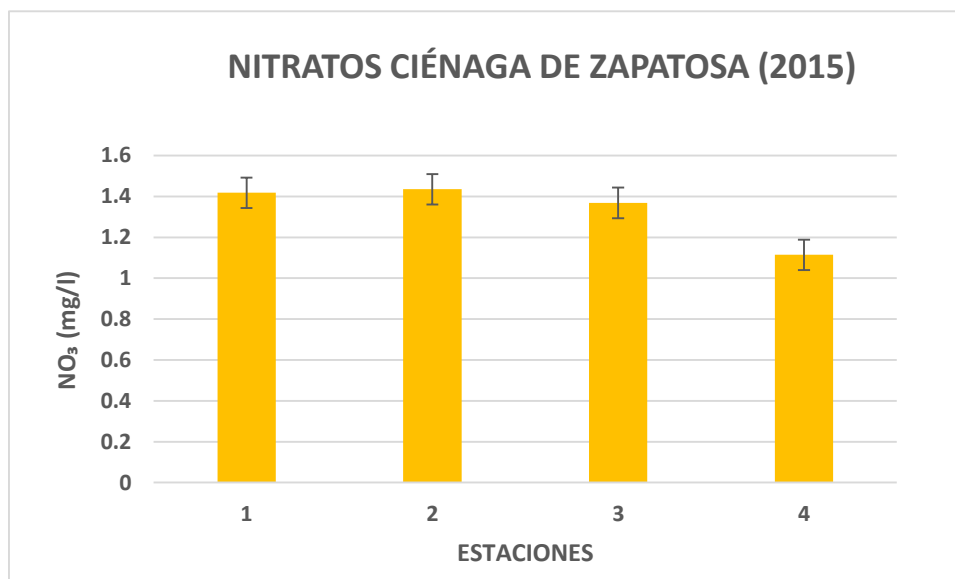


Figura 16. Nitratos Ciénaga de Zapatososa (2015).

Fósforo Total

El mayor contenido de fósforo total se presentó en la estación ZL4 (Centro-Sur) con valores de 0,68 mg/l (Figura 17). Rangel, *et al.*, (2012) indican que el valor máximo de fósforo total presentado en la Ciénaga de Zapatososa es de 0,23 mg/l en el mes de mayo.

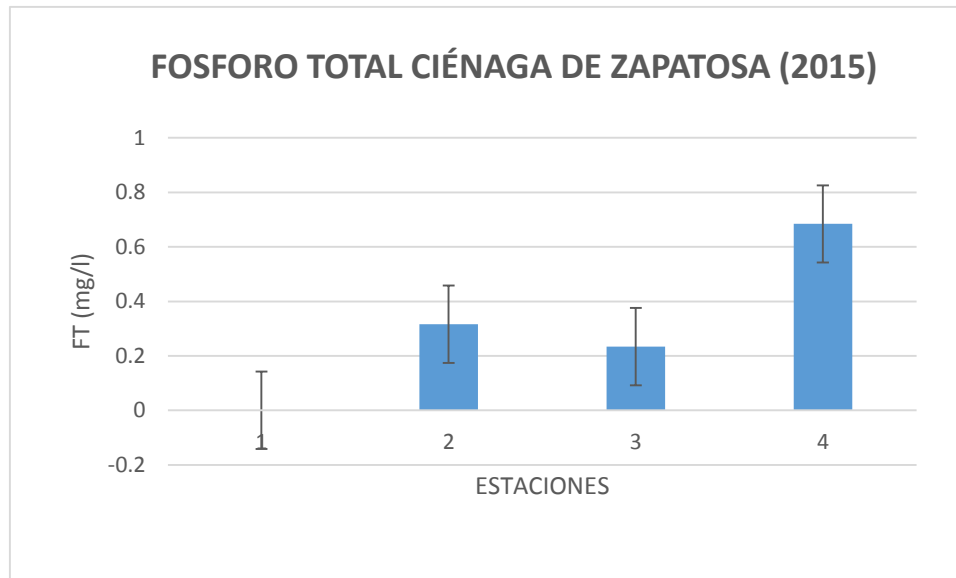


Figura 17. Fósforo Total Ciénaga de Zapatososa (2015).

La mayor parte de las estaciones (2, 3 y 4) tienen concentraciones superiores al valor máximo registrado por Rangel, *et al.*, (2012) en aguas altas, lo que hace pensar en que este elemento pueda continuar incrementando sus valores. También puede estar relacionado el alto valor de fósforo debido a la creciente industria agrícola y ganadera que se presenta en la región.

Temperatura

La temperatura superficial del agua presenta un valor máximo de 29,3 °C, para la estación ZL4 (Centro-Sur) y un mínimo de 27,9 °C (Centro-Norte), (Figura 18).

En el primer periodo del año se tiene un promedio de temperatura para las cuatro estaciones de 28,6 °C, resultado muy por debajo a lo encontrado por Rangel, *et al.*, (2012) pues en invierno (lluvias) el promedio fue de 29,1 °C y en verano (seca) se incrementa hasta los 34,8 °C.

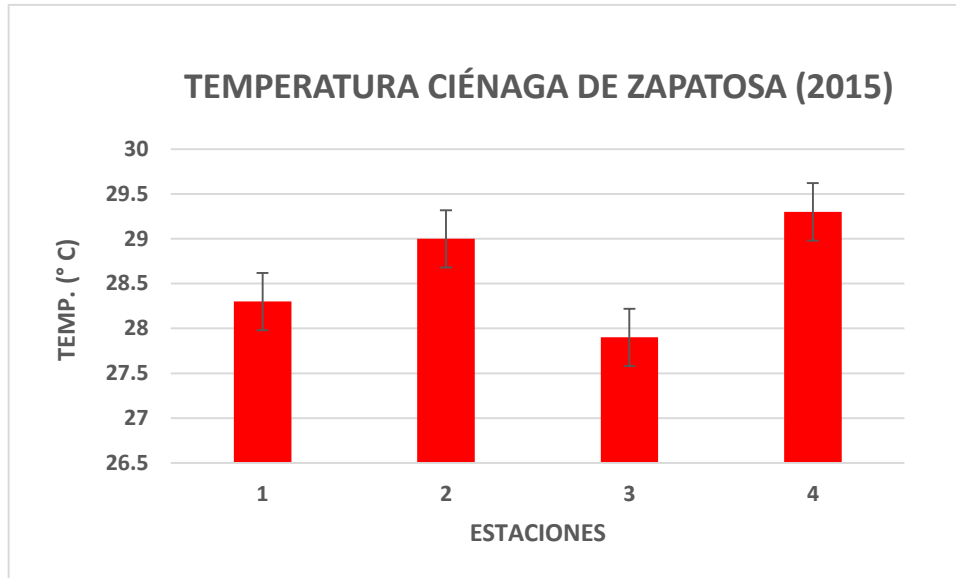


Figura 18. Temperatura Ciénaga de Zapatos (2015).

Relación Profundidad - Transparencia

La Ciénaga de Zapatos, presenta la mayor profundidad hacia la zona correspondiente a las estaciones ZL4 y ZL3 Central-Sur de acuerdo con las mediciones realizadas (Figura 19). Según Rangel *et al.*, (2012), la profundidad de la ciénaga entre las fases de mayor y menor profundidad está arriba de los 2 metros, incluso alcanzando niveles superiores a los 5 m en la cubeta, la cual está delimitada en tres ambientes, el profundo > 8 m (zona lacustre ó limnética), el litoral (zona influenciada por la luz solar en la superficie) y el marginal (zona de pantanos, zonas inundables y playas). El bajo nivel de los registros para profundidad se deben posiblemente a la época de verano que por lo general se presenta en enero.

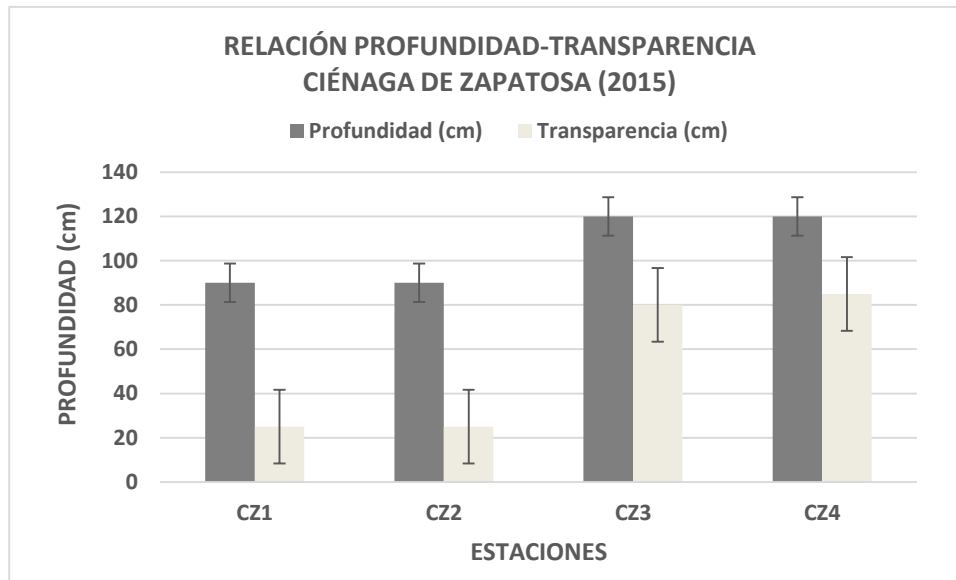


Figura 19. Relación Profundidad – Transparencia Ciénaga de Zapatosa (2015).

Se observa un promedio de profundidad para las cuatro estaciones de 1,75 m, de una forma similar se encuentra que en las estaciones de mayor profundidad (ZL3 y ZL4) se tienen los valores más altos de transparencia alcanzando los 80 cm. Las estaciones ZL1 y ZL2, también se agrupan por presentar menor profundidad y menor transparencia, ambas estaciones ubicadas en torno a la población de Chimichagua.

Conductividad

Los valores de conductividad más altos se registraron en la estación ZL4, (197,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$), Figura 20, donde se tienen la mayor parte de los aportes fluviales provenientes del Magdalena y del río Cesar, ya que ambos confluyen en esta zona Central de la Ciénaga de Zapatosa, sector que por lo tanto recibe cargas con los compuestos minerales.

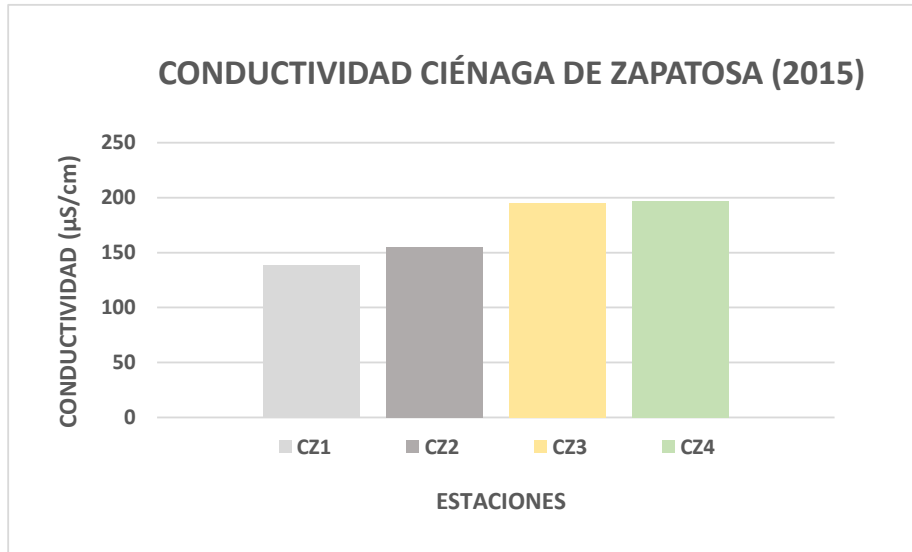


Figura 20. Conductividad Ciénaga de Zapatosa (2015).

Salinidad

Al tener un comportamiento similar con la conductividad, la salinidad solamente tuvo registros para la estación ZL4 (Centro-Sur), donde es probable que estén integrándose aguas con contenidos de sales o minerales, este valor corresponde a 1,1 ‰ (Figura 21), lo cual indica que es netamente un sistema caracterizado por poseer aguas dulces provenientes de sus dos principales ríos tributarios.

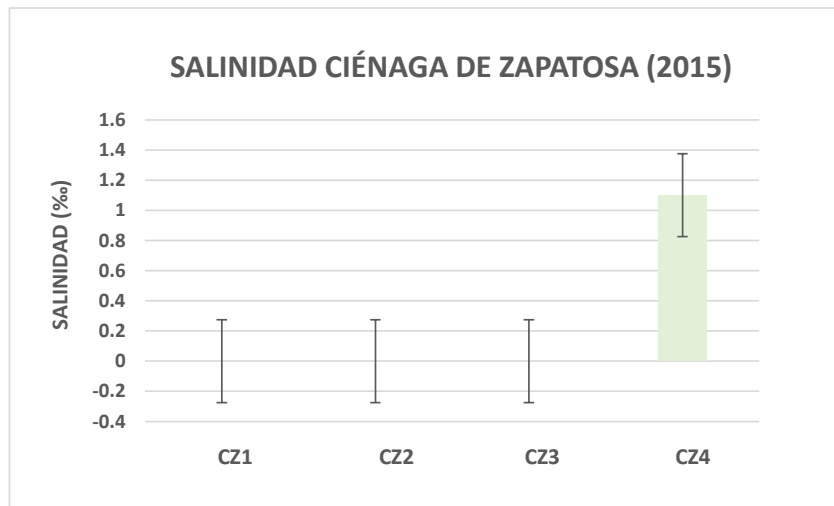


Figura 21. Salinidad Ciénaga de Zapatosa (2015).

Amonio

Las concentraciones de amonio se mantienen constantes e inferiores a 0,3 (mg/L) en las estaciones ZL1, ZL2 y ZL3 (Figura 22). Para la estación ZL4 (2,34 mg/L) supera muy lejanamente los valores reportados por Rangel, *et al.*, (2012) quien da como valor máximo (0,8 mg /L), indicando a su vez que este sistema se encuentra dentro de los rangos establecidos para sistemas eutróficos (0,5 – 1,5 mg/L).

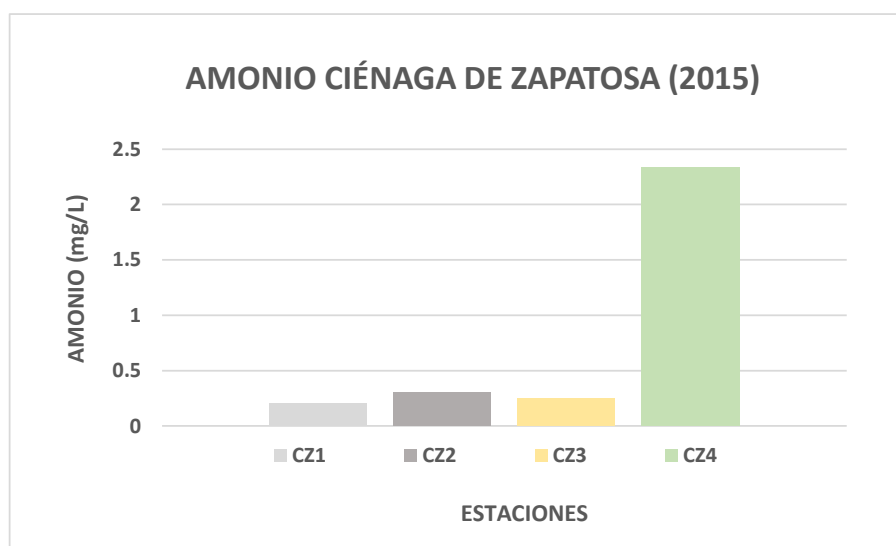


Figura 22. Amonio Ciénaga de Zapatosa (2015).

Relación Fosforo – Amonio

Existe una relación directa entre los contenidos en (mg/L) de amonio y de fosforo en las aguas, puesto que ambos compuestos hacen parte de la conformación de materia orgánica contenida en el sistema. Los valores más altos se registran para la estación (ZL4), ubicada en la zona Centro-Norte de la ciénaga, donde no se cumple con las normas establecidas, Figura 23.

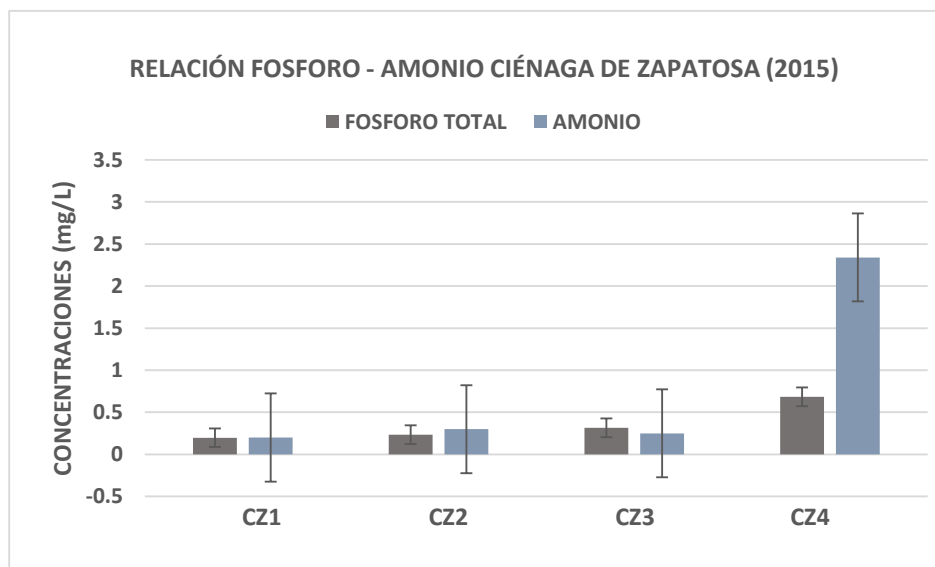


Figura 23. Relación Fosforo – Amonio Ciénaga de Zapatos (2015).

Otros Compuestos

Complementariamente se hicieron mediciones de Sólidos Suspendedos Totales (SST) 18,57 mg/l; Cadmio (0,01 mg/l); Plomo (0,029 mg/l). Mediciones que reflejan que ya inician a acumularse metales pesados que incrementan los niveles de Sólidos disueltos en el agua.

También se realizaron mediciones de Amonio (2,34 mg/l); Demanda Bioquímica de Oxígeno ($DBO_5=2,99$ mg/l). Datos que están relacionados con los niveles de eutrofización de las aguas de la Ciénaga de Zapatos.

Identificación y Caracterización parámetros hidrobiológicos I (fitoplancton, zooplancton y perifiton)

Álvaro Andrés Moreno Munar

El término plancton hace referencia a aquellas poblaciones de algas (fitoplancton), entre 2 y 200 milimicras que generalmente se desarrolla en la columna de agua de un ambiente acuático, el fitoplancton aparece como el principal responsable de la productividad primaria y por tanto es la base de las cadenas tróficas. (Pinilla & Duarte, 2006), aunque sobresalen estas ciénagas por su constante renovación de las aguas que permiten que la transferencia energética se realice entre niveles primario y los siguientes.

El zooplancton (protozoarios, rotíferos y microcrustáceos) es considerado un eslabón básico en la cadena trófica de los sistemas acuáticos naturales por

constituirse en alimento para especies del segundo nivel trófico (peces en estado de postlarva y alevinos). Los rotíferos, copépodos y cladóceros tienen un valor potencial como indicadores del trofismo del ecosistema, ya que responden rápidamente a las variaciones ambientales (Atencio, *et al.*, 2005).

Fitoplancton Ciénaga de Zapatos

En el componente biótico se encontraron un total de 6 grupos principales de algas fitoplanctónicas, donde el grupo que presentó mayor diversidad de morfoespecies presentes en las muestras fueron las clorofíceas (19 en total), bacilariofíceas (10 géneros) y cianofíceas (8 géneros), euglenofíceas (5 géneros), Figura 24.

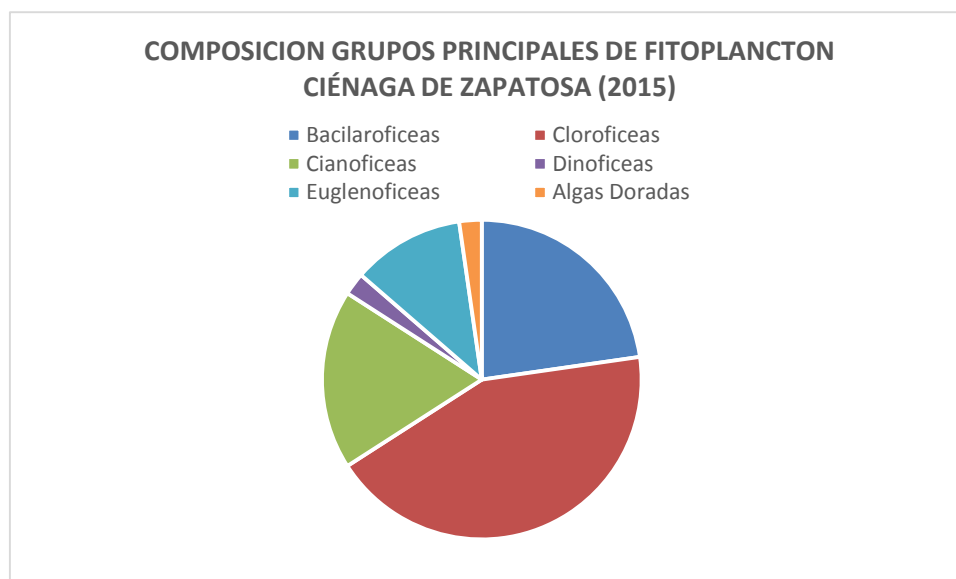


Figura 24. Composición Fitoplancton Ciénaga de Zapatos (2015).

El morfotipo más representativos del fitoplancton en las estaciones donde se hicieron muestreos, pertenecen al género *Anabaena* sp1. ya que se encuentran con las mayores abundancias (4155905 ind./l) y (3256658 ind./l) en las estaciones ZL1 y ZL2 respectivamente (Figura 25). Continúan en orden de abundancia *Planktothrix* sp. (2753606 ind./l) en la estación ZL1 (Norte-Chimichagua) y (1658896 ind./l) en la estación ZL2 (Centro-Norte).

Los morfotipos con las mayores abundancias pertenecen al grupo de las cianofíceas, lo que indica un alto grado de contaminación del medio, pues este grupo se reconoce por la función que desempeña en la degradación de la materia orgánica, aunque de esta forma se generen malos olores y se disminuya el valor estético de la ciénaga, hay que tener claro que estas actividades están aportando grandes cantidades de oxígeno, producido por la fotosíntesis.

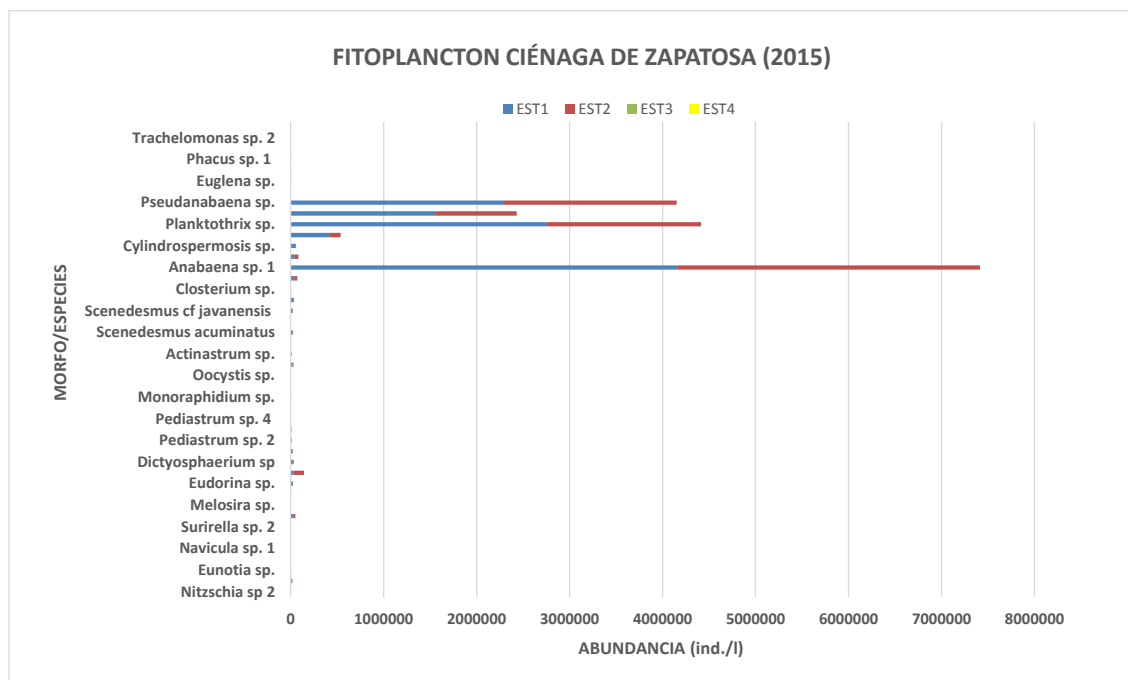


Figura 25. Fitoplancton Ciénaga de Zapatosa (2015).

Zooplancton Ciénaga de La Zapatosa

Los copépodos en términos de composición (Nauplios) fueron los principales organismos respecto a la abundancia en la Ciénaga de Zapatosa ya que se presentaron (5,08 ind./ml) y (8 ind./ml) en las estaciones ZL1 (Norte-Chimichagua) y ZL2 (Centro-Norte) respectivamente (Figura 26).

También en el zooplancton recolectado, se identificó a *Brachionus havanaensis* (5,58 ind./ml) en la estación ZL1 y (0,79 ind./ml) en la estación ZL2. Los rotíferos en el estudio realizado por Rangel, *et al.*, (2012) fueron los organismos que presentaron mayor riqueza de especies, lo que se confirma en el presente estudio, ya que se identificaron 11 especies pertenecientes a este grupo.

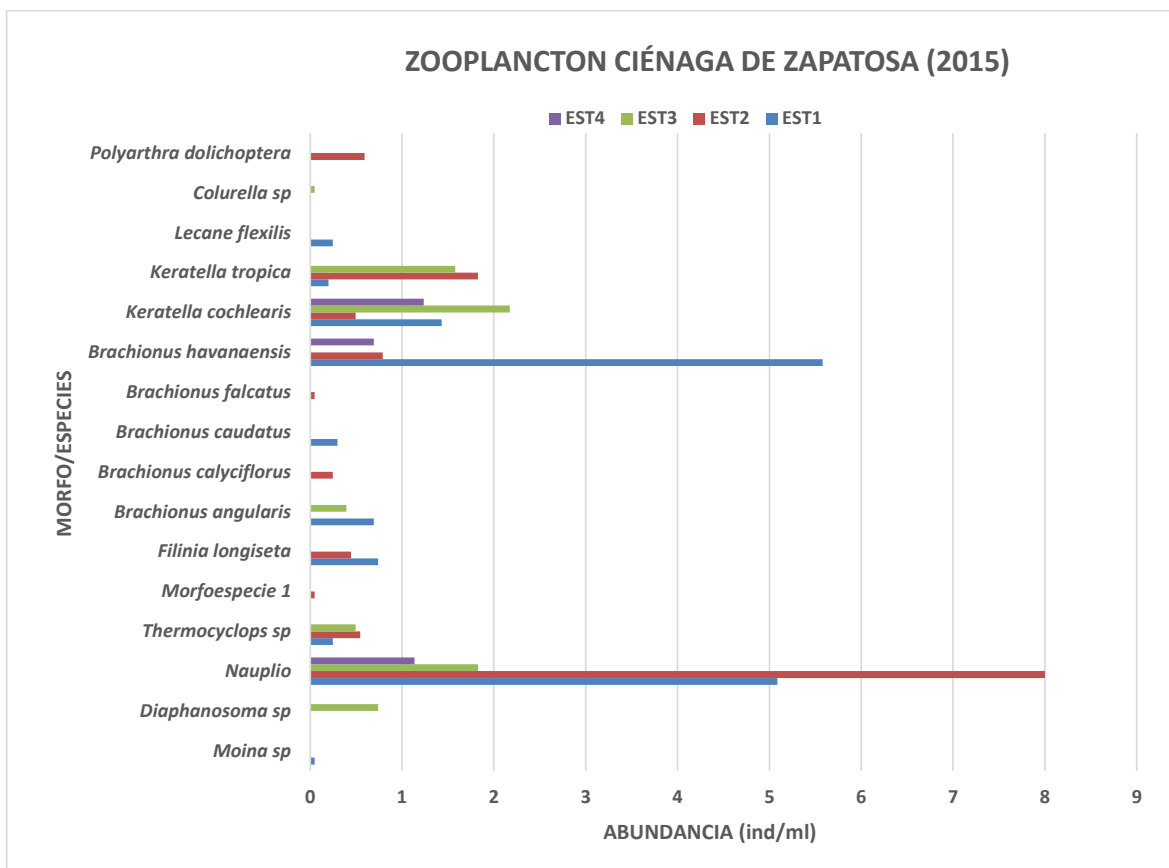


Figura 26. Zooplancton Ciénaga de Zapatosa (2015).

Perifiton Ciénaga de Zapatosa

En composición se destaca la presencia de 26 morfoespecies de diatomeas, 5 de clorofitas, 4 de cianofitas y 2 de euglenofitas para un total de 37 morfoespecies (Figura 27).

El perifiton está compuesto principalmente por algas pertenecientes a los grupos de diatomeas (Bacilariofíceas) como *Fragillaria cf. crotoneis* (362297 ind/cm²); así como *Encyonema sp.* en la misma estación CZ3 (Centro-Norte). Se encuentran las cianofíceas, donde *Heterobleinia sp.* se presentó en mayor abundancia en la estación CZ3 con (41286 ind/cm²). Del mismo grupo de cianofitas esta *Pseudoananbaena sp.* que se encontró en la estación CZ5 con una abundancia de 36524 ind/cm².

Otro morfotipo de importancia en el perifiton de la Ciénaga de Zapatosa es el del genero *Navicula* en las clorofitas, ya que es el de mayor riqueza con 5 especies presentes.

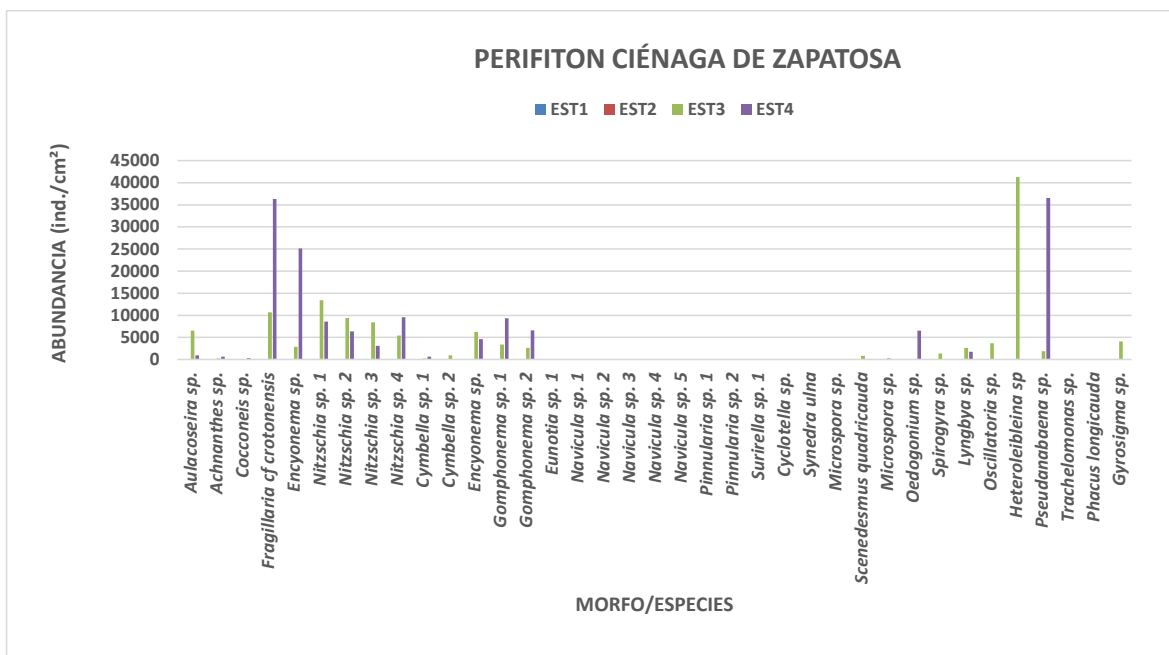


Figura 27. Perifiton Ciénaga de Zapatosa (2015).

Bioindicación para la caracterización de humedales

Fitoplancton Ciénaga De Zapatosa (2015)

43 especies y morfoespecies fueron reconocidos en el muestreo realizado en la Ciénaga de Zapatosa durante el año 2015. Las cloroficeas *Scenedesmus*, con 4 especies fueron las de mayor diversidad en cuanto a la composición por géneros, estas especies se registran primordialmente en las estaciones ZL1 y ZL2, Tabla 11.

Los géneros de mayor biomasa (ind/l) en las cuatro estaciones fueron *Anabaena* sp1 con (4.155.906 ind/l) en ZL1 (sur) y (3.256.658 ind/l) en la estación ZL2 ubicada al occidente de la ciénaga. *Planktothrix* sp. (2.753.606 ind/l) en ZL1 y (1.658.896 ind/l) en ZL2. Por lo tanto se interpreta que en cuanto a dominancia las (cianofitas) son las más representativas para el cuerpo de agua en la Ciénaga de Zapatosa. Indicando así que estas son aguas tropicales, con falta N₂, pH alcalino y tolerancia a contaminación por petróleo (Pinilla, 2000). Parametros que coinciden según los registros obtenidos en el pH, el cual se establece, con base en los resultados un promedio de 7,74 Unidades de pH para las cuatro estaciones en Zapatosa, y los Nitritos se mantienen <0.10 mg/L. para las cuatro estaciones y los nitratos entre 1.1 y 1.4 mg/L confirmando lo anterior; Rangel (2012) menciona que en cercanías a la ciénaga como parte de un derrame de crudo y a pesar de los esfuerzos de Ecopetrol para mitigar los impactos negativos se ha deteriorado la calidad del agua para el Complejo Cenagoso de Zapatosa.

Tabla 11. Principales Bioindicadores (Fitoplanctológicos) presentes en la Ciénaga de Zapatosa, durante 2015.

FITOPLANCTON		
TAXA	PROCESO BIONDICADOR	LUGAR
Scenedesmus arcuatus	Sedimentos y Conductividad altos	C. Zapatosa
Scenedesmus quadricaudata	Eutrofía	
	Sedimentos y Conductividad altos	
Nitzchia	Turbulencia	
	Mezcla	
Aulacoseira	Eutrofía	
	Mezcla intensa	
	Turbulencia	
	Materia Orgánica	
	Oligotrofía baja	
Pandorina	Aguas blandas y acidas	
	Baja mineralización	
Dictyosphaerium	Meso a Eutrofía	
	Eutrofía, (aguas blandas)	
Pediastrum	Oxidación de aguas	
	Eutrofía	
	Mesotrofia	
Sphaerocystis	Resistencia a Pesticidas	
	Eutrofía fria	

Zooplankton Ciénaga De Zapatosa (2015)

Los rotíferos *Filinia longiseta*, (Tabla 12) así como las 5 especies de *Brachionus* y *Lecane flexilis* se registraron principalmente en las estaciones ZL1 y ZL2. En términos de composición se puede considerar que el grupo de los rotíferos es el más diverso. Los resultados nuevamente confirman eutrofia y pH alcalino, debido principalmente al registro de 5 especies del genero *Brachionus*, un indicador de estratificación.

En abundancia los Nauplios (Copépodos) son los dominantes con (8 ind/ml) y en la Estación ZL2 y en menor número los cladóceros del genero *Termocyclops*. Indicando similares condiciones de eutrofia, y otras características como pH alcalino, lo que se confirmó, ya que en promedio se establece en 8,025 U de pH para todas las estaciones.

Tabla 12. Zooplancton (bioindicadores) asociado a la Ciénaga de Zapatosa (2015).

ZOOPLANCTON		
Filinia longiseta	Eutrofía	C. Zapatosa
	Estratificación	
Brachionus angularis	Eutrofía	
Brachionus calyciflorus	Eutrofía y pH alcalino	
Brachionus caudatus	Altas concentraciones de Ca, cloruros, sulfatos y carbonatos	
Brachionus falcatus		
Brachionus havanaensis		
Keratella cochlearis	Materia Orgánica	
Keratella tropica	Sistemas inmaduros	
Lecane flexilis	Eutrofía	
	Estratificación	
Polyartha dolichoptera	Meso a Eutrofía	
	Sistemas inmaduros	
Nauplio (Copepodo)	Tendencia a la Eutrofía	
	pH con tendencia alcalina	
	Tolerancia a la Hipoxia	
	Estratificación	

Perifiton Ciénaga De Zapatosa

Las morfoespecies más representativas se encuentran *Fragillaria cf crotonensis* (32697 ind./cm²) en la estación (CZA), ubicada en la parte Sur de la ciénaga. *Heterobleinia* sp. (41286 ind/cm²) en la (CZ3) y de forma similar en términos de abundancia (46524 ind./cm²) se registró en la estación (CZA) *Pseudanabaena* sp, ambas pertenecen a las cianofitas o cianobacterias.

En cuanto a riqueza, los géneros con mayor número de morfoespecies son *Nitzschia* sp. con (4) y *Navicula* sp. (5), géneros que indican turbulencia, ambos pertenecientes al grupo de la bacilariofíceas (diatomeas) lo que indica que en esta zona se presentan procesos de resistencia a pesticidas, mezcla y altas tasas de sedimentación. También en las estaciones (CZ3) y (CZ5), los resultados de abundancia fueron bajos, pero con una diversidad alta.

Identificación y Caracterización parámetros hidrobiológicos II (macroinvertebrados)

Diana L. Pérez

Para el área de estudio se registró un total de 868 individuos, pertenecientes a 75 taxones distribuidos en 39 familias y 18 órdenes. El orden más diverso fue Coleóptera con 18 morfoespecies, alcanzando una representatividad del 24%, como se puede observar en la Figura 28, el segundo orden más diverso fue Díptera con el 23%, siguiendo Hemiptera y Odonata con el 12% cada uno. Por otra parte el orden Díptera presentó la mayor abundancia con 491 individuos (Figura 28).

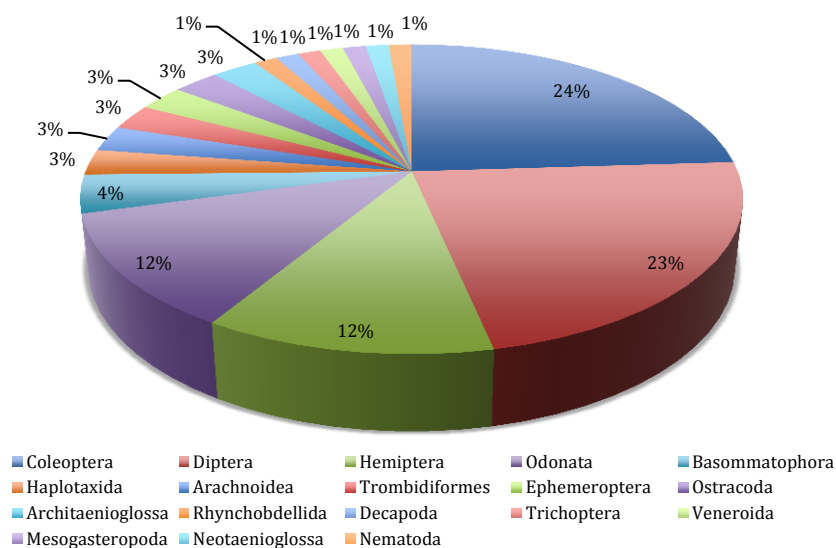


Figura 28. Diversidad de órdenes para macroinvertebrados acuáticos en la ciénaga de Zapatosa.

Con relación a las familias encontradas para el área de estudio, los quironómidos del orden Díptera tuvieron la mayor riqueza de especies con una representación del 16% y el registro de 12 morfoespecies, principalmente larvas de Chironominae, la segunda familia con mayor riqueza fue Hydrophilidae del orden Coleóptera con ocho morfoespecies (10,6%) y la familia Libellulidae que también mostró una amplia variedad con una riqueza del 10%, (Figura 29). Para la distribución, solamente la subfamilia Chironominae sp.1 se registró en todas las estaciones estudiadas, las subfamilias Chironominae sp.2 y sp.5 se presentaron en cinco estaciones y las subfamilias Chironominae sp.3 y sp.6 se registraron en 4 estaciones, de tal manera, que el orden Díptera mantuvo una amplia distribución para toda el área de estudio; otras morfoespecies con una distribución general fueron *Eylais* sp., *Lumbriculidae* Morfo 1, *Hydrocanthus* sp.1, cf. *Chironomus* sp.1 (adulto), sub. *Tanipodinae* sp.1, *Callibaetis* sp., *Telebasis* sp., Ostracoda Morfo 1, *Marisa* sp. y *Planorbidae* Morfo 1 presentes en la mitad de las estaciones muestreadas.

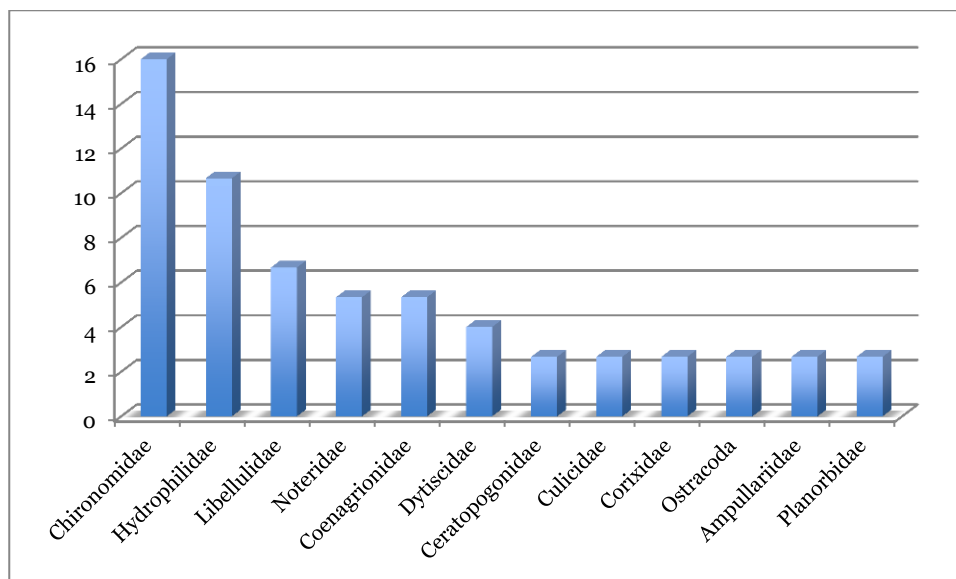


Figura 29. Diversidad de familias para macroinvertebrados acuáticos en la ciénaga de Zapotero.

Para los parámetros de diversidad alfa se puede observar en la Tabla 13, que el promedio de riqueza fue de 22,5 con un índice de 4,52, en donde las estaciones con presencia de vegetación acuática mostraron los mayores valores, siendo así que las estaciones CZ3V y CZA, presentaron índices de riqueza de 5,18 y 7,32 respectivamente, consecuentes con valores medios de diversidad de Shannon y Margalef y valores altos de Simpson 1-D indicando una alta diversidad y baja dominancia.

Tabla 13. Registros de diversidad para macroinvertebrados acuáticos de la Ciénaga de Zapotero.

	Estaciones					
	CZ5V	CZ3B	Cz3V	CZA	CZ1V	CZ1P
Individuos	109	279	151	236	82	11
Riqueza	17	21	27	41	20	9
Índice de Riqueza	3,41	3,55	5,18	7,32	4,31	3,34
Shannon_H	2.593	2,35	2.742	3.113	2.543	2.098
Margalef	3.411	3.552	5.182	7.177	4.312	3.336
Simpson 1-D	0,9119	0,8675	0,9085	0,9311	0,8911	0,8595

De esta manera, también se puede observar que las estaciones CZ3 y CZ1P mostraron los menores valores de diversidad, aún con diferencia muy bajas. Esto indicaría que la vegetación cumple un papel muy importante para el establecimiento y desarrollo de los macroinvertebrados acuáticos enriqueciendo la composición de estos organismos en el sistema y a su vez favoreciendo las dinámicas ecológicas que se dan en este al ofrecer una abundante oferta de

alimento y refugio (Meza-S, *et al.*, 2012; Martínez-Rodríguez & Pinilla-A, 2014). En cuanto a la calidad de agua, el índice de diversidad biológica de Shannon-Weiner (H') presentó un promedio de 3,615 bits/individuo, lo que según Roldán & Ramírez (2008), indicaría aguas medianamente contaminadas, en este orden de ideas, se aprecia que la estación CZA presentó un valor de 3,113 bits/individuo indicando aguas limpias o de buena calidad biótica, debido posiblemente a que se trata de un punto con un flujo constante de corriente y amplia vegetación acuática que favorecerán el establecimiento de una diferentes comunidades de macroinvertebrados acuáticos.

En la relación de estaciones caracterizadas, se observó que las estaciones CZ3B y CZA presentaron el mayor número de individuos con registros de 279 y 236 respectivamente, contrario a la estación CZ1P con 11 individuos. El alto número de individuos en la estación CZ3B puede deberse a la presencia de *zonas de deposición*, en donde la velocidad del agua es muy lenta y los materiales que llevan en suspensión se precipitan fácilmente formando sustratos fangosos y arenosos, haciendo que en estas zonas la diversidad de especies sea menor, pero favoreciendo a que las existentes puedan alcanzar elevados números de individuos (Roldán & Ramírez, 2008).

La distribución ecológica de los macroinvertebrados tanto acuáticos como terrestres, generan una herramienta importante para la delimitación de sistemas ecológicos como los humedales, cuya cota de inundación y área de cobertura del cuerpo de agua puede depender de las condiciones climáticas, usos del cuerpo de agua y sistemas de alimentación y drenaje, entre otros, de tal manera que para épocas de lluvias el área de cobertura por parte del cuerpo de agua aumenta mientras que en épocas de sequía disminuye o desaparece completamente, es así como las adaptaciones fisiológicas y ciclos de vida de estos organismos les permitirán ocupar aquellos microhábitats adecuados para su desarrollo, modificando las dinámicas de distribución, riqueza y abundancia de especies, teniendo en cuenta lo anterior, la comunidad de macroinvertebrados se podría dividir en tres grupos principales: Acuáticos, Semiacuáticos y Terrestres.

Para el área de estudio, se registró un total de 23 familias acuáticas, 17 semiacuáticas y cinco terrestres (Tabla 14 y Figura 30). Para las especies acuáticas se observó una mayor representación por parte del orden Hemiptera con organismos del neuston como los pertenecientes a la familia Gerridae y Veliidae y del neuston como la familia Belostomatidae, Naucoridae y Corixidae (Figura 31). En relación a los registros semiacuáticos, se destacan las familias pertenecientes a los órdenes Coleoptera, Diptera, Ephemeroptera, Odonata y Trichoptera ya que estos cumplen parte de su desarrollo (estadios larvales y ninfales) en el cuerpo de agua y su vida adulta en tierra o aire. Por último, para los registros de macroinvertebrados terrestres se reportaron tres órdenes, Coleoptera, Hemiptera (Homoptera) y Orthoptera (Figura 32).

Tabla 14. Distribución por hábitat de familias registradas para la Ciénaga Zapatosa.

Distribución ecológica	Orden	Familia
Acuático	Architaenioglossa	Ampullariidae
	Arthropoda	Ostracoda
	Basommatophora	Lymnaeidae
		Planorbidae
	Coleoptera	Dytiscidae
		Noteridae
	Decapoda	Palaemonidae
	Diptera	Ceratopogonidae
	Haplotaxida	Lumbriculidae
		Naididae
	Hemiptera	Belostomatidae
		Corixidae
		Gerridae
		Naucoridae
		Nepidae
		Notonectidae
		Pleidae
Veliidae		
Mesogasteropoda	Hydrobiidae	
Nematoda	?	
Neotaenioglossa	Thiaridae	
Rhynchobdellida	Glossiphoniidae	
Veneroida	Sphaeriidae	
Semiacuático	Arachnoidea	Lycosidae
		Tetragnathidae
	Coleoptera	Hydraenidae
		Hydrophilidae
	Decapoda	Trichodactylidae
	Diptera	Chironomidae
		Culicidae
		Tabanidae
	Ephemeroptera	Baetidae
		Caenidae
	Hemiptera	Hydrometridae
		Mesoveliidae
	Odonata	Coenagrionidae
Libellulidae		
Trichoptera	Policentropodidae	
Trombidiformes	Eylidae	
	Hydryphantidae	

Distribución ecológica	Orden	Familia
Terrestre	Coleoptera	Chrysomelidae
		Coccinellidae
	Hemiptera (Homoptera)	Pyrrhocoridae
		Cercopidae
	Orthoptera	Mogoplistidae

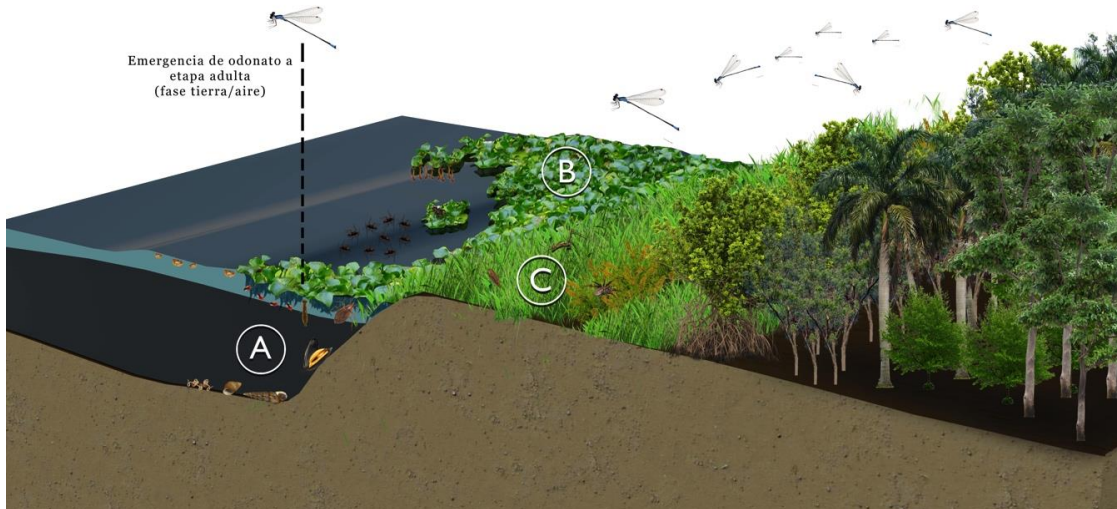


Figura 30. Distribución de macroinvertebrados en tres ambientes: (a) Acuático, (b) Semi acuático y (c) Terrestre asociado a vegetación.



Figura 31. Distribución de macroinvertebrados en ambiente acuático y semiacuático, perfil Ciénaga de Zapatosa.



Figura 32. Distribución de macroinvertebrados en ambiente terrestre asociado a vegetación, perfil Ciénaga de Zapatosa.

Identificación y Caracterización Vegetación acuática y terrestre

Teniendo en cuenta los objetivos de esta contribución, se han agrupado los resultados obtenidos tanto de los levantamientos para la vegetación acuática, como de las parcelas de los Cuadrantes Centrados en un Punto para la vegetación boscosa terrestre, en una zonación que incluye las categorías descritas por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), las cuales se basan en los criterios de formas de crecimiento y formas de vida, por lo cual es posible diferenciar las comunidades acuática flotantes, enraizadas emergentes, de pantano, de playones, de llanura aluvial y el bosques de tierra firme, de forma tal que se diferencian en perfiles de vegetación los cambios de las comunidades según la fluctuación en el gradiente agua-tierra (Tabla 15).

Tabla 15. Caracterización de la vegetación acuática y terrestre de la Ciénaga de Zapatosa según su zonación.

Profundidad (mts)	Distancia al agua (mts)	Especies	Forma de Crecimiento	Zonación						
				AF	AE	Her	VPan	VPla	BosLLA	VTerr
0.5	-2	<i>Eichhornia crassipes</i>	Flotante	X						
0	20*	<i>Eichhornia crassipes</i> *	Flotante*	X*						
0.5	0	<i>Paspalum repens</i>	Emergente		X					
0	4 a 30	<i>Paspalum repens</i>	Emergente		X					
0	11	<i>Polygonum hispidum</i>	Emergente			X				
0	24	<i>Mimosa pigra</i>	Emergente				X			
0	20	<i>Cyperus articulatus</i>	Emergente				X			
0	30	<i>Cleome spinosa</i>	Enraizada					X		
0	33	<i>Bactris guineensis</i>	Enraizada						X	
0	2 a 30	<i>Symmeria paniculata</i>	Enraizada						X	
0	2 a 30	<i>Coccoloba densifrons</i>	Enraizada						X	
0	2 a 30	<i>Ruprechtia ramiflora</i>	Enraizada						X	
0	2 a 30	<i>Phyllanthus elsiae</i>	Enraizada						X	
0	50	<i>Attalea butyracea</i>	Enraizada						X**	X
0	80	<i>Crescentia cujete</i>	Enraizada						X**	X
0	150	<i>Spondias mombin</i>	Enraizada							X
0	150	<i>Tabebuia rosea</i>	Enraizada							X

Profundidad (mts)	Distancia al agua (mts)	Especies	Forma de Crecimiento	Zonación						
				AF	AE	Her	VPan	VPla	BosLLA	VTerr
0	150	<i>Vitex capitata</i>	Enraizada							X
0	150	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Enraizada							X
0	150	<i>Cecropia peltata</i>	Enraizada							X
0	150	<i>Mangifera indica</i>	Enraizada							X
0	150	<i>Citrus sp</i>	Enraizada							X

Convenciones: AF= acuática flotante, AE= acuática enraizada, Her= herbazales, VPan= vegetación de pantano, VPla= vegetación de playón, BosLLA= Bosque de la llanura aluvial, VTerr= Vegetación terrestres; (* y **= ver descripción en el texto).

Vegetación acuática flotante

Incluyo únicamente los tapetes de *Eichhornia crassipes*, los cuales se presentaron muy escasos cuando se extendían desde las orillas hacia el espejo de agua, mientras que fueron más comunes sobre los playones, quedando como remanentes tras el estiaje por la época seca (Fotografía 1 y Fotografía 2.). Se observó en doce levantamientos y presenta dos valores respecto a su ubicación en la línea de corte, con una profundidad máxima de 0.5 metros y una distancia desde el borde hacia el espejo de agua de 2 metros y con una distancia de hasta 20 metros cuando correspondía a los remanentes sobre los playones. Se corresponde con la formación de los tapetes de *Eichhornia crassipes* presentada por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), siendo esta especie la única representante de esta formación capaz de persistir en la época seca.

Vegetación acuática enraizada

Se presenta *Paspalum repens* como única especie registrada en 20 levantamientos, presentándose tanto como enraizada emergente en sectores con una profundidad máxima de 0.5 metros de las orillas, como enraizada en los extensos playones dejados tras el estiaje donde el suelo aun presenta algo de saturación de agua, siendo en esta segunda mucho más extensa y llegando incluso a presentarse a 30 metros de las orillas (Fotografía 3.). Se corresponde con la Comunidad de *Paspalum repens* presentada por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013).

Herbazales

Representados únicamente por *Polygonum hispidum* sobre algunas pocas zonas pantanosas (seis levantamientos), las cuales se encontraban en su mayoría en procesos de desecamiento, por lo cual eran comunidades muy empobrecidas (Fotografía 4.). Se corresponde con la Comunidad de *Polygonum hispidum* presentada por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013).

Vegetación de pantano

Matorral-herbazal de zonas pantanosas dominado por *Mimosa pigra* en todos los levantamientos (doce en total), extendiéndose ampliamente desde el borde de los playones hasta limitar con palmares de *Bactris guineensis* o de *Attalea butyracea* (Fotografía 5.). Estos matorrales se presentan acompañados por *Cyperus articulatus*, que puede llegar a algunas zonas de playón. Se presentó en promedio entre los 20 y 30 metros de distancia al borde del agua y se corresponde con la Formación de matorrales bajos de *Mimosa pigra* presentada por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013).

Vegetación de playones

Este tipo de vegetación se presentó muy pobre, puesto que la mayoría de los playones se presentaron con poca cobertura vegetal. Un único levantamiento registro la especie *Cleome spinosa*, mostrándose acorde con lo presentado por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013) respecto a la Comunidad de matorrales de *Cleome spinosa*, la cual al ser susceptible a la inundación se presenta principalmente durante el periodo seco o de estiaje.

Bosques de la llanura aluvial

Se presenta como el segundo tipo de vegetación con de mayor riqueza de especies, con una composición florística descrita por Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013) como de Gran formación de los “manglares” de agua dulce de *Symmeria paniculata*. Se observó bordeando la gran mayoría de las orillas de la ciénaga, que dada la época de estiaje se presenta en una matriz de arenas, arcillas y otros sedimentos firmes que la hacen transitable a pie (Fotografía 6.), lo cual permite la colonización por parte de los pobladores, ya sea para vivienda o para pastoreo de ganado. Entre las especies presentes, *Symmeria paniculata* muestra los valores más altos de densidad relativa e Índice de Importancia (IVI) con 60,7 y 61,9% respectivamente, le sigue *Coccoloba densifrons* con valores de densidad relativa e Índice de Importancia de 21,4 y 18,8% respectivamente y en tercer lugar *Ruprechtia ramiflora* con valores de 10,7 y 10,5% para los mismos índices, por su parte x^o presentan valores menores al 8% para ambos índices.

Aunque en ningunos de los levantamientos donde se observó esta formación se evidenció algún tipo de inundación, con distancias al borde del agua en un rango de 2 a 30 metros, son evidentes las adaptaciones morfológicas de esta vegetación para soportar la inundación en época de lluvias, como por ejemplo las raíces zanconas de *Symmeria paniculata*. Solo en los levantamientos donde se presentó *Bactris guineensis* fue posible apreciar suelos con algún grado de humedad.

Vale la pena destacar el hecho de que esta vegetación está limitando con bosques de *Attalea butyracea* y *Crescentia cujete*, razón por la cual en esta contribución dichas especies son incluidas dentro del bosque de llanura aluvial como lo proponen Rangel-Ch & Cortés-Castillo (2013), puesto que en algunos levantamientos se observó mezcla de individuos en los ecotonos, sin embargo estos bosques se describen para la vegetación terrestre, considerándolo más propicio según lo demuestra Rivera-Díaz, *et al.*, (2013).

Vegetación terrestre (Bosques de tierra firme)

Dentro de la vegetación terrestre caracterizada pueden distinguirse dos tipos de formaciones siguiendo la propuesta de Rivera-Díaz, *et al.*, (2013), en primer lugar la Gran formación de palmares mixtos de *Attalea butyracea* (palma de vino), con dos especies presentes, *Attalea butyracea* dominando el estrato arbóreo con alturas entre 14 y 20 metros y *Guazuma ulmifolia* en el estrato de arbolitos con alturas entre 8 y 12 metros (Fotografía 7.). *Attalea butyracea* presentó una densidad relativa de 94.6% y un Índice de valor de importancia (IVI) de 88, 2%, mientras que *Guazuma ulmifolia* solo presentó valores de 5,4 y 11,8% respectivamente para estos mismos índices. Estos bosques se observaron con marcada intervención humana, con los estratos herbáceos y rasantes totalmente limpios para facilitar el acceso y uso de esta palma. En los perfiles de vegetación se encontró este palmar entre los 50 y 80 metros de distancia al borde del agua, limitando con matorrales de *Mimosa pigra* y *Bactris guineensis* y manglares de *Symmeria paniculata* en sentido a la cubeta de agua o con bosques de *Crescentia cujete* y pastizales o cultivos en sentido a tierra firme.

En segundo lugar se presentaron los Bosques ralos de *Tabebuia rosea* y *Crescentia cujete*, los cuales se hallan mezclados con palmares de *Attalea butyracea* y siempre después de estos en la línea del gradiente agua-tierra. Respecto a los valores de densidad relativa e IVI, *Attalea butyracea* presentó los valores más altos con 37,5 y 39,4% respectivamente, seguida por *Crescentia cujete* con valores de 12,5 y 11,7% y *Spondias mombin* con valores de 10,7 y 12,6% para estos mismos índices; las demás especies *Mangifera indica*, *Citrus sp*, *Tabebuia rosea*, *Vitex capitata*, *Guazuma ulmifolia* y *Cecropia peltata* presentan valores menores al 10% para la densidad relativa y el IVI (Fotografía 8.). La presencia del mango (*Mangifera indica*) y el limón (*Citrus sp*) son evidencia del uso de estas zonas de tierra firme para el establecimiento de cultivos de pancoger.



Fotografía 1. Tapete de *Eichhornia crassipes* flotando sobre el espejo de agua.



Fotografía 2. Remanentes de *Eichhornia crassipes* sobre playón.



Fotografía 3. Comunidad de *Paspalum repens* sobre playón.



Fotografía 4. Herbazal de *Polygonum hispidum* sobre pantano en proceso de desecamiento.



Fotografía 5. Matorral-herbazal de *Mimosa pigra*.



Fotografía 6. Vista parcial de manglar de de *Symmeria paniculata*.



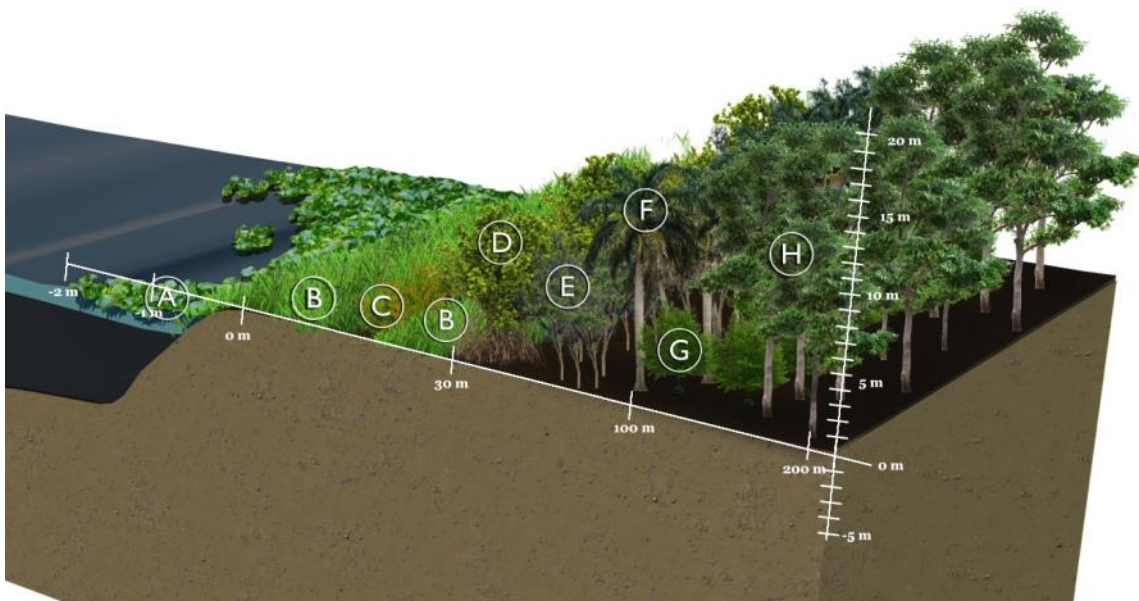
Fotografía 7. Interior de palmar de *Attalea butyracea* clareado para su uso.



Fotografía 8. Vista interior de bosque de tierra firme con intervención humana.

Perfiles de vegetación

Los perfiles de vegetación construidos presentan dos ambientes típicos observados durante la época seca. El perfil 1 (Figura 33) evidencia la presencia de la vegetación de las ciénagas con notables cambios influenciados por la variación en la extensión y profundidad de la cubeta de agua, siendo estos la vegetación acuática flotante, emergente enraizada, herbazales, de pantano y de playón (especies indicadas como A, B, C, E e I). En el conjunto de dichas especies denominadas como de la serie hídrica, *Mimosa pigra* siempre se presentó como finalizando la serie, mezclándose con elementos como *Bactris guineensis* o *Symmeria paniculata* y limitando con los palmares de *Attalea butyracea*, donde se inicia la serie seca o de tierra firme (especies indicadas como F, G y H).



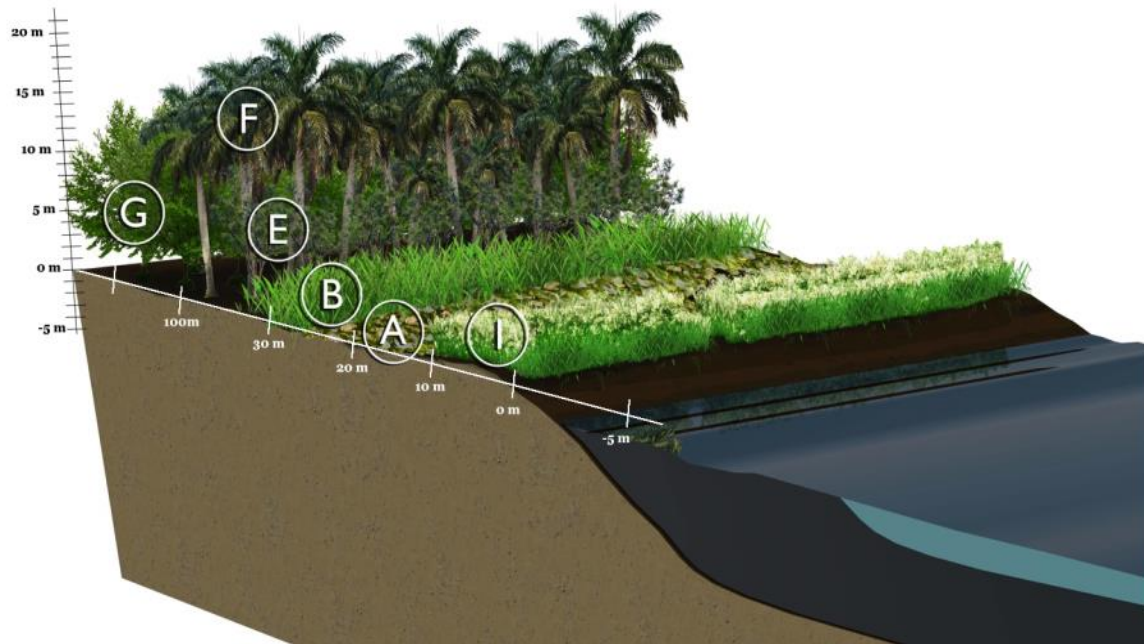


Figura 33. Perfil de vegetación 1 para la época seca en la Ciénaga de Zapatosá.

A: *Eichhornia crassipes*, B: *Paspalum repens*, C: *Polygonum hispidum*, D: *Symmeria paniculata*, E: *Mimosa pigra*, F: *Attalea butyracea*, G: *Crescentia cujete*, H: *Spondias mombin*, I: *Cyperus articulatus*.

El perfil 2 (Figura 34) evidencia principalmente la vegetación del Bosque de la llanura aluvial, el cual no se ve afectado en cuanto a su riqueza y diversidad por las fluctuaciones de la cubeta de agua, donde los bosques de mangle de agua dulce de *Symmeria paniculata* permanecen vivos durante todo en periodo hidrológico. Estos bosques de mangle (especies indicadas como D y K), se extienden desde las orillas a través de playones casi siempre sin otras especies ya sean rastreras o herbáceas, llegando a limitar ya sea directamente con elementos del bosque de tierra firme o con matorrales-herbazales de *Mimosa pigra* y *Bactris guineensis*, los cuales dan paso a la serie seca con palmares de *Attalea butyracea* y Bosques ralos de *Tabebuia rosea* y *Crescentia cujete* (especies indicadas como F, G y H), luego de la cual se evidencio en algunos sectores el inicio de pastizales para ganado, cultivos o incluso tejido urbano continuo.

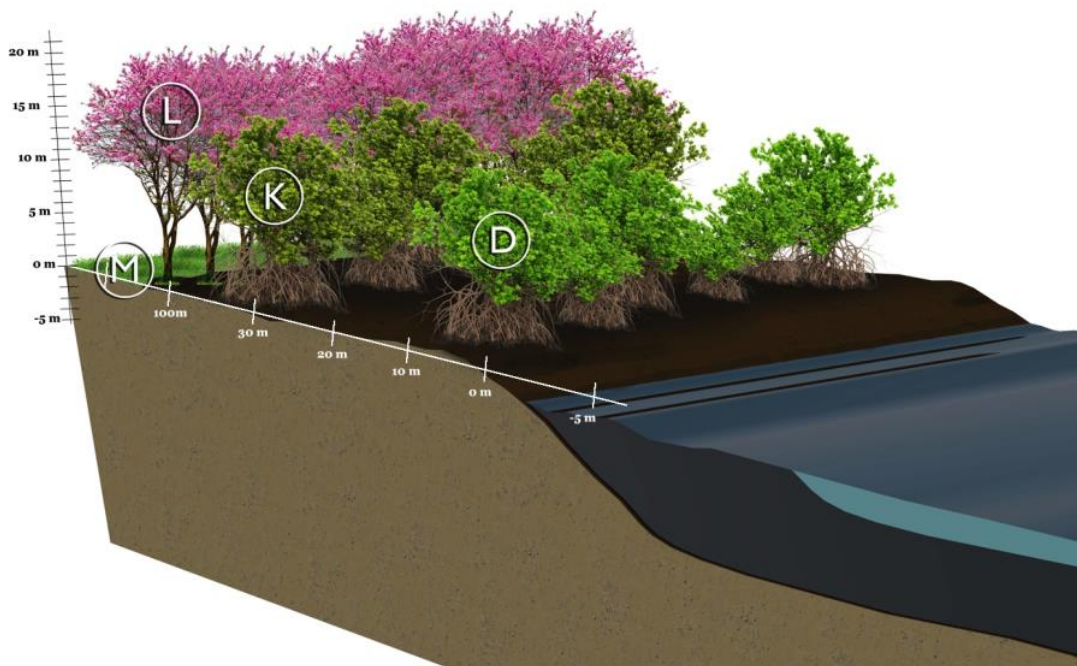
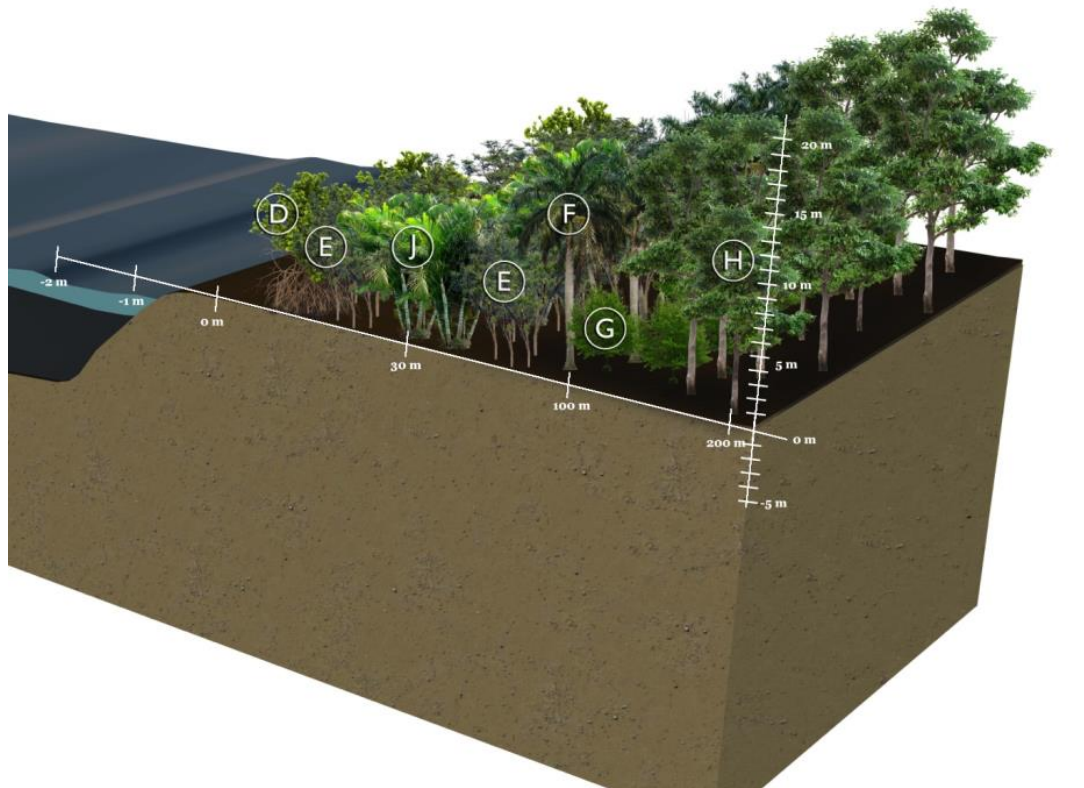


Figura 34. Perfil de vegetación 2 para la época seca en la Ciénaga de Zapatosa.

D: *Symmeria paniculata*, E: *Mimosa pigra*, F: *Attalea butyracea*, G: *Crescentia cujete*, H: *Spondias mombin*, J: *Bactris guineensis*, K: *Coccoloba densifrons* y *Ruprechtia ramiflora*, L: *Tabebuia rosea* y M: Pastizales y cultivos.

Usos e importancia de los recursos florísticos

Como sistemas reconocidos por su alta productividad biológicas, son muchos y muy diversos los servicios ambientales que presentan las ciénagas, los cuales van desde regulaciones hídricas, funciones ecológicas, sistemas productivos, hasta los recreativos y de contemplación paisajística. Dentro de los productos relacionados con la flora de la Ciénaga de Zapatosa, en Rangel-Ch, *et al.*, (2012) se describe el registro de 369 especies de plantas útiles, de las cuales 140 son árboles y se describen los beneficios obtenidos de algunas de estas.

Teniendo en cuenta las especies registradas en campo, se describen a continuación sus usos tradicionales:

Guazuma ulmifolia (guásimo) usada como leña, madera para construcción y artesanías, forraje para ganado y medicinal en diversas enfermedades, *Crescentia cujete* (totumo) con usos artesanales de los frutos, *Attalea butyracea* (palma de vino) usada como alimento, fabricación de productos cosméticos y preparación de vino, *Tabebuia rosea* (roble) usada para construcción de casas, *Bactris guineensis* (uvitaelata) usada para preparan vino y jugos, *Phyllanthus elsiæ* (manzanillo) y *Coccoloba acuminata* (maíztostao) como ornamentales, *Symmeria paniculata* (mangle) usada para leña y *Citrus medica* (limón) y *Mangifera indica* (mango) como alimento.

Especies en categorías de amenaza

Ninguna de las especies registradas durante la fase de campo se encuentran incluidas en alguna categoría de amenaza ya sea nacional (Resolución 192 de 2014 del MADS) o internacional (UICN).

Hábitats para la fauna y áreas de especial interés para la conservación de la diversidad observadas en campo

Daniel Sánchez

Como sistemas reconocidos por su alta productividad biológicas, son muchos y muy diversos los servicios ambientales que presentan las ciénagas, los cuales van desde regulaciones hídricas, funciones ecológicas, sistemas productivos, hasta los recreativos y de contemplación paisajística.

Respecto a las áreas de interés, se destaca la importancia de las comunidades de la vegetación acuática o macrófitas, dado que constituyen la base para el desarrollo de una gran variedad de macroinvertebrados, zooplancton, perifiton y para el desove de peces, confieren estabilidad al terreno, generan la vía trófica del pastoreo y la detritica por lo que diversifican las vías tróficas, son el mayor aportarte de materia orgánica a las aguas y presentan una de las más altas productividades dentro del

reino vegetal, muy por encima de las comunidades del fitoplancton y perifiton (Roldán, 2008).

Además de estas, los playones circundantes a la ciénaga observados durante la época de estiaje, se consideran áreas de gran importancia, al ser zonas para el establecimiento de la vegetación acuática de playones, pantanos y bosque de la llanura aluvial, donde la acumulación de materia, energía e información son base para el ciclo de nutrientes basado en la dinámica del pulso de inundación, bajo la cual se sustenta la productividad primaria en época de lluvias de las macrófitas (Pinilla, 2007). Dada la fertilidad de estos playones, además de incrementar las zonas de tierra firme para uso antrópico, se evidenciaron con una fuerte problemática de invasión y uso por parte de los pobladores locales.

Análisis ecológicos (redes tróficas)

Daniel Sánchez y Diana Pérez

Como se ha discutido previamente, los ciclos hidrológicos en las ciénagas juegan un papel fundamental en su funcionamiento, incidiendo en la dinámica hidrobiológica y con ello en la productividad y redes tróficas. Al respecto, Pinilla (2007) describe la influencia del pulso de inundación sobre el ciclado de los nutrientes para los sistemas cenagosos, en el cual durante la época de lluvias se presenta una fertilización en la cubeta de agua, generada por el arrastre de nutrientes y sedimentos por parte del río asociado a la ciénaga, elementos que proceden de las partes altas de las cuencas de dichos ríos y a los cuales se suman además, la anexión de gran parte de la biota (flora y fauna) desarrollada sobre los playones durante la época seca anterior, permitiendo de esta manera que se den procesos de reciclaje de nutrientes tras la muerte de esta biota del plano de inundación. Dichos nutrientes son aprovechados principalmente por las macrófitas acuáticas (flotantes y emergentes) que se desarrollan abundantemente en dicha temporada hidroclimática.

Para la época seca, el estiaje deja al descubierto áreas de pantano y de playón susceptibles a ser rápidamente colonizadas, debido al aprovechamiento de los nutrientes atrapados y dejados en estas áreas por la vegetación acuática, la fauna asociada, el bentos y los sedimentos que se desarrollaron durante la temporada de lluvias y que desaparecen con el estiaje, generando de esta forma una disminución de nutrientes en la columna de agua durante la época seca. Dicho mecanismo impide la pérdida de nutrientes del sistema, ya que si bien escapan del ambiente acuático durante el verano, parte de ellos retornan al agua en la siguiente inundación (Wellcomme, 1979).

En este ciclo de nutrientes las macrófitas tienen un papel fundamental como base para las cadenas tróficas, pues la mayoría de los sistemas tropicales funcionan por la vía detrítica, en la cual la transferencia de energía en el ecosistema tiene su base en la materia orgánica descompuesta (Pinilla, 2007). Dicha materia orgánica es

generada principalmente por las macrófitas, al ser estas uno de los grupos vegetales con mayor productividad, incorporando unas diez veces más carbono orgánico al año que por ejemplo el fitoplancton (Roldan, 2008). Dado que de la biomasa generada por las macrófitas solo una pequeña parte es consumida por especies herbívoras, se considera que alrededor del 80% de su biomasa entra al proceso de descomposición, con lo cual permite la inserción a la red trófica de un gran número de especies de macroinvertebrados y peces detritívoros, lo cuales son alimento para peces carnívoros de tercer y cuarto orden (Roldan, 2008).

Además de esto, durante el proceso de descomposición son liberados al medio una gran cantidad de nutrientes, que necesariamente participan en un nuevo proceso de producción de nueva materia orgánica, ya sea por la activación del anillo microbial que permite el reingreso del carbono orgánico disuelto (DOC) al sistema trófico por la vía del detritus, o por asimilación de nutrientes por parte del fitoplancton y el perifiton, con lo cual transferencia de energía continua de estos productores primarios al zooplancton y pasa a los macroinvertebrados y a los peces planctónicos (vía del pastoreo), estructurándose bajo estas dos vías la red trófica del ecosistema cenagoso (Pinilla, 2007).

DISCUSIÓN

Establecimiento de límites del humedal Ciénaga de Zapatosa

Límites físicos

Omar Mercado

En la Figura 9 se detallan claramente las zonas susceptibles de inundación, y se coloca de manera tentativa como límite espacial del complejo de humedales la Zapatosa las zonas de susceptibilidad baja. Prácticamente todas aquellas geoformas de origen fluvial representan área de influencia directa del complejo de humedales, y se dejan por fuera las geoformas de origen diferente al fluvial, esta primera aproximación puede ser discutida, pero para los objetivos del estudio se presenta como un muy buen criterio para establecimiento de límites físicos de humedales asociados a dinámicas a fuertes dinámicas fluviales.

A la escala del estudio (1:25000), puede ser discutido el hecho de tratar el complejo como una unidad y no estudiar individualmente cada una de las ciénagas, pero teniendo en cuenta que al nivel físico todas las ciénagas y humedales comparten las áreas de aporte de donde reciben las aguas y sedimentos, es por eso que para el caso particular de complejos tan grandes es mejor simplificar los parámetros y unificar criterios.

Limites biológicos I (macroinvertebrados)

Diana L. Pérez

Las características de los lugares en los cuales viven los distintos grupos de macroinvertebrados son fundamentales para la distribución de estos dentro de un ecosistema, de tal manera que se pueden encontrar organismos cuyas adaptaciones, desarrollo y ciclo de vida se lleva a cabo totalmente dentro del agua y por tanto su presencia, abundancia y/o distribución dependerá de esta, otros cumplen parte de su desarrollo en el agua (semiacuáticos) con una etapa de desarrollo en esta (estadios tempranos de desarrollo) y su vida adulta en tierra o aire, retornando siempre al ambiente acuático para depositar sus huevos y comenzar nuevamente el ciclo; para estos organismos la presencia o ausencia de agua marcará un limitante para el establecimiento de sus comunidades obligándoles a migrar en busca de hábitats adecuados para la deposición de sus huevos y por lo tanto generando modificaciones en las poblaciones; por último, se encuentran aquellos organismos cuyo desarrollo ocurre siempre en tierra y por lo tanto no dependerán exclusivamente de la presencia de los cuerpos de agua permanentes como los humedales.

Teniendo en cuenta lo anterior, durante las dinámicas hidrológicas de los humedales, es de esperarse procesos de colonización y sucesión de las comunidades de macroinvertebrados, de tal manera que en épocas de aguas altas se establezcan principalmente comunidades acuáticas y estadios larvales semiacuáticas, principalmente asociadas a vegetación acuática y en épocas de aguas bajas, en la misma zona aumenten los registros de especies terrestres y adultos semiacuáticos en vegetación transitoria y/o terrestre.

Para la Ciénaga de Zapatosa se identificó la distribución de macroinvertebrados en tres ambientes: Acuático, semiacuático y terrestre, Fotografía 9, Fotografía 10 y Fotografía 11.

Para el ambiente acuático, se identificaron 23 familias, de los cuales los anélidos, crustáceos, y moluscos son categorizados como habitantes permanentes del agua (Roldán & Ramírez, 2008), su desarrollo por tanto, depende totalmente de esta, los gastrópodos registrados para el área de estudio en todas las estaciones, se asocian generalmente a aguas de baja corriente, poco profundas y ricas en carbonato de calcio, mucha vegetación acuática y materia orgánica en descomposición, estos organismos juegan un papel muy importante en los ecosistemas acuáticos ya que hacen parte del procesamiento de la materia orgánica y detritos.

Dentro de las adaptaciones importantes de estos se encuentra la capacidad de tolerar la desecación de ambientes dependiendo del tipo de respiración ya que este proceso de intercambio gaseoso lo hace a través de la epidermis, de tal manera que los pulmonados resisten de forma más efectiva la desecación que los Prosobranquios por lo que se esperarían registros de pulmonados en ambientes temporales y en zonas de transición.

Otras adaptaciones encontradas en las comunidades registradas para el área de estudio fue la presencia de especies aeropneusticas como las larvas de *Culex* sp., con espiráculos funcionales como tubos o sifones respiratorios que les permiten mantener un contacto con la interfase aire-agua, Fotografía 9. Otra adaptación presente en el área estudiada son las formaciones de burbujas debajo de los élitros que usan como reserva de oxígeno mientras están sumergidos y se desplazan a la superficie para tomar nuevamente aire (Domínguez & Fernández. 2009), como se puede observar para la familia Dytiscidae, con el registro de tres morfoespecies cf. *Pachydrus* sp., *Laccophilus* cf. *quadrilineatus* y *Laccophilus* sp. Estos coleópteros conocidos como escarabajos buceadores, son formas hidrodinámicas que para desarrollarse como organismos acuáticos en todos los estados de desarrollo, cuentan con patas posteriores fuertemente adaptadas para la natación, Fotografía 10, y en los machos ventosas o grupos densos de setas para sujetarse a las hembras durante la copula, adaptaciones similares presentes en organismos del orden Hemiptera como *Neoplea* sp., *Tenagobia* sp., cf. *Centrocorisa* sp. y *Microvelia* sp. (Fotografía 11) cuyos tarsos anteriores se encuentran modificados en forma de remos o con hojuelas subapicales en los tarsos medios para poderse desplazar, generalmente, en la superficie del agua.



Fotografía 9. Especie aeropneusticas *Culex* sp., con sifón respiratorio



Fotografía 10. Formas hidrodinámicas, tarsos posteriores aplanados. Familia Dytiscidae. *Hydrocanthus* sp. 2



Fotografía 11. *Neoplea* sp., con adaptaciones para desplazamiento en la columna de agua propulsados por la acción de las patas posteriores y también se pueden encontrar “colgando” en la película superficial del agua. ((Domínguez & Fernández, 2009)

La presencia de procesos respiratorios en el ápice del abdomen, Fotografía 12, también son formas de adaptación a medios acuáticos muy eficientes ya que al no ser buenos nadadores, se ocultan en el barro del fondo o entre las plantas sumergidas con los apéndices respiratorios en contacto con la superficie del agua, como se observa en el género *Ranatra* sp. (distribución cosmopolita).



**Fotografía 12. *Ranatra* sp., con proceso respiratorio.
Estación CZA**

Una variación de estas adaptaciones para especies nadadoras activas como *Belostoma* sp. son los procesos respiratorios retractiles y cortos, permaneciendo entre las plantas sumergidas y flotantes al acecho de presas, Fotografía 13.



Fotografía 13. Belostomatidae, *Belostoma* sp.

Por último, para el ecosistema acuático en la ciénaga de Zapatosa se pueden encontrar formas armadas con un caparazón, como en los crustáceos, Decapoda, Palaemonidae *Macrobrachium* sp., cuyas características fisiológicas de caparazón proporcionan una cámara en la que el agua es canalizada hacia las branquias y la boca, lo que hace de estas formas fundamentalmente acuáticas encontrándose en diferentes profundidades, tanto en medios marino como en agua dulce (Pardo & Bolea, 1996), adicionalmente en este ecosistema también se pueden encontrar formas planas y “simples” como las sanguijuelas (*Helobdella* sp.), encontrándose en puntos de aguas quietas adheridas a la vegetación y troncos o materia orgánica sumergida y en descomposición, estos hirudíneos, son componentes importantes del pleuston y del bentos, tolerando espacios con bajas concentraciones de oxígeno incluso sobreviviendo en condiciones anóxicas por varios días (Cesar, *et al.*, 2009).

Para el ambiente Semiacuático, se observan adaptaciones tanto para desplazamientos en tierra firme como para “patinar” en la superficie del agua, tal es el caso de arañas de la familia Lycosidae y el género *Tetragnatha* sp., las arañas de la familia Tetragnathidae pueden ser encontrados tanto en tierra firme como en ambientes acuáticos con vegetación, de tal manera que solo son encontradas en áreas con una fuente permanente o semipermanente de humedad y por lo tanto no se espera que se encuentren en zonas áridas o secas (Correa, 2004); otras adaptaciones semiacuáticas las presentan *Adelphydraena* sp. (Hydrenidae) e Hydrophilidae con los géneros *Berosus* sp., *Derallus* sp., *Helochares* sp., *Hydrocus* sp., *Tropisternus collaris* y *Tropisternus* sp. estos coleópteros tiene la capacidad de encontrarse entre la vegetación acuática o incluso en remanentes de agua (aguas estancadas), suelen ser malos nadadores prefiriendo aguas tranquilas y de poca corriente, particularmente las especies del género *Berosus* sp., tiene la capacidad de respirar por medio de branquias traqueales. Los adultos de la familia Hydraenidae no nadan, sino que se desplazan caminando bajo el agua acumulando

aire en un reservorio en la superficie ventral del abdomen que se extiende por detrás de los élitros.



Fotografía 14. Cambios y adaptaciones estructurales y funcionales en Diptera: Chironomidae.

Aun cuando los macroinvertebrados pueden presentar adaptaciones que les permiten colonizar diferentes ambientes, es importante tener en cuenta los ciclos de desarrollo, ya que esta dinámica puede ser una herramienta útil e importante en la distribución de los organismos dentro del ecosistema, ya que algunos pasan su vida larvaria en el agua y su vida adulta en tierra y aire, lo que implica para estos pasar por una serie de cambios y adaptaciones estructurales y funcionales que garanticen su subsistencia (Roldán & Ramírez, 2008) Fotografía 14, por ejemplo insectos hidropnéusticos poseen respiración cutánea en formas muy inmaduras de su desarrollo, como ocurre con un gran número de ephemeropteros, odonatos, dípteros y coleópteros, por lo que es común encontrar un mayor registro en abundancia y riqueza de estas formas inmaduras en los cuerpos de agua principalmente en temporadas de lluvias (ya que aumenta el área y los microhabitats adecuados para el desarrollo) y el aumento en presencia y

abundancia de adultos en temporadas de aguas bajas cuando los humedales reducen su área o en zonas secas, Fotografía 15.

Para las larvas del orden odonata, Heckman, (2006), menciona que todas las formas larvales de este orden para Sur América son acuáticas; Para todas las estaciones donde se presentaba vegetación acuática se registraron individuos de estadios larvales de odonata *Acanthagrion* sp., *Cyanallagma* sp., *Ischnura* sp., *Telebasis* sp., *Brachymesia* sp., *Erythemis* sp., *Miathyria* sp., *Orthemis* sp., y *Tauriphila australis*, al igual que para el orden Ephemeroptera con *Callibaetis* sp. y *Caenis* sp., sin embargo, para ecosistemas bentónicos se pueden encontrar larvas de Ephemeroptera como *Caenis* sp, ya que estos organismos se encuentran generalmente en el sustrato de pocetas o ríos, donde se presente vegetación o material orgánico en sitios de baja corriente donde sus agallas operculares protegen las restantes agallas, (Domínguez, *et al.* 2006).



Estadio larval de *Orthemis* sp.



Fotografía 15. Cambios y adaptaciones estructurales y funcionales en Odonata: Anisoptera. Aumento de registros en el número de adultos para épocas de disminución del cuerpo de agua, registros de estadios inmaduros restringidos solamente a zonas con presencia de agua y vegetación acuática.

Finalmente, se tienen los macroinvertebrados terrestres en zonas transitorias con presencia de vegetación, Fotografía 16, los cuales fueron registrados para las estaciones CZ5V (cf. *Plagioderia* sp., *Coleomegilla maculata* y un ortoptera de la familia Mogoplistidae) y CZ3V (Hemiptera: Homoptera Pyrrhocoridae Morfo1 y Cercopidae Morfo1) .

Estos insectos claramente no poseen estructuras adaptadas para desarrollarse medios acuáticos como tarsos en forma de remos, sifones respiratorios, plastrón para el almacenamiento y reserva de aire, entre otros, como se observa en la Fotografía 16, lo que da una idea clara de las variaciones morfológicas en los macroinvertebrados cuando se pasa de un medio (acuático) a otro (terrestre). Son estas variaciones las que permiten que una especie tenga la capacidad de aumentar o reducir la colonización de nichos y tener o no éxito adaptativo, de tal manera, que

en áreas inundables efímeras o permanentes las comunidades de macroinvertebrados asociados a la vegetación flotante e incluso al mismo cuerpo de agua (especies del bentos, neuston o necton) van a sufrir de un considerable estrés físico y una variación en la diversidad y abundancia de las comunidades.



Coleomegilla maculata.



Mogoplistidae

Fotografía 16. Registros de especies terrestres para la estación CZ5V

En general se puede decir que en general los macroinvertebrados son organismos de movilidad limitada para desplazarse grandes distancias, en especial aquellos

acuáticos y por lo tanto son susceptibles y dependientes de cierta manera a los cambios que se den en la composición y abundancia de las plantas acuáticas y a las fluctuaciones en las condiciones de las aguas circundantes. Wissinger (1999) recopila varios experimentos que afirman que la vegetación es uno de los principales factores que afecta la abundancia y riqueza de los invertebrados en los humedales. La vegetación acuática también puede explicar el patrón de distribución de algunos grupos de macroinvertebrados (Amat & Blanco, 2003).

Límites biológicos II (vegetación acuática y terrestre)

Daniel Sánchez y Paola Ortiz

La caracterización de la vegetación acuática y terrestre permitió apreciar la presencia de tres ambientes principales para la Ciénaga de Zapatosa, que se han denominado como serie hídrica o vegetación acuática, Bosque de llanura aluvial y serie seca o de tierra firme. La serie hídrica, compuesta por la vegetación acuática flotante, acuática emergente enraizada, herbazales, de pantano y de playón, se caracteriza por presentar diferencias en los tipos de vegetación, de coberturas y en general, variaciones de la riqueza y diversidad de las comunidades como resultado de la transición en la estacionalidad climática, que influye en los pulsos de inundación y en el nivel hidrométrico, lo cual propicia tanto la aparición y desaparición de ambientes para los procesos de colonización estacional, así como aparición de plantas con adaptaciones para flotar en época de lluvias o su muerte en época seca, reduciendo su presencia únicamente a estados vegetativos o de semilla (Rangel-Ch & Cortés-Castillo, 2013).

Al respecto, muchas de las especies de plantas flotantes típicas del Caribe Colombiano y con presencia en la Ciénaga de Zapatosa, propias de la época de lluvias, tales como *Pistia stratiotes*, *Salvinia minima*, *Lemna minor*, *Ludwigia helminthorrhiza*, *Aeschynomene rudis* entre otras (Rangel-Ch, 2012; 2013), no se presentaron en esta caracterización, evidenciando dichos cambios transicionales según la estacionalidad climática.

Para los objetivos de establecimiento de límites de esta contribución, la serie hídrica permite definir las áreas de la ciénaga con influencia directa de la superficie de la cubeta de agua, tanto para la época de estiaje como de aguas altas, en la cual la presencia de esta vegetación permite establecer los límites en los cuales se presentan los valores promedio de las subidas y bajadas de la cubeta de agua, donde pueden desarrollarse las comunidades vegetales relacionadas. En esta caracterización se presenta esta serie entre 2 metros sobre el espejo de agua, hasta 30 metros desde la orilla hacia los playones, donde se resalta para la época de estudio el final de la serie compuesta por matorrales-herbazales de *Mimosa pigra*, los cuales para la época de estiaje marcan el final de las zonas de inundación con suelos anegados, limitando con la vegetación de tierra firme.

Es tal vez el más importante de los ambientes de la ciénaga desde el punto de vista ecosistémico, puesto que la vegetación acuática que se le asocia desempeñan un papel preponderante en los ecosistemas lénticos, ya que por un lado son el mayor aportante de materia orgánica a las aguas y por el otro, generan alrededor de ellas un hábitat que alberga una abundante y variada fauna asociada.

Respecto a dicha fauna, constituyen la base para el desarrollo de una gran diversidad de macroinvertebrados, dado que muchas de las raíces de las macrófitas flotantes y emergentes son hábitats propicios para su desarrollo, ya que cumplen un papel de filtro sobre la materia orgánica y generan recirculación de nutrientes, además de acumular detritus que beneficia a los macroinvertebrados detritívoros que son parte importante de las redes tróficas de estos ecosistemas (Jaramillo, 2003; Martínez-Rodríguez & Pinilla-A, 2014). Para el zooplancton favorecen comunidades con mayor riqueza al establecer hábitats para especies no planctónicas y taxa bentónicos (Villabona *et al.*, 2011), así mismo facilitan el establecimiento de algas del perifiton, son área de desove y guardería de peces, intervienen en los procesos de anidación por parte de las aves, son hábitats para anfibios y reptiles y alimentos para numerosos animales gracias a su alta productividad (Roldán, 2008; Rangel-Ch, 2012; Rangel-Ch & Cortés-Castillo, 2013).

Dicha productividad se considera como una de las más altas dentro del reino vegetal, muy por encima de las comunidades de microalgas (fitoplancton y perifiton), estimando por ejemplo la productividad de macrófitas emergentes entre 1.500 y 4.500 gCm²/año, mientras que el fitoplancton se mantiene entre 50 y 450 gCm²/año (Roldán, 2008).

Por su parte, el ambiente de bosque de llanura aluvial o de ribera, hace referencia para esta Ciénaga a la Gran formación de los “manglares” de agua dulce de *Symmeria paniculata*, que dentro de los objetivos del establecimiento de límites, gracias a su permeancia y poca o ninguna modificación en cuanto a su diversidad por efectos del pulso de inundación, son un excelente indicador del límite del humedal, pues permiten establecer el punto máximo de inundación estacional en cualquier época del año, asociando su presencia con los límites de la inundación durante las aguas altas. Este ambiente se presentó desde la orilla del agua hasta 30 metros sobre los playones, presentándose ya sea como especie exclusiva sobre los playones hasta limitar con la vegetación de tierra firme o para la época de estudio, mezclándose con el final de la serie hídrica con matorrales-herbazales de *Mimosa pigra* y *Bactris guineensis*, marcando el límite de influencia de la cubeta de agua por presencia de suelos anegados que llega hasta el límite de la vegetación de tierra firme.

Ahora bien, la serie seca o de tierra firme corresponde con la presencia de diversos bosques y palmares compuestos por las siguientes especies forestales: bosques de *Tabebuia rosea* y *Crescentia cujete*, palmares de *Attalea butyracea*, bosques de *Cochlospermum vitifolium* y *Astrocaryum malybo*, palmares de *Elaeis oleífera*, bosques de *Spondias mombin*, bosques de *Vitex capitata* y *Xylopia aromatica*,

Palmar mixto de *Cavanillesia platanifolia* y *Sabal mauritiformis* y bosques de *Samanea saman* (Rivera-Díaz, *et al.*, 2013). Dentro de esta caracterización, para la época seca esta serie se presentó en promedio a partir de los 100 metros desde la orilla, limitando con los matorrales-herbazales de *Mimosa pigra* y *Bactris guineensis* o con los bosques de mangle de agua dulce de *Symmeria paniculata*. Dichos bosques de tierra firme se caracterizaron por la presencia de una gran cantidad de especies usadas por las comunidades locales, además de presentarse como una unidad boscosa muy fragmentada rodeada por potreros usados para ganadería o cultivos transitorios.

De esta forma se evidencia para la Ciénaga de Zapatos, como la vegetación acuática compuesta por especies flotantes, emergentes y enraizadas, cuyas comunidades vegetales presentan cambios transicionales relacionados con las fluctuaciones hidrométricas de los pulsos de inundación, así como los bosques de *Symmeria paniculata* de la llanura aluvial que mantienen su composición a lo largo del hidropereodo, se presentan como el límite de este cuerpo de agua en las zonas del ecotono entre éstas y los bosques de tierra firme o es su defecto con zonas transformadas a pastizales.

Dado lo anterior, para la época seca o de estiaje, dentro de los límites propuestos para la Ciénaga se aprecian diversas actividades humanas que afectan las zonas de pantano y playón, como el establecimiento de invasiones que conllevan al aprovechamiento del mangle de agua dulce *Symmeria paniculata* como leña o el pastoreo de ganado, el cual aprovecha la altísima productividad primaria de gramíneas acuáticas como *Paspalum repens*.

Sinergia de los aspectos físicos y bióticos para el establecimiento de límites del humedal Ciénaga de Zapatos

Daniel Sánchez

Las caracterizaciones presentadas en esta contribución para el humedal Ciénaga de Zapatos, han evidenciado desde las diferentes ópticas, sean estas físicas, limnológicas o bióticas, como la estacionalidad climática se presentan como uno de los factores más influyente en las dinámicas de este ecosistema, pues sus variaciones temporales influyen en los pulsos de inundación y en el nivel hidrométrico, con lo cual se presentan variaciones en las características físicas, químicas y biológicas (Álvarez-S, 2013).

Dichas variaciones en el pulso de inundación y en el nivel hidrométrico, se constituyen como base para generar criterios para el establecimiento de límites de este ecosistema cenagoso. Al respecto, desde el punto de vista hidrogeomorfológico, la delimitación física del humedal está dada por los pulsos de inundación y las zonas susceptibles a ser inundadas, las cuales están representadas por aquellas geoformas de origen fluvial, dentro de las cuales se proponen las zonas de susceptibilidad baja a la inundación como el límite físico del humedal, permaneciendo estas geoformas encharcadas cortos periodos del año; al ser el

límite más exterior, en un corte hacia el interior de la ciénaga incluyen como partes integrales de la misma geoformas más cóncavas donde el encharcamiento tiene periodos más prolongados de tiempo o se encuentran permanentemente sumergidas.

Dentro de estas zonas definidas por las geoformas y su dinámica relacionada a la susceptibilidad a la inundación, se encontraron evidentes asociaciones entre los pulsos de inundación y los parámetros bióticos considerados en esta propuesta para el establecimiento de límites funcionales. Al respecto, Vilarly, *et al.*, (2014) destacan a la vegetación hidrófila como el indicador biológico más claro del límite del humedal a escala local. Lo anterior es causa de su falta de movilidad voluntaria que permite relacionarla con condiciones ambientales locales y al vínculo evolutivo que ha llevado a estas especies a depender de forma exclusiva de una significativa presencia de la cubeta de agua, bajo la cual sus fluctuaciones hidrométricas llevan a la transición de las comunidades vegetales hidrófilas.

Para los efectos del establecimiento de límites funcionales, la vegetación presente en la ciénaga incluyó la caracterización no solo de la vegetación hidrófila, sino que incluye a la vegetación terrestre para establecer las zonas de transición o ecotonos. De lo anterior se obtiene tres ambientes que responden al gradiente agua-tierra, denominados como serie hídrica o vegetación acuática, Bosque de llanura aluvial y serie seca o de tierra firme.

La serie hídrica se destaca por componerse de una vegetación estrictamente hidrófila, altamente influenciada por la transición en la estacionalidad climática, la cual propicia la aparición y desaparición de especies. Los bosques de la llanura aluvial se caracterizan por la presencia de especies adaptadas a sobrevivir tanto en periodos donde están completamente anegados como en periodos con total falta de agua, sin que esto afecte su composición, mientras que la serie seca o de tierra firme hace referencia a los bosques que circundan la ciénaga, cuyo desarrollo está relacionado con geoformas altas y bien drenadas fuera del alcance de la inundación. De esta manera se observa una sinergia entre la vegetación y las geoformas, lo cual permite definir al ecotono entre el bosque de tierra firme y las especies tanto del bosque de la llanura aluvial como de la vegetación acuática (serie hídrica) como el límite del humedal.

En esta contribución, la caracterización de los macroinvertebrados acuáticos permitió apreciar desde la fauna, las adaptaciones que esta comunidad ha desarrollado en este ambiente, de forma tal que se adecúa a las variaciones dadas por el pulso de inundación y que además, guarda una estrecha relación con la dinámica que presenta la delimitación del ecosistema, esto como efecto de que los macroinvertebrados sean organismos de movilidad limitada para desplazarse grandes distancias, por lo que son susceptibles a cambios en la composición y abundancia de las plantas acuáticas y a fluctuaciones en las condiciones de las aguas circundantes (Pinilla, 2007).

De forma similar a la zonación observada en la vegetación hidrófila, en esta contribución se aprecia la presencia en tres ambientes para los macroinvertebrados dadas por sus adaptaciones para sobrevivir como estrictamente acuáticos, semiacuáticos y terrestres. Para efectos del establecimiento de límites, su presencia se relaciona directamente con la serie hídrica y los bosques de la llanura aluvial, por lo cual reafirman las propuestas aquí presentadas, sin embargo, dada la falta de estudios al respecto, los alcances de este trabajo no permiten esclarecer en todo un periodo hidroclimático las especies y comunidades con las cuales puedan establecerse a modo de ecotonos una delimitación basada solo en este grupo, ejercicio que abre nuevas preguntas y objetivos de investigación que pueden alimentarse además, de las tan destacadas propiedades bioindicadoras de este grupo, con lo cual un ejercicio de establecimiento de límites podría evidenciar también unas condiciones de la salud del ecosistema.

Finalmente, desde una visión holística, el establecimiento de límites del humedal de la Ciénaga de Zapatosa se aprecia como un proceso jerárquico, en el cual las variaciones hidroclimáticas al modelar los pulso de inundación, inciden en las geoformas y en las zonas donde a través del año, la variación en la hidrometría de la cubeta de agua es el disturbio que activa los cambios en las comunidades de la vegetación y los macroinvertebrados, siendo este proceso dinámico el encargado de establecer el ecotono o límite del humedal con las geoformas y especies no influenciadas por la dinámica de la inundación.

Propuesta del Plan de acción y uso sostenible del Humedal

Amenazas presentes y potenciales

Paola Ortiz

La ciénaga de la Zapatosa al igual que la mayoría de humedales, presenta un incremento anual en las amenazas de origen antrópico como son el incremento de planicies de pastoreo de ganado, deforestación, la pérdida del espejo de agua por la construcción de diques, canales, vías férreas. Adicionalmente los bajos indicadores de acueducto, alcantarillado y gas, trae como consecuencia del vertimiento de aguas servidas a la ciénaga, canales e incluso en las calles de las poblaciones; la generación de enfermedades infecciosas, enfermedades intestinales en los niños, así como una mayor desnutrición y mortalidad infantil. La problemática de la disposición de los residuos sólidos es otro factor que genera contaminación en el ecosistema que aporta al avance de los proceso de eutrofización.

Otras amenazas sobre el ecosistema son la cacería intensiva ya sea por los habitantes o por los animales domésticos, la pesca excesiva, el daño en las áreas clave para la reproducción de anfibios, reptiles y peces, así como la comercialización de fauna silvestre para consumo o como mascotas.

Eventualmente también se han presentado vertimientos de crudo pues el oleoducto Caño limón- Coveñas pasa por el complejo cenagoso y fruto de múltiples atentados; Según un estudio del Instituto Colombiano de Petróleo (ICP), el derrame de petróleo por los atentados a los oleoductos afecta en un 70% a los ríos y quebradas, y 30% actúan contra los ecosistemas cenagosos.

Para el Año 2008, Joaquín Viloría publica el documento “Economía Extractiva y Pobreza en la Ciénaga de la Zapatosa”, donde describe las principales actividades económicas asociadas a la ciénaga y los municipios en jurisdicción, siendo la pesca, agricultura, ganadería, comercio y servicios las actividades frecuentes.

La consecuencia del continuo aprovechamiento de estos servicios ambientales conlleva al fenómeno de la sobreexplotación pesquera es evidente en toda la cuenca del Magdalena desde hace varias décadas. En 1973 las capturas fueron del orden de las 79 mil toneladas, en 1980 habían bajado a 65 mil y en 2006 se habían reducido a seis mil, cuando en condiciones normales las capturas podrían alcanzar unas 20.000 toneladas. También se redujeron las tallas mínimas de captura (TMC): el bagre rayado pasó de 68,3 cm en 1989 a 60,4 cm en 2005, mientras la TMC del bocachico bajó de 38 cm. en 1973 a 27 cm. en 2005.

En la cuenca del Magdalena la pesca es fundamentalmente de especies migratorias (bocachico, bagre rayado y doradas, entre otras), las cuales al remontar el río y regresar a la ciénaga producen los fenómenos más destacados de la pesca denominados subienda, bajanza y mitaca. Indica a su vez que el 20% de los pescadores son analfabetas, y que su ingreso dependa de la estacionalidad climática conlleva a que los pescadores se endeuden durante gran parte del año (desahorro), lo que los obliga a vender su producción al comercializador que les presta dinero y elimina sus posibilidades de ahorro (Viloría, 2008), hecho que conduce a que se incrementen otros impactos sobre los ecosistemas aledaños como la tala para construcción, cocina de leña, aumento de la frontera agrícola y consumo de especies silvestres pues en la región es común la ingesta de iguana, hicotea, tortuga de río, guartinaja y pato real , en muchas ocasiones para su cacería los pobladores prenden fuego a la vegetación a orillas de las ciénagas, sitios en donde se refugian las tortugas durante el período seco. Se calcula que en esta zona la caza ilegal de hicotea ocasiona cada año la quema de unas 10.000 hectáreas, situación que repercute negativamente en la actividad pesquera, ya que en esta vegetación se encuentra el alimento de diversas especies ícticas (Ecofondo, 2014).

El consumo de los recursos naturales de la ciénaga de Zapatosa son alarmantes y fruto de la problemática de diverso origen como la pobreza, la falta de oportunidades laborales y la falta de educación no sólo en los ciclos básicos sino en la concientización de los ecosistemas circundantes. La sobreexplotación y la tala indiscriminada en el complejo de Zapatosa ha llevado a que la deforestación haya sobrepasado los límites que permitan asegurar la biodiversidad. Así mismo, los humedales están colmatados y contaminados por sedimentos, agroquímicos, aguas residuales y basuras domésticas de las poblaciones que están a orillas de las ciénagas. La disminución de las capturas también se relaciona con el mal manejo

que le han dado al equilibrio hídrico que debe existir entre el río y la ciénaga. En efecto, la construcción de la carretera de doce kilómetros entre Tamalameque (La Oreja) y El Banco, obstruyó el intercambio de aguas entre el río y la ciénaga, ya que taponó los caños Tamalagué y Patón, disminuyendo así el efecto esponja o derrame que cumple la ciénaga. Este playón que se encuentra entre la Zapatosa y el Magdalena ha sido cultivado con pastos y palma africana, lo que obstaculiza el flujo de los caños mencionados (Viloria, 2008).

Con base en la resolución 196 de 2006 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (Rangel, *et all.*, 2007) plantea una zonificación que incluye las siguientes categorías de impactos antrópicos sobre el ecosistema:

- Oferta ambiental: Bienes y servicios ambientales, resultado directo de la caracterización ecológica (mapas de vegetación actual, de precipitaciones y de suelos).
- Demanda ambiental: Engloba los aspectos relacionados con uso actual del recurso tanto en la parte acuática como en la zona alrededor del la ciénaga.
- Conflictos ambientales: Trata lo relativo a incompatibilidades entre utilización de la oferta ambiental o recursos y la demanda, quizá el renglón de manejo más delicado por los conflictos fuertes entre los poseedores de la tierra y los desposeídos, los campesinos pobres y necesitados que ven en las ciénagas el soporte de su sustento y las autoridades ambientales y la comunidad interesada en la conservación de las ciénagas. No obstante estos variados intereses, la comunidad interesada en la preservación, asiste pasivamente al progresivo deterioro de las condiciones ecológicas de los sistemas que son depósitos valiosos de biodiversidad regional y nacional.

Propuesta del Plan de manejo

Paola Ortiz

Dada la importancia a nivel Ecosistémico y social que tiene el complejo cenagoso de la Zapatosa, es necesario implementar acciones que permitan la conservación y la restauración ecológica de este complejo de humedales. Para la el ejercicio de los programas de protección de la biodiversidad y uso sostenible, es necesaria la zonificación del ecosistema en áreas de protección, restauración, recreación y uso sostenible, con base en la clasificación hecha por (Rangel, 2007) se dividen así:

- Áreas de preservación y protección ambiental - Zona de la ronda: Áreas sujetas a la influencia directa de la estacionalidad de las lluvias y de los caudales de los ríos Cesar y Magdalena, con dos épocas de aguas altas y dos de aguas bajas. La extensión de esta zona puede abarcar entre 30 y 100 metros desde la orilla en el nivel de la época de aguas altas hacia la parte continental.

- Áreas de recreación. Zonas donde se pueden ejecutar actividades no extractivas. Desarrollo social de la comunidad. Esta zona debe estar libre de las actividades agrícolas, inclusive en la época de verano. Se deben restringir los cultivos transitorios y se recomienda no usar abonos y pesticidas.
- Áreas de restauración ambiental. Se trata de facilitar que los ecosistemas restablezcan sus condiciones naturales en función, composición y estructura. Se debe colocar especial atención a los pastizales dominados por *Paspalum repens* y otras especies de Poaceae (gramalote, churri, canutillo), cuyos tapetes en época de aguas altas y aún en la de aguas bajas son auténticas salacunas para las especies de animales acuáticos, incluyendo peces. Los usos permitidos se relacionan con investigación, con la utilización por parte de los pobladores en labores de pesquerías y en puertos de embarque. Deben quedar erradicados los usos relacionados con la intromisión de ganadería de todo tipo, vacuno, porcino, caballar. El uso principal debe ser ecológico y de conservación.
- Área de producción sostenible (zona de intervención indirecta). Se incluyen terrenos ubicados en las terrazas bajas y medias, los cuales aunque distantes de la ciénaga cuando se les utiliza en exceso y no se toman precauciones para controlar la erosión, pueden repercutir en la salud del humedal.

Para el año 2014 se implementó por parte de la Corporación Autónoma regional del Cesar el Plan de Manejo de los Humedales del sur del Cesar, en el cual declaran las siguientes áreas:

1. Áreas de preservación y protección ambiental

- Uso principal: Forestal protector (Se refiere al mantenimiento de cobertura vegetal en su estado actual. En los humedales existen zonas donde la vegetación original corresponde a comunidades de especies acuáticas no forestales)
- Uso compatible:
 - ✓ Investigación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos
 - ✓ Procesos de educación ambiental.
 - ✓ Extracción de productos secundarios del bosque (frutos, latex, tintes, cogollos de palma estera)
- Uso condicionado:
 - ✓ Recreación pasiva.
 - ✓ Mantenimiento de equipamientos preexistentes.
 - ✓ Pesca artesanal
- Uso prohibido: Los no contemplados dentro de los usos principales, compatibles y condicionados.

2. Áreas de recuperación ambiental

- Uso principal: Restauración de los ecosistemas originales o rehabilitación/recuperación de la estructura y la función de la cobertura vegetal.
- Uso compatible:
 - ✓ Investigación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos
 - ✓ Procesos de educación ambiental.
 - ✓ Extracción de productos secundarios del bosque (frutos, latex, tintes, cogollos de palma estera)
- Uso condicionado:
 - ✓ Aprovechamiento forestal de especies exóticas
 - ✓ Pesca artesanal
 - ✓ Recuperación hidrogeomorfológica para control y manejo de inundaciones
 - ✓ Infraestructura requerida para actividades de monitoreo hidrometeorológico, ambiental (calidad de agua, suelo, aire) y de amenazas y riesgos.
 - ✓ Infraestructura de servicios públicos domiciliarios, sujeto a la aprobación por parte de la autoridad ambiental.
- Uso prohibido: Los no contemplados dentro de los usos principales, compatibles y condicionados.

3. Áreas de producción sostenible bajo condicionamientos ambientales específicos

- Uso principal: Agrícola y pecuarios tradicionales (incluye sistemas agroforestales y silvopastoriles)
- Uso compatible:
 - ✓ Forestal productor (bajo esquemas de producción sostenible de bajo impacto ambiental que contribuyan a la conectividad de los ecosistemas, al mantenimiento de los servicios ecosistémicos como la polinización y la regulación de pestes y plagas, a la regulación hídrica y a la conservación del suelo).Procesos de educación ambiental.
 - ✓ Vivienda del propietario
 - ✓ Ecoturismo, etnoturismo y agroturismo.
 - ✓ Recuperación hidrogeomorfológica para control y manejo de inundaciones.

- Uso condicionado:
 - ✓ Mantenimiento de equipamientos y de la red vial preexistentes.
 - ✓ Instalaciones públicas rurales destinadas a brindar servicios de educación básica y puestos de salud a los pobladores rurales a escala local.
 - ✓ Infraestructura requerida para actividades de monitoreo hidrometeorológico, ambiental (calidad de agua, suelo, aire) y de amenazas y riesgos.
 - ✓ Infraestructura de servicios de telecomunicaciones
 - ✓ Infraestructura de servicios de seguridad ciudadana
 - ✓ Infraestructura de servicios públicos domiciliarios, a excepción de infraestructura para la disposición final de residuos sólidos, sujeto a la aprobación por parte de la autoridad ambiental.
 - ✓ Captación de aguas o incorporación de vertimientos sujetos a la normatividad vigente y aprobación por parte de la autoridad ambiental.
 - ✓ Construcción de infraestructura de apoyo para actividades de recreación, embarcaderos, puentes y obras de adecuación, desagües de instalaciones de acuicultura sujetos a la aprobación de la autoridad ambiental competente.
 - ✓ Infraestructura de apoyo para los usos previstos como principales, y compatibles

La infraestructura debe asegurar una impermeabilización mínima del suelo de manera que no se afecten los procesos de infiltración y debe asegurar que no se generen contaminantes que puedan infiltrarse al agua subterránea o que contaminen el agua superficial.

- Uso prohibido: Los no contemplados dentro de los usos principales, compatibles y condicionados.

Una vez cartografiada el área es posible la asignación de valores a las coberturas vegetales y usos del suelo para la obtención cuantitativa de áreas en cada una de las categorías anteriormente mencionadas y obtener mapas para el establecimiento de límites similares al que se muestra en la Figura 35 de la zonificación esperada propuesta por Rangel & Arellano-P (2007).

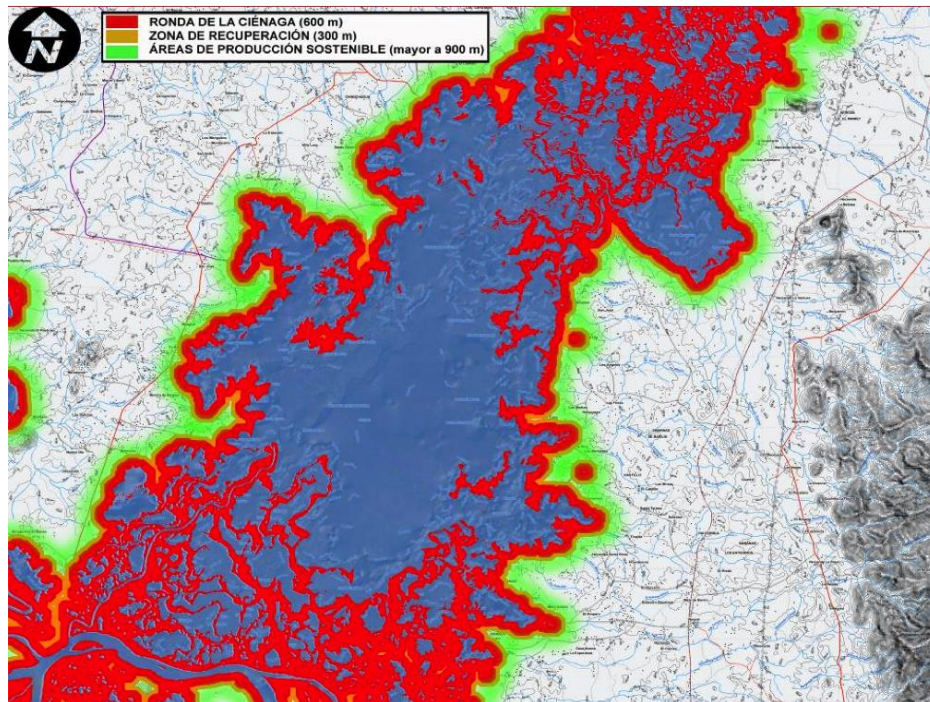


Figura 35. Zonificación propuesta por Rangel & Arellano-P (2007) para la Ciénaga de Zapatos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La propuesta para el establecimiento de límites del humedal Ciénaga de Zapatos, bajo la sinergia de los criterios geomorfológicos, hidrológicos y biológicos, se apreció como un proceso holístico, en el cual como sistema ecológico presentan una sinergia entre sus componentes a través de las jerarquías de los subsistemas, donde las variaciones hidroclimáticas modelan los pulso de inundación, que inciden en las geoformas y en las zonas donde a través del año, la variación en la hidrometría de la cubeta de agua es el disturbio que activa los cambios en las comunidades de la vegetación y los macroinvertebrados, siendo este proceso dinámico el encargado de establecer el ecotono o límite del humedal con las geoformas y especies no influenciadas por la dinámica de la inundación.

Esta delimitación se propone sea integrada a procesos políticos y sociales, para apreciar las dinámicas del ecosistema desde un enfoque socioecológico, de forma tal que las amenazas y presiones del ecosistema puedan ser manejadas y gestionadas en un marco de uso sostenible, principalmente para la época seca o de estiaje, donde la reducción de la cubeta de agua deja áreas que desde esta propuesta se consideran hacen parte del humedal y son afectadas por actividades antrópicas, siendo fundamentales para las redes tróficas o los procesos de sucesión vegetal.

Se recomienda finalmente una caracterización del ecosistema en un periodo hidroclimático completo, dada la importancia de apreciar bajo los objetivos del establecimiento de límites, factores ecosistémicos que en algunos casos dada la falta de información no pudieron ser integrados a esta propuesta.

AGRADECIMIENTOS

A las comunidades del área de influencia de la Ciénaga de la Zapatosa, autoridades regionales y Policía Nacional por facilitar el trabajo de campo con su constante apoyo y hospitalidad y al Fondo de Adaptación por financiar este proyecto.

REFERENCIAS

Agadjihouede, H., Montchowui, E., Montcho, S., Bonou, C & P, Laleye. Growth and development of three species of the zooplankton (*Brachionus Calyciflorus*, *Moina micrura* and *Thermocyclops* sp.) breeding on poultry dropping in mixed condition in tanks. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies* 2014; 2(1): 189-196

Anderson. 1976, Lambin, E., Geist. H. (2006). *Land-Use and Land-Cover Change: Local Processes and Global Impacts*. Berlin, Alemania: Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

Álvarez, J. P. 2013. Aspectos limnológicos (Físico-química, fitoplancton y zooplancton) de las ciénagas de Zapatosa, Mata de Palma y la Pachita (Caribe Colombiano) y su relación con la fluctuación en el nivel hidrométrico. *Talking Shop: The Language Of Craft In An Age Of Consumption*. En: Colombia ISBN: 978-958-761-506-7 ed: Instituto De Ciencias Naturales Universidad Nacional De Colombia , v. , p.393 - 451 ,2013

Aristizábal, H. 2002. Los hemípteros de la película superficial del agua en Colombia. *Academia colombiana de ciencias exactas, físicas y naturales*. Bogotá, Colombia. 239 pp.

APHA (American Public Health Association), AWWA (American Water Works Association), WPCF (Water Environment Federation). 1998. *Standard methods for the examination of water and wastewater 20th ed.* prepared and published jointly by; joint editorial board, Lenore S. Clesceri, Arnold E. Greenberg, Andrew D. Eaton ; managing editor, Mary Ann H. Franson. Washington, D.C.

Ávila, S. & S. Estupiñán. Evaluación de la calidad microbiológica del agua de la ciénaga de Zapatosa. En: J.O. Rangel-Ch. (compilador). *Estudio de inventario de fauna, lora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatosa. Informe final de actividades*. 2007. Pp. 471-495. Convenio inter-

administrativo Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, CORPOCESAR. Disponible en:

http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatoza_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

BANREP. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional: Economía Extractiva y Pobreza de la Ciénaga de Zapatoza. Banco de la Republica. Joaquín Viloria De La Hoz. No. 103. 2008. ISSN 1692-3715. Disponible en:

http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-103.pdf. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Castellanos, P. M. & C. Serrato: Diversidad de macroinvertebrados acuáticos en un nacimiento de río en el Páramo de Santurbán, Norte de Santander. Rev. Acad. Colomb. Cienc. 32(122): 79-86, 2008. ISSN 0370-3908.

César, II., Martín, S., Gullo, B. & R. Liberto. Biodiversity and ecology of Hirudinea (Annelida) from the Natural Reserve of Isla Martín García, Río de la Plata, Argentina. Braz. J. Biol., 69(4): 1107-1113, 2009

CORPOCESAR-UNAL. Caracterización Biofísica y Línea Base Ambiental Ciénaga de Zapatoza y otros Sectores. Corporación Autónoma Regional del Cesar-Universidad Nacional de Colombia. 2008. MAVDT (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Territorial). Gobernación del Cesar. Disponible en:

<http://www.corpocesar.gov.co/czapatoza.html>. [citado el 15 de diciembre de 2014].

Correa, M. (2004). Estudio Comparativo de las Familias Anyphaenidae, Araneidae, Mimetidae, Tetragnathidae y Teridiidae (Arachnida: Araneae) en los Humedales San Isidro y San José Comondú, Baja California Sur, Mexico. (Tesis de Maestría). Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste. La Paz.

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

Domínguez, E., Molineri, C., Pescador, M.L., Hubbard, M.D. & C. Nieto. 2006. Ephemeroptera of South America. In: Adis, J., Arias, J.R., Rueda-Delgado, G. & K.M. Wantzen (Eds.): Aquatic Biodiversity in Latin America (ABLA). Vol. 2. Pensoft, Sofia-Moscow, 646 pp.

Domínguez, E & H, Fernández. 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 654 pp.

Dugand, A. 1998. Bosquejo parcial de la distribución vegetal en Colombia y algunos aspectos interesantes de su flora. En: Geobotánica, Botánica y Ecología Vegetal. Ministerio del Medio Ambiente, Corporación Autónoma Regional del Atlántico. Pp: 207-327.

Galvis, G., M. Gutiérrez & Y. López. Peces. En: J. O. Rangel-Ch. (compilador). Estudio de inventario de fauna, lora, descripción biofísica socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatosa. 2007. Informe final de actividades. Pp. 503-555. Convenio interadministrativo Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, CORPOCESAR. Disponible en:

http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatosa_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Gentry, A. 1988. Patterns of plant community diversity on geographical and environmental gradients. *Ann. Missouri Bot. Gard.* **75**: 1-52.

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

Hall, L. Krausman, P. and Morriso, M. 1997. The habitat concept and a plea for standard terminology. *Wildlife Society Bulletin* 1997, 25(1):173-182

Heckman, C. W. 2006. Encyclopedia of South American Aquatic Insects: Odonata - Anisoptera. Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 725 pp.

Heckman, C.W. 2008. Encyclopedia of South American aquatic insects: Odonata - Zygoptera: Illustrated Keys to Known Families, Genera, and Species in South America. Springer, 2008 - 687 p.

IDEAM. Establecimiento de la Línea Base Ambiental del Complejo Cenagoso de Zapatosa. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. Subdirección de Hidrología. 2012. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Disponible en:

<http://www.corpocesar.gov.co/files/DOCUMENTOBATIMETRIACGA.pdf>. [citado el 15 de diciembre de 2014].

IGAC. Levantamiento de Cobertura Vegetal y Uso Actual de las Tierras en Colombia. Mapa y memoria explicativa. Instituto Geográfico Agustín Codazzi - IGAC-, Instituto Colombiano Agropecuario -ICA-.Bogotá, 1987. 43 p.

IGAC. Corporación Autónoma Regional del Río Grande de la Magdalena & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2008). Mapa de la Cobertura de la Tierra, Cuenca Magdalena-Cauca: Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia escala 1:100.000

(ICP, 2002) Instituto Colombiano de Petróleo: Los derrames de petróleo en ecosistemas Tropicales, Bucaramanga.

Jaramillo, J. C. 2003. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados acuáticos asociados a macrófitas flotantes y su relación con la calidad del agua en la ciénaga Colombia. Cauca, Antioquia. Revista Ingenierías. Universidad de Medellín (3): 105-120.

Longo, M. Lasso, C. A. 2014. Macroinvertebrados acuáticos. En Informe Criterios biológicos y ecológicos: aportes para la identificación, caracterización y delimitación de los humedales interiores de Colombia. Lasso, C. A., Gutiérrez F. P. y Morales-B, D. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fondo Adaptación. Convenio 13-014 (FA 005 de 2013).

López, C., Villalobos, M & E, Gonzáles. Estudios sobre el zooplancton de los embalses de Venezuela: Estado actual y recomendaciones para futuras investigaciones. CIENCIA 9(2), 217-234, 2001

Martínez-Rodríguez & Pinilla-A. Valoración de la Calidad del Agua de Tres Ciénagas del Departamento de Cesar Mediante Macroinvertebrados Asociados a *Eichhornia crassipes* (Pontederiaceae). Caldasia 36(2):305-321. 2014

Meza-S, A., Rubio-M, J & J, M-Walteros. Calidad De Agua y Composición De Macroinvertebrados Acuáticos En La Subcuenca Alta Del Río Chinchiná. Caldasia 34(2):443-456. 2012

Monzón, A., Casado, C., Montes, C & García de Jalón, D. Organización Funcional de las Comunidades de Macroinvertebrados Acuáticos en un Sistema Fluvial de Montaña (Sistema Central, Río Manzanares, España). Limnetica, 7: 97-112 (1991)

Morales-B, D. Gutiérrez, F. Lasso, C. 2014. Humedales: Identificación y definiciones. En Informe Criterios biológicos y ecológicos: aportes para la identificación, caracterización y delimitación de los humedales interiores de Colombia. Lasso, C. A., Gutiérrez F. P. y Morales-B, D. Instituto de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Fondo Adaptación. Convenio 13-014 (FA 005 de 2013).

Morales-Castaño, I., Rojas, N., Jiménez, L., Devia, N & G. Amat-García. 2013. Chinchas Acuáticas (Hemiptera) y Libélulas (Odonata) del Complejo Cenagoso de Zapatosa (Departamento De Cesar, Colombia). En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Moreno, M.C. 2007. Análisis sedimentológico de la ciénaga de Zapatosa, Cesar. En: J. O. Rangel-ch. (Compilador). Estudio de inventario de fauna, lora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatosa. Informe

final de actividades. Pp.376-389. Convenio inter-administrativo Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, CORPOCESAR. Disponible en:

http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatoza_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Pardo, A & L. Bolea. El Registro Fossil de los Crustaca: Apuntes sobre su origen y evolución. Bol. Sea, 16 (1996), PaleoEntomologia: 67-76.

Pérez, A. Rivera, M. Herrera, D. Navarrete, F. Camargo, L. 2002. Política Nacional para Humedales interiores de Colombia Estrategias para su conservación y uso sostenible. Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá D.C., julio de 2002.

POLÍTICA NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS. Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. República de Colombia. 2014. Disponible en:

https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Biodiversidad/010812_PNGIBSE_2012.pdf. [citado el 15 de diciembre de 2014].

Prieto, M., De la Cruz, L & M, Morales. Cultivo experimental del cladocero Moina sp alimentado con Ankistrodesmus sp y Saccharomyces cerevisiae. Rev. MVZ Córdoba 11 (1): 705-714, 2006

RAMSAR. Manual de la Convención Ramsar: Guía de la Convención sobre los Humedales (Ramsar, Irán, 1971). 4ª. Edición. 2006. Secretaria de la Convención de Ramsar, Gland (Suiza). Disponible en:

http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/pdf/lib/lib_manual2006s.pdf. [citado el 08 de diciembre de 2014].

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

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

Rangel-CH., H. Arellano-P. 2007. Caracterización ecológica y zonificación ambiental de la ciénaga de Zapatoza. En: J. O. Rangel-ch. (compilador). Estudio de inventario de fauna, flora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatoza. Informe final de actividades. Convenio interadministrativo Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, CORPOCESAR.

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

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

Rangel, O. 2012. Las Ciénagas del Departamento del Cesar: Zapatosa y Ciénagas del Sur, Biodiversidad y Conservación. J. Orlando Rangel Ch. (Editor). CORPOCESAR-Universidad Nacional de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales. Disponible en: http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatosa_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Rangel, O. (ed). 2012. Las Ciénagas del departamento del Cesar: Zapatosa y Ciénagas del Sur, Biodiversidad y Conservación. Colombia Diversidad Biótica. Publicación Especial No 7. Instituto de Ciencias Naturales., Corpocesar. Colombia. 77 pp

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

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

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

Raskin, P.g., Gallopin, P., Gutman, P., Hammond, A. & R, Swart. Bending the curve: Towards global sustainability, 1998. Stockholm Environment Institute Stockholm. En: Rincón *et al.*, (2014). Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, (VIBSE): Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp. Disponible en: http://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/2014/nationalreports/COP12/cop12_nr_colombia.pdf. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Rincón-Ruíz, A., Echeverry-Duque, M., Piñeros, A. M., Tapia, C. H., David, A., Arias-Arévalo, P. & Zuluaga, P. A. Valoración integral de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, (VIBSE): Aspectos conceptuales y metodológicos. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). 2014. Bogotá, D. C. Colombia, 151 pp. Disponible en: file:///C:/Users/user/Downloads/VIBSE_2014.pdf. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Rocha, M. Crustáceos, decápodos. En: J. O. Rangel-ch. (compilador). Estudio de inventario de fauna, lora, descripción biofísica y socioeconómica y línea base ambiental ciénaga de Zapatosa. 2007. Informe final de actividades. Pp.338-340. Convenio inter-administrativo Universidad Nacional de Colombia-Instituto de Ciencias Naturales, CORPOCESAR. Disponible en: http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatosa_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Rocha, M. Diversidad de los cangrejos de agua dulce en la región Caribe (Crustacea: Brachyura). En: J.O. Rangel-Ch. (ed). Colombia Diversidad Biótica XII. 2012. La región Caribe de Colombia. 813-819. Universidad Nacional de Colombia - Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá. Disponible en: http://www.academia.edu/5911075/Las_ci%C3%A9nagas_del_departamento_del_Cesar_Zapatosa_y_Ci%C3%A9nagas_del_SurBiodiversidad_y_Conservaci%C3%B3n. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Rivera-Díaz, O. 2010. Flora. Colombia Diversidad Biótica IX: Ciénagas de Córdoba: Biodiversidad-Ecología y manejo ambiental: 121-205. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rivera-Díaz, O. J.O. Rangel-Ch, A. Avella-Muñoz, J.D. García, S. Castro. 2013. Las plantas con flores del complejo cenagoso Zapatosa -Incluye localidades de Mata de Palma y La Pachita. Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar: 203-242. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rivera J., Pinilla G, & D, Camacho. Grupos Tróficos de Macroinvertebrados Acuáticos en un Humedal Urbano Andino de Colombia. Acta Biológica Colombiana, vol. 18, núm. 2, mayo-agosto, 2013, pp. 279-292

Rocha, M & L, Cardona. 2013. Crustáceos Decápodos de la Ciénaga de Zapatosa y del Complejo Cenagoso del Sur del Cesar. En: J. O. Rangel-Ch. (ed.). Colombia Diversidad Biótica XIII. Complejo cenagoso Zapatosa y ciénagas del Sur del Cesar. Universidad Nacional de Colombia- Instituto de Ciencias Naturales. Bogotá D.C.

Rodríguez, E & Fernández, H. R (Eds.). 2009. Macroinvertebrados bentónicos suramericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo, Tucumán, Argentina. 656 pp.

Roldán, G. 1998. Guía para el estudio de los macroinvertebrados acuáticos del Departamento de Antioquia. Fondo FEN, Colombia, Colciencias, Universidad de Antioquia. Ed. Presencia, Bogotá, Colombia.

Roldán, G & Ramírez, J. 2008. Fundamentos de limnología tropical. 2º edición. Editorial Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia.

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

Salaman, P.G. & Donegan, T.M. (Eds.) Presenting the first biological assessment of Serranía de San Lucas, 1999-2001. (2001). Colombian EBA Project Report Series 3, 36 pp. Disponible en: http://www.proaves.org/IMG/pdf/EBA_3_San_Lucas_report_2001-2.pdf. [citado el 08 de diciembre de 2014].

Sipauba-Tavares, LH., TruzziI, BS. & Berchielli-Morais, FA. Growth and development time of subtropical Cladocera *Diaphanosoma birgei* Korinek, 1981 fed with different microalgal diets. Braz. J. Biol. [online]. 2014, vol.74, n.2, pp. 464-471. ISSN 1519-6984.

Sarma, S., Jurado, P & S. Nandini. Effect of three food types on the population growth of *Brachionus calyciflorus* and *Brachionus patulus* (Rotifera: Brachionidae). Rev. biol. trop vol.49 n.1 San José Mar. 2001

UNIÓN EUROPEA. Proyecto DEL de la Unión Europea para Colombia. Plan para el Uso Sostenible de la Biodiversidad: Región Complejo de Zapatosa. Asociación de Corporaciones Autónomas Regionales ASOCARS-Ministerio de Industria y Comercio. Desarrollo Económico Local y Comercial en Colombia (DEL), Región Complejo Cenagoso de Zapatosa. 2011. Disponible en: [C:\Users\Daniel Sánchez\AppData\Downloads\Plan-para-el-uso-sostenible-de-la-biodiversidad-de-la-region-Complejo-Cenagoso-de-Zapatosa \(1\).pdf](C:\Users\Daniel Sánchez\AppData\Downloads\Plan-para-el-uso-sostenible-de-la-biodiversidad-de-la-region-Complejo-Cenagoso-de-Zapatosa (1).pdf). [citado el 15 de diciembre de 2014].

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

Villabona, S. Aguirre, N. Estrada, A. 2011. Influencia de las macrófitas sobre la estructura poblacional de rotíferos y microscrustráceos en un plano de inundación tropical. *Rev. Biol. Trop.* Vol. 59. 2011. pp. 853-870.

ANEXOS

ANEXO A. Catálogo fotográfico local de especies.

ANEXO B. Base de datos de los registros georreferenciados.

ANEXO C. Base de datos Darwin Core (SIB-Colombia).

ANEXO D. Copia de la Bibliografía.

ANEXO E. Cartografía.

ANEXO F. Resultados Laboratorio (Caracterización físico-químicas).