

Análisis de las condiciones geográficas y ecológicas del humedal La Segua, provincia de Manabí, Ecuador

Geographical and ecological study of the wetland La Segua, province of Manabí, Ecuador

Argenis de Jesús Montilla-Pacheco^{1*}; Martha Narciza Zambrano-Vera²; Carlos Reyna-Palma³

¹ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Hotelería y Turismo, Carrera de Turismo. Manta, Manabí, Ecuador.

² Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Gestión, Desarrollo y Secretariado Ejecutivo. Manta, Manabí, Ecuador.

³ Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Departamento Central de Investigación. Manta, Manabí, Ecuador.

* Autor para correspondencia: argenismontilla@hotmail.com

Resumen

El humedal La Segua está ubicado en la cuenca baja de los ríos Chone y Carrizal. Es el hábitat de numerosas especies, muchas de las cuales están amenazadas por la cacería, pesca y agricultura, esta última en tierras emergidas, pues aun cuando el humedal es permanente, el espejo de agua se reduce en la temporada seca, quedando áreas donde se realizan actividades agropecuarias. El objetivo de este trabajo fue estudiar el humedal desde el punto de vista ecogeográfico empleando tecnologías de sistemas de información geográfica, para aplicar la técnica multivariada de la clasificación no supervisada sobre imágenes de satélite Landsat de los sensores TM y ETM de los años 2006 y 2015 con las que se obtuvieron diferentes tipos de cobertura. La información recogida se complementó con investigación de campo apoyada en entrevistas no estructuradas a informantes claves en seis unidades de producción y consultas de fuentes de bibliográficas. Se encontró que el humedal presenta complejos problemas relacionados con mala calidad del agua por eutrofización y uso de agroquímicos, contaminación del suelo, aumento de sedimentación, reducción del tamaño del cuerpo de agua, y cambios en la biodiversidad, especialmente en especies de la ictiofauna.

Palabras clave: Agricultura; Biodiversidad; Calidad de agua; RAMSAR; Teledetección.

Abstract

The La Segua wetland is located in the lower basin of the Chone and Carrizal rivers. It is the habitat of many species, many of which are threatened by hunting, fishing and agriculture, the latter in emerged lands, because even when the wetland is permanent, surface water is reduced in the dry season, leaving areas where agricultural activities are then carried out. The objective of this work was to study the wetland from the ecogeographic point of view using of geographic information system technologies. Specifically, the multivariate technique of unsupervised classification was applied to three Landsat satellite images of the TM and ETM sensors of 2006 and 2015 with which the different types of coverage were obtained. The information collected was complemented with field research supported by informal in-depth interviews with key informants in six production units and bibliographic source queries. It was found that the wetland presents complex problems related to poor water quality through eutrophication and use of agrochemicals, soil contamination, sedimentation, water body size reduction, and changes in biodiversity, especially in species of Ichthyofauna.

Key words: Farming; Biodiversity; Water quality; Ramsar; Remote sensing



Recibido: 19 de marzo, 2017
Aceptado: 2 de junio, 2017

Introducción

La práctica de actividades económicas, particularmente de agricultura y ganadería, de forma inapropiada en lugares ambiental y ecológicamente frágiles es común en diferentes regiones de la geografía mundial. A ello, necesariamente habría que agregar la ausencia de políticas orientadas a la planificación del espacio y al ordenamiento territorial. Estas circunstancias se han conjugado para materializar un buen número de desajustes y desequilibrios ambientales en ecosistemas de bosques y sabanas, pero también en ecosistemas acuáticos como son los humedales, en extremo sensibles a la acción del hombre.

Frente a lo descrito surgen alternativas y propuestas para frenar procesos de degradación de ecosistemas de interés prioritario. En 1971 fue creada la Convención Internacional de Humedales (RAMSAR) que tiene entre sus objetivos la conservación y el uso racional de los mismos, mediante acciones locales y nacionales, gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo (RAMSAR, s/f). Así, en Ecuador se han elevado a la categoría de sitios RAMSAR un total de 18 humedales, siendo el de La Segua el quinto de importancia nacional (Baker, Lawrence, Montagne & Patten, 2006).

Distintos estudios y proyectos se han adelantado para aproximarse al conocimiento del entorno ecológico y ambiental de estos ecosistemas, así como su preservación, particularmente en el humedal en estudio. Fue así como en 1993, el Programa de Manejo de Recursos Costeros (PMRC) (1995) formula un proyecto cuyo objetivo general fue contribuir al desarrollo racional y al uso sostenible de los recursos costeros del Ecuador, dentro de los cuales se incluía el humedal de La Segua. Este proyecto, en específico, planteaba la reducción y control de la degradación ambiental del humedal, mejorar la capacidad para proteger y recuperar sus ecosistemas, así como procurar el bienestar y las oportunidades económicas de la población.

Igualmente, entre 1994 y 1997 se hicieron estudios de flora y fauna que dieron como resultado la identificación de unas 150 especies de aves en La Segua (Velásquez, Burgos, Zambrano & Gastezzi, 1994). En 2000, Gastezzi y López realizaron para el mismo lugar un inventario con un listado comentado y cuantificado de la población de aves, contribuyendo en buena medida al conocimiento de la biodiversidad del humedal (Gastezzi & López, 2000).

Adicionalmente Suárez (2010) desarrolló un trabajo bajo un enfoque jurídico, en el cual describe la situación legal que rigen las iniciativas de conservación en tres humedales: Abras de Mantequilla, La Segua e Isla Santay. Este resulta muy valioso por cuanto orienta las acciones que procuran salvaguardar la integridad de los ecosistemas asentados en estos humedales.

Debido a la dinámica del humedal, expresada en importantes cambios del paisaje, es necesario efectuar de manera casi permanente, distintas investigaciones que conlleven a identificar su evolución ambiental y las consecuencias derivadas. Una de las vías más apropiadas para investigar humedales es el empleo de tecnologías de sistemas de información geográfica y teledetección espacial (Pérez, 2011), ya que estas, en los últimos años se han desarrollado vertiginosamente, diseñando aplicaciones para casi todas las geociencias, ofreciendo ventajas para la localización de espacios geográficos, observación de fenómenos temporales e integración de resultados en un Sistema de Información Geográfica (SIG), reduciendo de forma sustancial el tiempo empleado y el dinero invertido en investigaciones de tópicos geoespaciales (Baker, Lawrence, Montagne & Patten, 2006; Shanmugam, Yu-Hwan & Shanmugam, 2006).

Por todo lo anterior, el objetivo del presente trabajo es hacer mediante la aplicación de sistemas de información geográfica un análisis de los aspectos ecológicos y ambientales del humedal La Segua, con el anhelo que la información resultado del estudio pueda ser aprovechada por los or-

ganismos competentes para actualizar el plan de manejo existente para esta área protegida, o bien para elaborar proyectos de desarrollo y aprovechamiento de recursos naturales que involucre el espacio físico sobre el que se asienta.

Metodología

La Segua está ubicada en el centro de la provincia de Manabí, forma parte de la geografía del cantón Chone, específicamente sobre el espacio que pertenece a la parroquia San Antonio. La superficie del humedal alcanza unas 1 750 hectáreas, en las que se incluyen áreas permanentemente húmedas como también aquellas que

quedan sumergidas solo en la temporada lluviosa que se produce entre los meses de diciembre y mayo. El humedal se localiza muy cerca de estuario del río Chone, próximo a la confluencia con el río Carrizal (Figura 1).

La metodología empleada consistió en una revisión de información bibliográfica referida a las condiciones físico-naturales del humedal y de manera especial aquella que hace un abordaje de asuntos ecogeográficos. También se consultaron trabajos que estudian problemas ambientales vinculados al uso de insumos agroquímicos, bien sea fertilizantes, herbicidas y fungicidas.

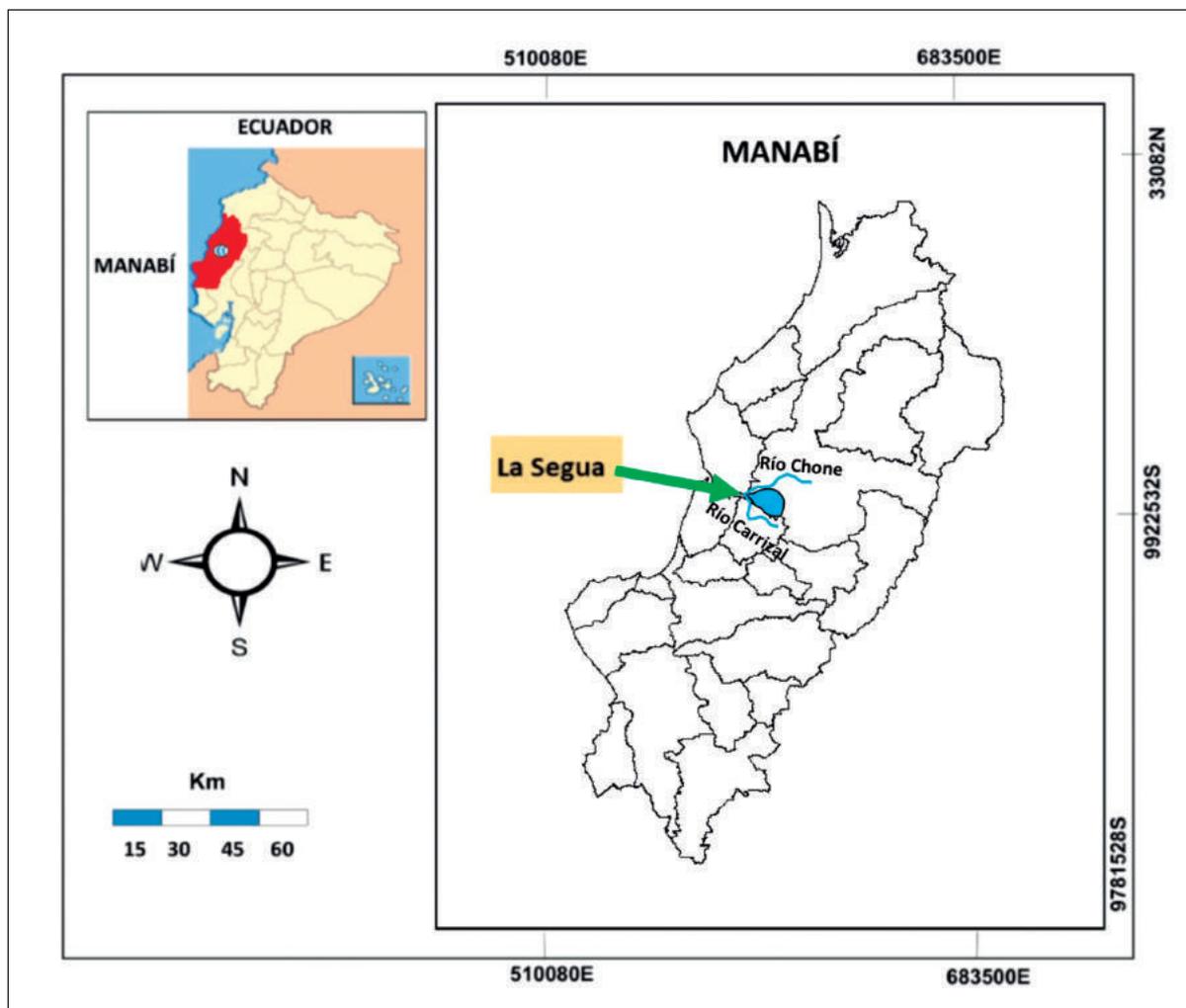


Figura 1. Ubicación relativa del humedal La Segua, cantón Chone, provincia de Manabí, Ecuador.

Por otra parte, algunos aspectos de interés geográfico, como centros poblados, cobertura de la tierra, hidrografía y cuerpos de agua, entre otros, fueron generados por medio de la aplicación de tecnologías de sistemas de información geográfica y sensores remotos. A tal efecto se emplearon dos imágenes de satélite Landsat de los sensores TM y ETM, Landsat 5 año 2006 y Landsat 8 año 2015, correspondientes al path/row 011/061. Estas fueron descargadas de la página del Servicio Geológico de los Estados Unidos de América (www.usgs.gov), se recortaron ajustándose al área de estudio y se corrigieron geoméricamente utilizando herramientas de Arc Gis, en el Sistema de Referencia WGS84, proyección UTM, zona 17S. Dentro de cada imagen, el área de interés, por ser muy reducida, presentaba poca cobertura de nubes, lo cual facilitó el trabajo y permitió realizar una clasificación no supervisada para identificar en los años respectivos, distintos tipos de cobertura en el humedal y en sus áreas periféricas.

La clasificación no supervisada es un procedimiento que permite identificar diferentes tipos de cobertura del suelo a partir de una imagen digital (Gutiérrez, 2005), sin determinar ninguna prioridad para obtener las clases, de tal forma que el software lo hace automáticamente en base a probabilidades, generando como resultado una imagen ráster reclasificada que de forma opcional genera un archivo con su respectiva firma; para efectuar este procedimiento se usa el programa Arc Gis, específicamente la herramienta Iso Cluster Unsupervised Classification, y su confiabilidad puede ser determinada a través de una matriz de confusión.

Para precisar en otros aspectos y conocer de manera puntual diferentes hechos en torno a la problemática ecológica y ambiental del humedal se realizaron visitas al área de estudio y se hicieron entrevistas a informantes seleccionados intencionalmente en áreas adyacentes, específicamente seis habitantes de las localidades de La Sabana, San Antonio y La Segua, del cantón Chone. Las entrevistas fueron no estructuradas y se desarrollaron de forma

abierta para que los informantes pudieran expresar espontáneamente, de acuerdo a sus vivencias, todo cuanto saben del humedal. En tal sentido se les interrogó acerca de las actividades económicas que se efectúan en el humedal, las estrategias de trabajo empleadas, los insumos y productos utilizados, y sus efectos ambientales en el sector.

Los entrevistados fueron personas mayores de 70 años, oriundos de la localidad en la que han permanecido a lo largo de su vida. Este perfil es de mucho valor porque la información que brinda el entrevistado es el producto de sus vivencias.

Finalmente, la información recogida fue organizada y agrupada a partir de las respuestas dadas a cada una de las preguntas, de forma tal que permitió hacer un análisis a partir de la percepción de cada informante y así alcanzar una mejor comprensión de lo estudiado, es decir, de los problemas ecológicos y ambientales presentes en el humedal objeto de la investigación.

Resultados

Población y actividades económicas

La población presente en las adyacencias del humedal es marcadamente rural y se encuentra distribuida en diferentes localidades o centros poblados, casi siempre a orillas de las vías principales de comunicación (Figura 2). Todos estos centros poblados conjugan el desarrollo de diversas actividades productivas propias del sector primario, es decir, ganadería, agricultura y pesca, que en conjunto le dan un impulso económico a la región.

Bravo & Suárez (2007) afirman que en el humedal La Segua se encuentran cerca de 510 hectáreas dedicadas a la agricultura, sobre las cuales hay una marcada influencia directa del uso de agroquímicos, mientras que otras áreas como el espejo de agua, los pastizales, cultivos perennes y la comunidad están relacionadas indirectamente con la aplicación y efectos de dichos insumos.

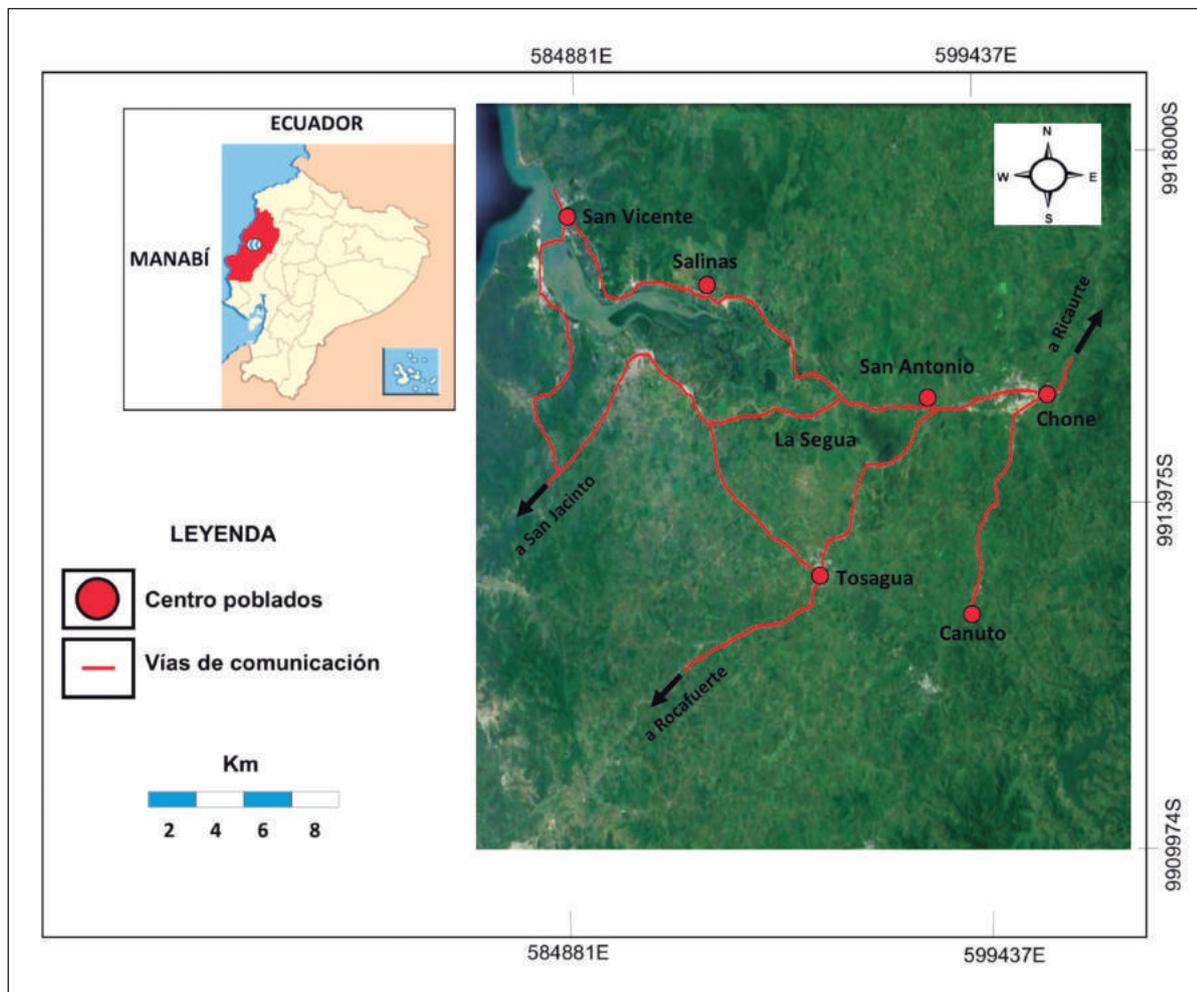


Figura 2. Localización de principales centros poblados y vías en las proximidades del humedal La Segua. **Fuente:** Cartografía base imagen Digital Globe 20/11/2016, cortesía de Google Earth.

Desde el punto de vista nutricional y comercial, la pesca es una actividad fundamental en La Segua, y a pesar de que no se manejan suficientes datos respecto al número de personas que la practican, es del conocimiento público que muchos de los residentes del sector se dedican a ella como actividad complementaria a otros trabajos. En ese contexto se encontró que hay ocho grupos de pesca en los que laboran 53 personas (Bravo & Vera, 2007).

Según Bravo & Vera (2007) la actividad pesquera en el humedal está basada por excelencia en el aprovechamiento del Chame (*Dormitator latifrons*), especie nativa del litoral Pacífico tropical, cuyo valor nutricional resulta muy importante, pues proporciona proteínas y gran variedad de vitaminas y minerales como A y D, fósforo, magnesio y selenio (Haz & Arias, 2002)¹. Por su parte Bravo & Zambrano (2007, p. 19) aseguran que la actividad pesquera en La Segua se basa pre-

¹ (Haz Alvarado, L. M., & Arias Palacios, H. (2002). *Producción y exportación del chame, como nueva alternativa comercial del Ecuador* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2q6WeWO>)

feriblemente en dos especies, chame y tilapia, que por su disponibilidad y sabor de su carne, tienen gran aceptación en las comunidades locales, y aseguran que la actividad pesquera ha concentrado esfuerzos en desarrollar estrategias de pesca que garanticen la presencia de estas especies en proporciones significativas.

A los efectos de mantener en el tiempo la actividad pesquera, Haz & Arias (2002 p 43) señalan que se debe tener en cuenta a los depredadores naturales del chame, pues algunos peces menos apetecibles como por ejemplo el guanchiche (*Hopilas microlepis*) los ataca, o la tilapia (*Oreochromis sp*) que aunque no es en pez depredador del chame, cuando ingresa al humedal, al escaparse de lugares cercanos, se multiplica rápidamente y lo desplaza de su hábitat natural. La consecuencia es la reducción del número de chames, especial de individuos de tallas grandes (Bravo & Vera, 2007).

Por otra parte, según se observó en campo, las labores agrícolas se practican con base a cultivos de ciclo corto, tales como hortalizas, maíz y arroz, aprovechando la temporada seca que es cuando ciertas porciones de tierra quedan emergidas. En casi todos los casos se emplean sistemas de riego rudimentarios e improvisados, así como arado mecanizado, aplicación de insumos agroquímicos, como fertilizantes, herbicidas y fungicidas.

Clima

El sector sobre el que se asienta el humedal La Segua y en general todo el cantón Chone, presenta desde el punto de vista climático dos temporadas marcadamente diferenciadas. Una es la húmeda, que se inicia en diciembre y finaliza en mayo; la otra es la seca, y se produce entre los meses de junio a noviembre. Las temperaturas oscilan entre 23 y 28 grados centígrados (Figura 3).

Durante la primera estación se concentran los mayores montos de lluvia (Figura 4) y se registran las temperaturas más elevadas del año. Es en este tiempo cuando los ríos próximos a La Segua alcanzan su máximo caudal e inundan a través de las bocas de los caños o cauces abandonados las áreas que ocupa el humedal.

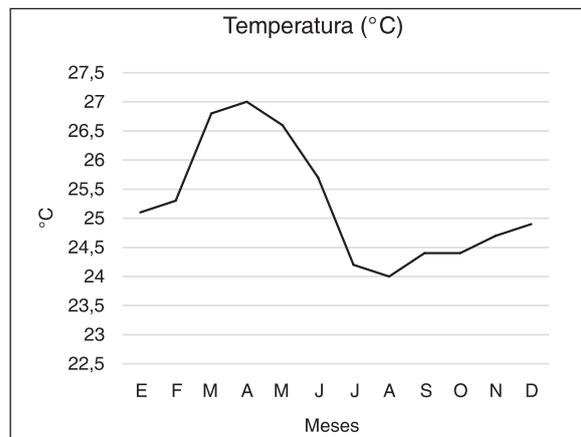


Figura 3. Distribución de temperatura media mensual en la estación Chone, año 2012 (próxima al humedal en estudio).

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INAMHI (2015).

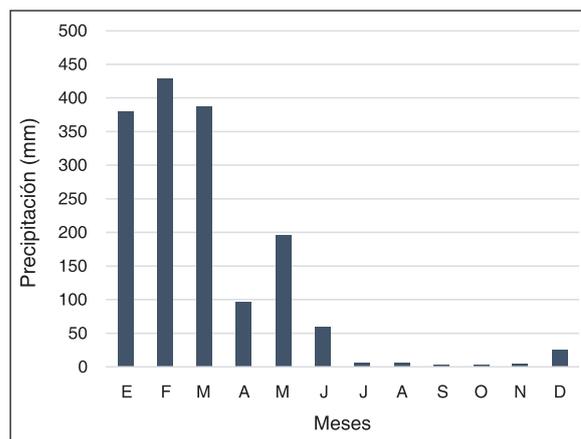


Figura 4. Distribución de la precipitación media mensual en la estación Chone, año 2012.

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del INAMHI (2015).

Relieve y geomorfología

El humedal La Segua está enclavado en un sector de tierras bajas, de suaves pendientes topográficas (Figura 5) y su altitud en promedio no supera los 10 metros sobre el nivel del mar, de forma tal que es un área anegadiza e inundable, especialmente en tiempos de lluvia. Las características de su topografía imponen un patrón de drenaje muy lento, de aguas tranquilas, ideales para la reproducción de muchas especies acuáticas. Igualmente es propicia para que ocurran

procesos de sedimentación motorizados por la intervención del paisaje en cuencas altas, lo cual influye en la colmatación del humedal e indudablemente en la disminución progresiva del espacio ocupado por el espejo de agua.

Hidrografía

La unidad hidrográfica sobre la que se emplaza el cantón Chone y el humedal La Segua es la cuenca de los ríos Chone y Carrizal, que es precisamente la mayor de todas las cuencas hidrográficas de la provincia de Manabí.

El humedal en estudio se ubica en medio de una importante red fluvial (Figura 6) que tiene sus nacientes en la parte noreste de la provincia de Manabí, en elevaciones próximas a los 400 m.s.n.m. en la cordillera de Balzar. Otros ríos que drenan el sector y que son afluentes del Chone son los siguientes, Garrapata, Mosquito, Grande, Santo, Sánchez, La Pulga, Cañitas, Zapallo, Monito, Cucuy, Palalache, Convento, Manta Blanca, Plátano, La Iguana, YahUILa y Quebra Cabeza (Dirección de Gestión Ambiental y Riesgo del Gobierno Provincial de Manabí, 2015).

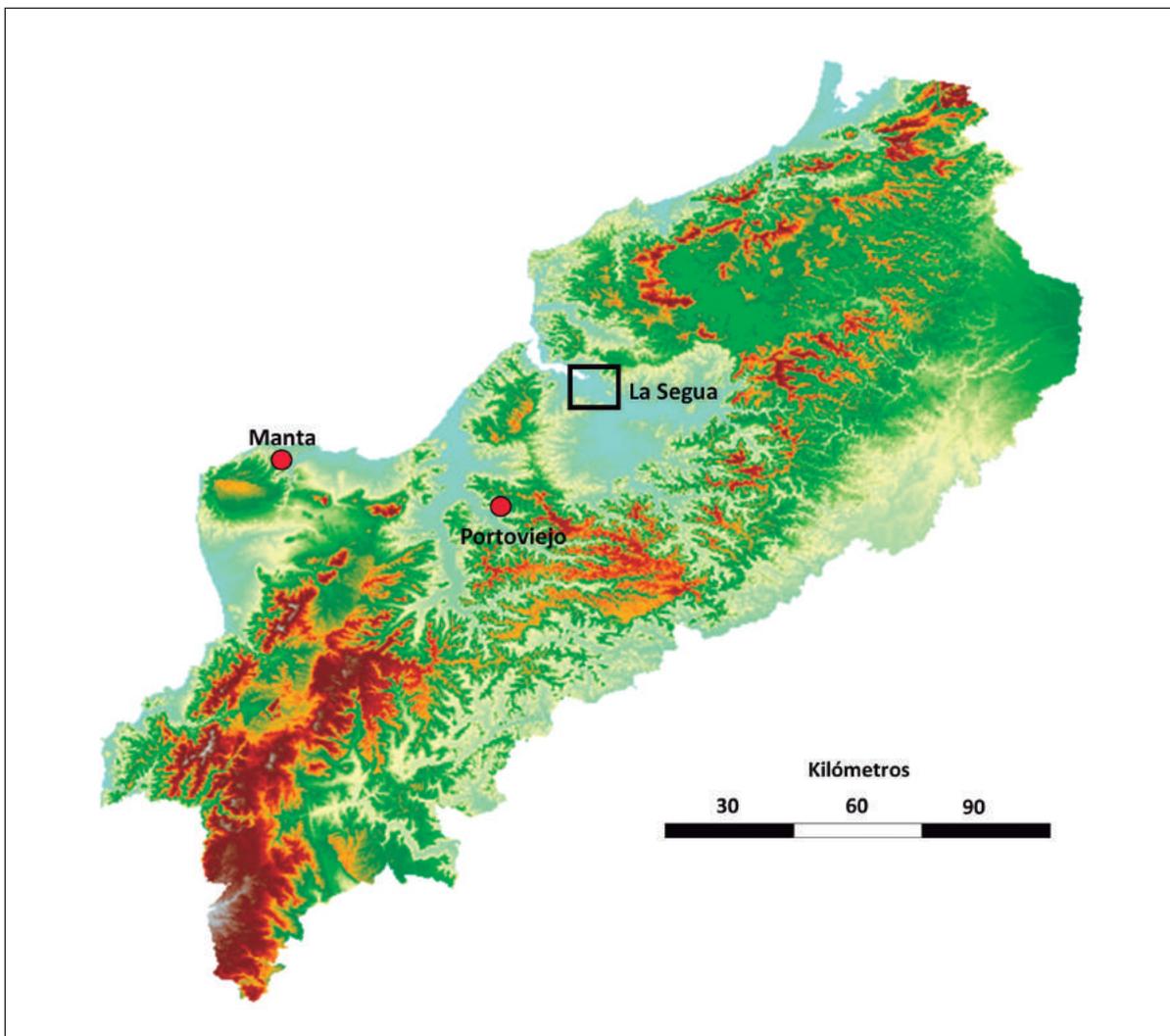


Figura 5. Modelo de elevación que muestra el relieve de la provincia de Manabí, y en particular el área donde se asienta el humedal.

Además del aporte de agua del río Chone al humedal, debido a las precipitaciones, se suman las descargas del embalse La Esperanza sobre el río Carrizal, en distintos meses del año. De allí que el nivel del cauce de este río, cuando se abren las compuertas de la represa, puede aumentar en el transcurso de un día unos 50 cm (Dirección de Gestión Ambiental y Riesgo del Gobierno Provincial de Manabí, 2015).

La hidrografía se caracteriza por estar conformada por cursos de régimen permanente, sin embargo, el comportamiento de su caudal está supeditado a la estacionalidad del clima, de tal manera que en los meses de sequía este presenta una disminución notable, caso contrario a lo que ocurre en la temporada lluviosa cuando

aumenta considerablemente, provocando el desborde e inundaciones progresivas en el espacio que ocupa el humedal, y más allá. En todo caso, tanto el río Carrizal, como el río Chone, mantienen un caudal ecológico durante todo el año.

Flora y fauna

Al humedal La Segua se asocian distintos tipos de formaciones vegetales, desde acuáticas a terrestres, que guardan relación con la estacionalidad del clima. Así, en la temporada de lluvia, al aumentar el espejo de agua también lo hace la cobertura de plantas hidrófitas, especialmente de *Eichhornia crassipens*, conocida localmente como Jacinto de Agua (Figura 7).

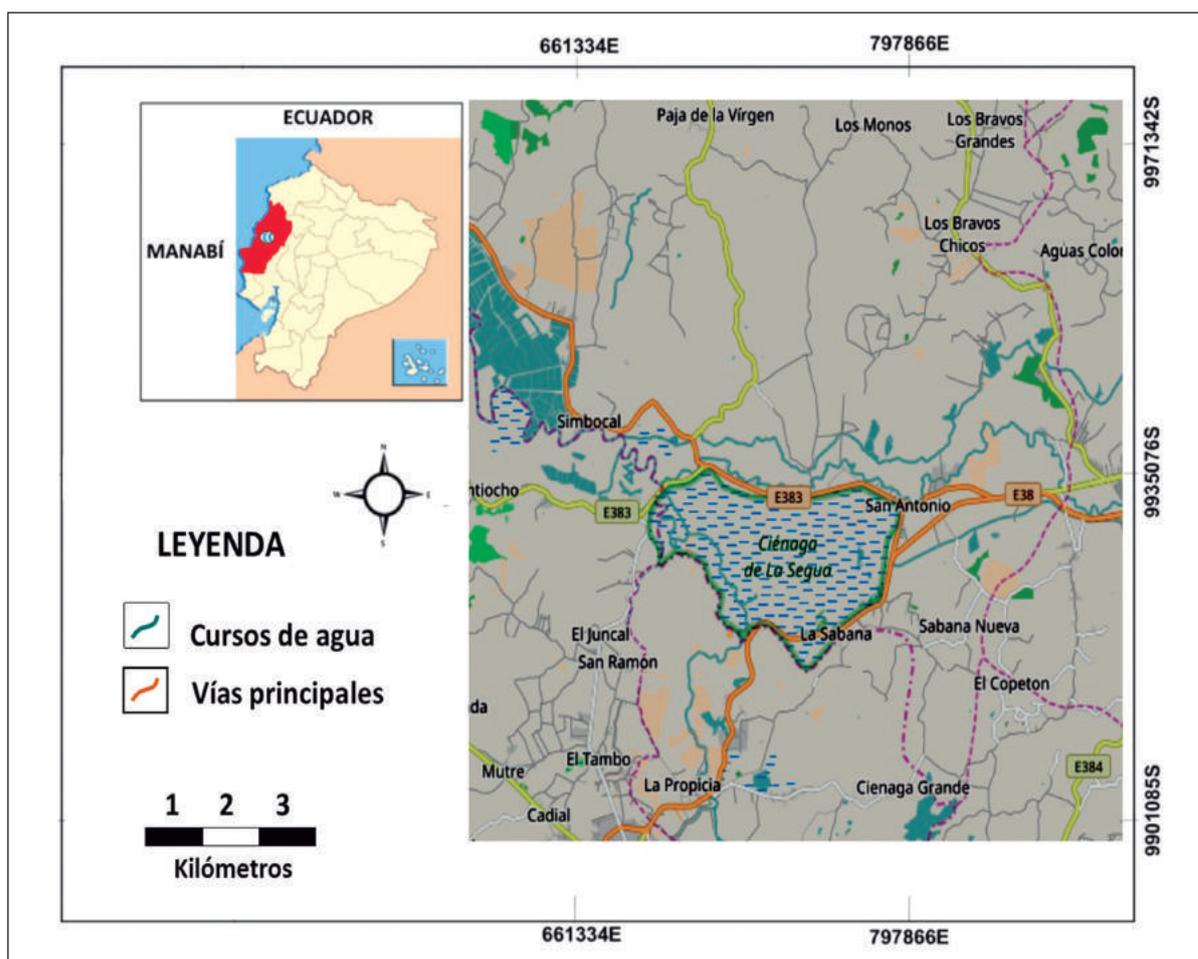


Figura 6. Red de drenaje principal en el sector donde se ubica el humedal La Segua.

Fuente: Elaboración propia a partir del mapa interactivo ambiental del MAE (2015) (<http://bit.ly/2n7ztRI>).

En el margen del espejo de agua se localizan pequeñas formaciones arbóreas correspondientes, según el Ministerio del Ambiente de Ecuador (MAE) (2012) al bosque deciduo de tierras bajas, pero además se observan sectores donde predominan herbazales temporalmente inundados y áreas cubiertas por gramíneas en las que pastorea el ganado. En la zona, la ganadería es de regular importancia económica.

Respecto a la fauna, el humedal es rico en especies de aves (Gastezzi & López, 2000, p 70) tanto de hábitos acuáticos como terrestres, de las cuales muchas son migratorias. De igual forma, las aguas del humedal albergan una importante diversidad de ictiofauna que históricamente, según señalan los entrevistados, ha sido la base alimentaria y el sostén de la dieta familiar de quienes habitan este sector y otras localidades del cantón Chone.

Como un reconocimiento al alto valor ecológico de La Segua, fue constituido en sitio RAMSAR en el año 2000, y desde un buen tiempo es estudiado con diferentes propósitos (Echeverría, 2008;

Gobierno Provincial de Manabí, GPM 2015), bien sea para caracterizarlo o para analizar la problemática que enfrenta y proponer alternativas de manejo ambiental ecológicamente apropiadas.

Problemática ecológica ambiental

Contaminación hídrica

El humedal La Segua se encuentra actualmente en una situación compleja desde el punto de vista ecológico y ambiental, fundamentalmente por la presencia de disturbios y perturbaciones de distinta naturaleza que afectan la flora y la fauna. Por ejemplo, Bravo y Suárez (2007) encontraron que en La Segua se usan 36 agroquímicos distribuidos en siete tipos de cultivo, de ellos algunos son abonos completos y fertilizantes, mientras que otros son fungicidas nematocidas, acaricidas e insecticidas. Del total de esos insumos 15 corresponden a categoría altamente tóxicos, tales como Palmarol (Endosulfan), Diazinon (Diazinon), Curacron (Profenos), hecho que resulta muy preocupante, pues se producen importantes daños al ambiente y a la salud humana (Borbor,



Figura 7. Nótese al centro del humedal (resaltado con polígonos rojos), las áreas cubiertas por plantas hidrófitas, específicamente *Eichhornia crassipens*.

Boyer, McDowell & Hall, 2006), hecho corroborado por Devine, Eza, Oigusuku y Furlong (2008), quienes reportan que a escala mundial la exposición a los agrotóxicos generó la muerte de aproximadamente 20 000 personas al año.

Análisis de muestras de agua realizados por el GPM (2015) indican que el pH en el agua del humedal es de 8,64, mientras que la turbidez fue de 22,7 NTU, y el de oxígeno disuelto de 6,1 mg/l. Estos parámetros a excepción del oxígeno disuelto, están al margen de los valores establecidos para aguas de consumo humano, que deben ser para el pH de entre 6,5 a 8,5 (OMS, 2004; Ministerio de Salud de Perú, 2010), para la turbidez entre 5 y 1 NTU (OMS, 2004; González, 2011) y para el oxígeno de 5 mg/l (OMS, 2004).

Tomando en cuenta que el agua de La Segua no tiene como propósito el consumo humano, sino fundamentalmente el riego, se entiende entonces que los datos descritos en el párrafo anterior tampoco cumplen valores requeridos, por ejemplo, cuando el pH está por arriba de 7,2 indica que la alcalinidad se encuentra por encima del rango óptimo, siendo la misma situación para el caso de los valores de turbidez (EUROPEAN COMMUNITY, 1991). Sobre el particular, Baccaro *et al.*, (2006) señalan que aunque el pH del agua de riego no es un criterio usado para evaluar su calidad por la disparidad existente en la capacidad tampón entre el agua y suelo, sí es una variable muy importante, por cuanto determina las concentraciones relativas de las especies disueltas de carbonato. En todo caso, cuando los valores exceden esos niveles son perjudiciales para las plantas ya que disminuyen notablemente su crecimiento.

De igual forma, ese análisis hecho por el GPM (2015), a pesar de no presentar los resultados cuantitativos de todas las muestras, concluye en términos cualitativos que el agua de La Segua tiene problemas de contaminación, expresados en la concentración de ciertos elementos como

metales pesados, alto contenido de coliformes fecales y baja cantidad de oxígeno, al margen de los criterios internacionalmente establecidos. En ese sentido, sería de sumo interés realizar estudios más rigurosos de calidad del agua, incluyendo análisis para determinar la posible presencia de residuos de pesticidas e insecticidas, pues como se sabe, son ampliamente utilizados en el sector; de igual forma sería pertinente adelantar investigaciones que permitan identificar en las personas que consumen los peces provenientes de La Segua posibles problemas de salud como consecuencia de los niveles de contaminación del humedal, en el entendido que se han encontrado en otros lugares (Montilla & Alvarado, 2015) casos de morbilidad asociados a la contaminación de cuerpos de agua por el uso de diferentes sustancias dañinas para el ambiente.

Adicionalmente, en base a la clasificación no supervisada de las imágenes de 2006 y 2014, se encontró una significativa cobertura de *Eichhornia crassipens* sobre las aguas del humedal, en el primero de los años equivalente a 74 hectáreas, mientras que en el segundo fue de 122 hectáreas. Este último valor resulta de mucha importancia en términos cuantitativos pues representa algo más del 7% respecto al total ocupado por el espejo de aguas, que es de aproximadamente 1 700 hectáreas en aquellos meses en los que se registran los más altos valores de lluvia.

Procesos de sedimentación

El proceso de sedimentación en el área de estudio constituye otro problema y consecuentemente conlleva a la colmatación y disminución progresiva del cuerpo de agua. Esta situación fue reportada por el diario La Hora (2007)², cuando señalaba que anteriormente, lo que hoy es el humedal de La Segua era parte del estuario del río Chone, con abundantes pantanos y manglares, pero, debido a la deforestación en cuencas altas y al acarreo de grandes volúmenes de sedimentos se ha separado del estuario.

² La Hora (2007, diciembre 24). Persiste agresión al humedal La Segua. La Hora p. 7.

A tales efectos se observa una importante superficie contigua al humedal, específicamente al norte del mismo, que separa a este del estuario del río Chone. Esta superficie está formada por material sedimentario reciente y se viene utilizando para cultivos de arroz y para el establecimiento de camaroneras, algunas de las cuales se encuentran en estado de abandono (Figura 8).

ma clara en sitios de desembocadura de cursos de agua. En tal sentido, producto de la clasificación no supervisada se detectaron plumas de sedimentos en suspensión dentro del espejo de agua a partir de una imagen de satélite del año 2006, con la combinación de bandas 3-2-1, que resulta ideal debido a la penetración que esta tiene en aguas poco profundas.

Así mismo, áreas de sedimentación en distintos sectores del humedal se pueden apreciar de for-

La figura 9 corresponde a un pequeño sector del humedal donde la desembocadura de un curso

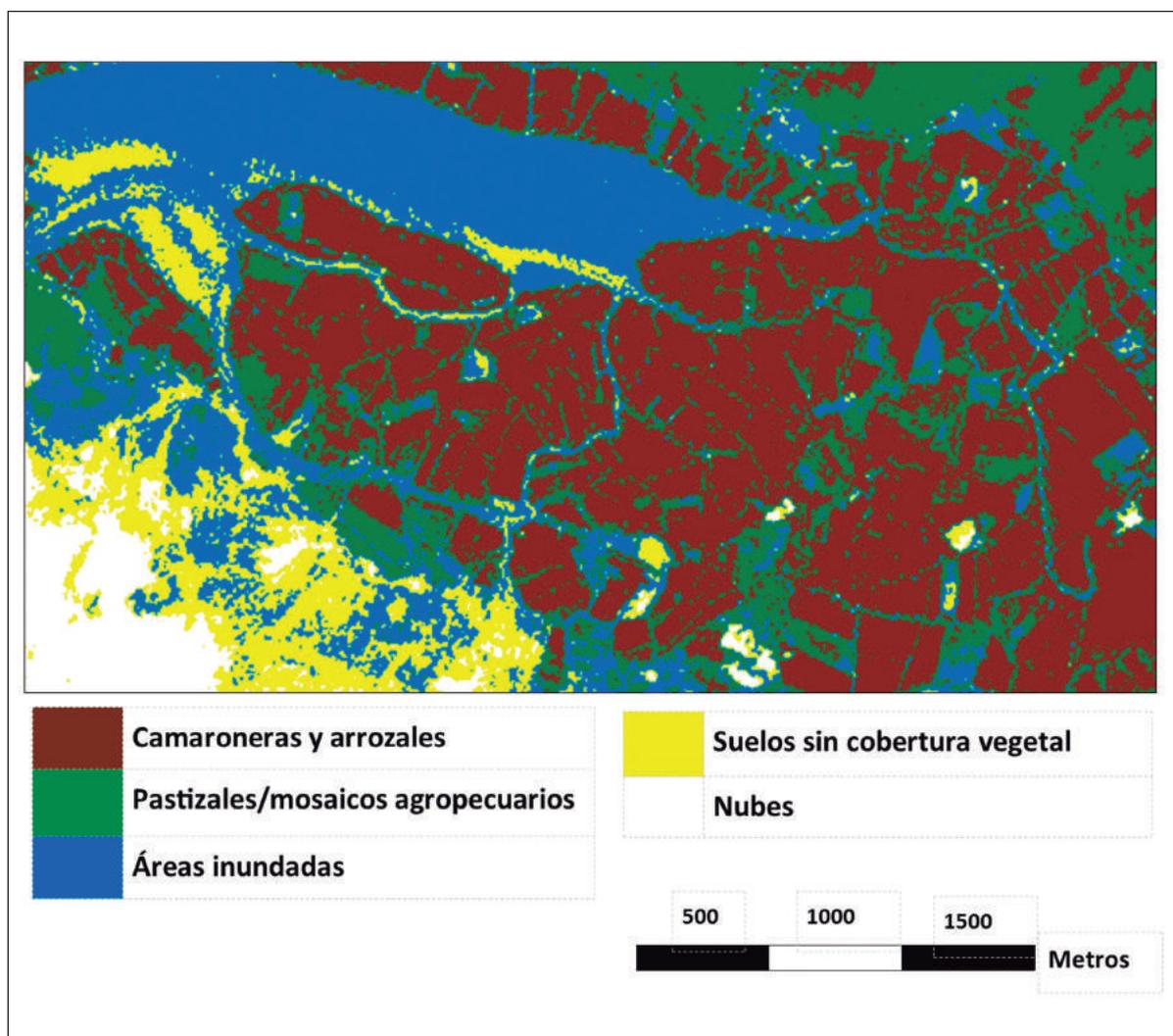


Figura 8. Escena Landsat 2015 en falso color, muestra los principales tipos de cobertura al norte del humedal, especialmente las áreas que están dedicadas al cultivo de arroz y camaroneras (color marrón). Los otros tipos de cobertura son áreas de pastizales naturales y mosaicos agropecuarios (color verde); áreas temporalmente inundadas sujetas al período de lluvias (color azul); y áreas de suelos sin cobertura vegetal producto de la intervención humana (color amarillo).

de agua aporta significativos volúmenes de azolve que van contribuyendo de manera progresiva a la colmatación y reducción del mismo, tal como se apreció en la figura 8, donde resaltan áreas de formación reciente conformadas por material sedimentario y que hoy día vienen formando parte del conjunto de tierras destinadas a cultivos en las adyacencias del humedal. En la figura 9 las manchas de color amarillo representan esos sectores donde

el agua tiene una importante carga de sedimentos en suspensión; las manchas de color verde representan áreas cubiertas de plantas acuáticas que cada vez ocupan mayores espacios sobre el espejo de agua, predominantemente de la especie *Eichhornia crassipens*, y las manchas de color azul corresponden a sectores del humedal en los que no es significativa la presencia de sedimentos como tampoco de plantas acuáticas.

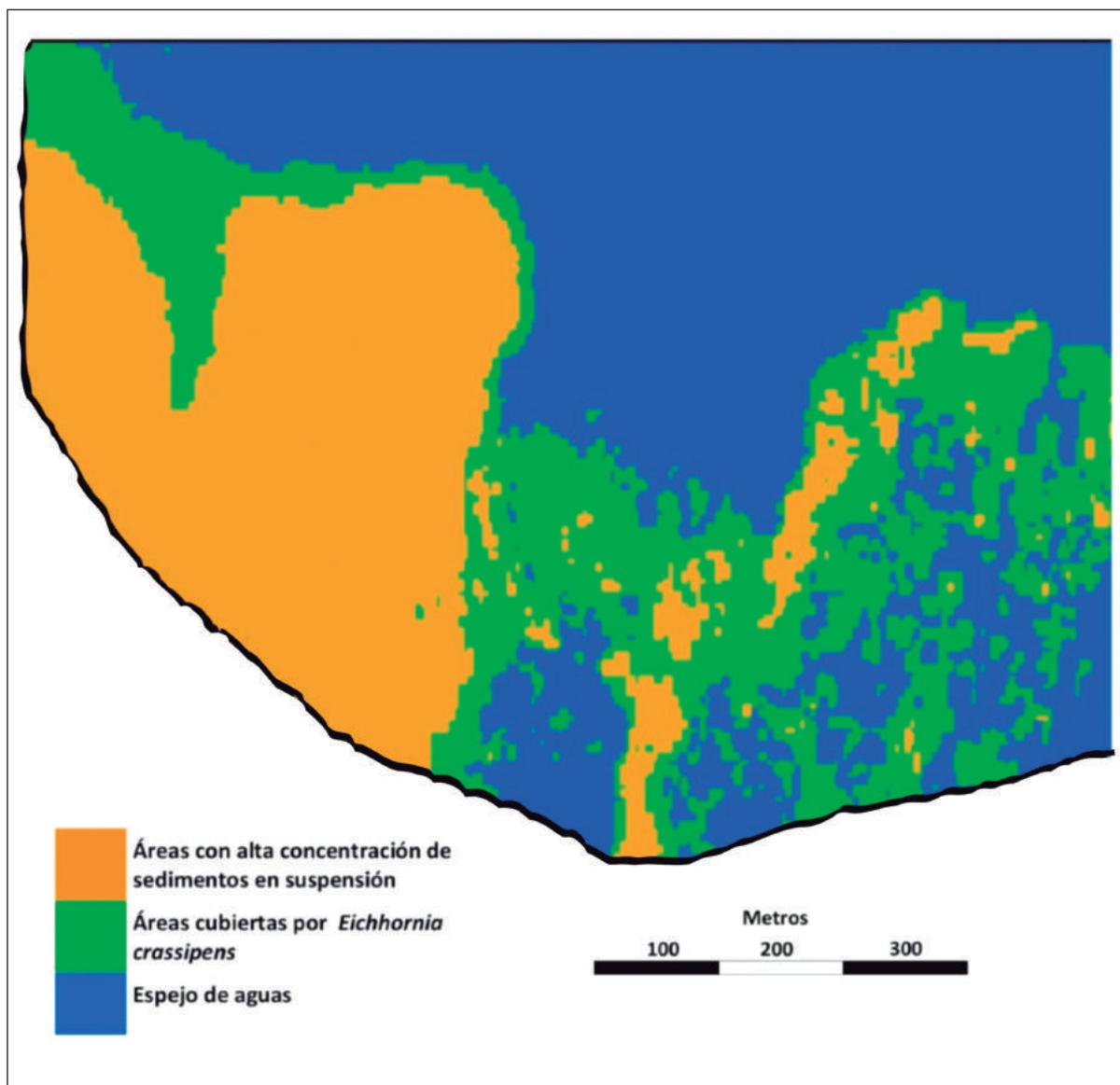


Figura 9 Escena Landsat 2006 del sector oeste del humedal. Destacan las manchas en amarillo que son áreas de acumulación de sedimentos en suspensión y en procesos de deposición asociados a desembocaduras de cursos de agua.

Discusión

Actualmente existe una cantidad alta de trabajos orientados al estudio de los humedales en diferentes partes del mundo, especialmente de aquellos que por su rica biodiversidad representan un singular interés, por el que se han constituido como sitios RAMSAR; no obstante, pareciera necesario aumentar la producción del conocimiento científico sobre la base de la importancia que desde todo punto de vista significan estos cuerpos de agua. Sobre el particular puede mencionarse el trabajo adelantado por Anguita, Ruiz y González (2003), en el que se hizo un estudio orientado a determinar el estado de conservación de varios humedales del Alto Guadalquivir, en España, el cual concluyó que los mismos están muy afectados, fundamentalmente por actividades antrópicas.

Asimismo, Sajurio (2001) desarrolló un estudio sobre la valoración económica de los servicios ambientales prestados por ecosistemas de humedales en México. Este es una extraordinaria contribución que ayuda a entender la importancia de los humedales y al mismo tiempo un aval para que estos sean objeto de la más alta consideración por parte de los ciudadanos.

En Argentina, específicamente en el humedal de la Caleta Malaspina, golfo San Jorge; Gatto, Quintana, Yorio y Lisnizer, (2005) estudiaron la diversidad y la abundancia de aves acuáticas para generar información que sirva de apoyo en la selección estrategias de manejo eficientes para la conservación de este y otros humedales marinos patagónicos.

Contaminación y degradación ambiental

La problemática que atraviesa La Segua resulta sumamente compleja desde el punto de vista ecológico ambiental. Por una parte la práctica de agricultura con el empleo masivo de sistemas de riego rudimentarios e improvisados, establecidos sin las técnicas adecuadas, junto al uso de arado mecanizado, la aplicación de insumos agroquímicos, como fertilizantes, herbicidas

y fungicidas, sugieren importantes niveles de contaminación que generan efectos negativos incidentes sobre el agua y el suelo, similar a lo reportado por Rennella y Quirós (2002) y por Quirós *et al.* (2006) para el caso de las pampas argentinas. Estos investigadores remarcan que estas secuelas atentan contra la sostenibilidad de la producción agrícola alrededor de los humedales, así como su fauna, lo cual fue confirmado por quienes residen en las cercanías de La Segua.

Resulta de interés señalar que hasta la fecha no hay estudios suficientemente detallados que permitan conocer en profundidad los niveles de concentración de herbicidas e insecticidas tanto en el agua como en los sedimentos del humedal, por tanto, sería una acción necesaria que a futuro habría que materializar a los efectos de tener una información más precisa al respecto.

Determinadas áreas que forman parte del humedal, pero que permanecen por más tiempo fuera del alcance del cuerpo de agua se aprovechan también para uso ganadero, obteniéndose una modesta producción de carne y leche que no justifica de forma contundente la intervención del humedal. Este caso es similar al reportado por Romero y Monasterio (1995) para la región del sur del Lago de Maracaibo en Venezuela, donde la destrucción de ecosistemas no retornó los beneficios esperados.

Respecto a la pesca, ya se comentó que en el humedal se aprovechan en mayor proporción el chame (*Dormitator latifrons*), y la tilapia (*Oreochromis niloticus*) (Murillo, 2007; Quevedo & Valarezo, 2009), que son las especies más comercializadas por su relativa abundancia; no obstante, esta también se ve comprometida como consecuencia de la intervención del paisaje y de forma especial por la utilización de productos químicos que contaminan el agua y subsecuentemente las especies acuáticas del humedal, lo cual es confirmado por los moradores de las áreas aledañas y estudios en otras latitudes. Silvestri (1992, p. 49) señaló el envenenamiento de caimanes por agroquímicos en

un sector de los Llanos del estado Guárico en Venezuela, donde Vari (1984) también refiere la muerte de un alto porcentaje de peces; de igual modo, en 1995 se determinó que el 14% de los estudiantes de la Escuela Técnica Agrícola Ricardo Montilla en el estado Portuguesa, Venezuela, tenía problemas de contaminación sanguínea por pesticidas órganoclorados (Silvestri, 1995).

Así, la contaminación de sus aguas y suelos resulta en gran medida del uso incorrecto de insumos agroquímicos, tal como lo reportan recurrentemente los medios de comunicación (Murillo, 2007)³, cuando señala que hay contaminación química por parte de los mismos agricultores; hecho que fue corroborado en las seis unidades de producción agrícola visitadas, pues los entrevistados manifestaron utilizar agroquímicos desde hace varios años, de forma libre y sin asistencia técnica, enfatizando que les produce muy buenos resultados porque eliminan las plagas, aseguran su cosecha y mejoran el rendimiento de las mismas.

De mucho interés resultaría también estudiar los problemas de contaminación de suelos y aguas por productos agroquímicos, pues es pertinente conocer sus magnitudes a efectos de tomar correctivos, en el entendido que el uso medianamente prolongado de estos, puede ocasionar graves problemas de salud a la población humana (García, 2006⁴; Instituto Nacional de Ecología, 2007), bien sea por exposición directa a los mismos o por el consumo de alimentos contaminados (Guerrero, 2003). A ese respecto, hay una importante pero no suficiente contribución realizada por Bravo y Suárez (2007) sobre la situación del uso de agroquímicos en La Segua, pero además hay otras investigaciones que revelan

situaciones de morbilidad humana en otros países. Por ejemplo, Torres y Capote (2004) señalan que en el Estado Yaracuy, en Venezuela, se han realizado estudios que revelan la presencia de pesticidas órganoclorados en muestras de leche materna.

Aportes de agua al humedal

La Segua se encuentra en una difícil situación que pone en duda su permanencia en el tiempo debido al desvío de cauces y la construcción de obras de ingeniería que obstruyen la entrada de agua. Una de estas obras es el terraplén sobre el que se construyó la carretera que une las localidades de La Sabana, San Antonio, La Segua y Bahía de Caráquez, el cual actúa como un dique que restringe el aporte de aguas que pudiera recibir el humedal como consecuencia del desbordamiento de los ríos Chone y Carrizal. Otra obra que resulta de interés mencionar es la presa de marea Simbocal, ubicada muy cerca del humedal, la cual fue construida para controlar inundaciones por efectos de las mareas (Sumba, 1983), pero al mismo tiempo introdujo cambios en la dinámica ecológica del humedal y en el estuario del río Chone, trayendo como consecuencia la ruptura de conectividad biológica entre estos dos ecosistemas.

Del mismo modo, se observó que el cauce del río Carrizal fue desviado con la construcción de la carretera La Segua – Bahía de Caráquez, y en consecuencia disminuye el ingreso de agua a La Segua en el período de lluvias. Adicionalmente, un terraplén construido en el margen derecho del mismo río, en el sector conocido como Puerto Larrera, obstaculiza por completo el paso de agua al humedal, ganando tierras emergidas que se van incorporando a labores agrícolas (Figura 10).

³ La Hora (2007, diciembre 24). Persiste agresión al humedal La Segua. La Hora p 7.

⁴ García, Y. (2006). Exposición a plaguicidas y efectos a la salud en trabajadores agrícolas de Siquisique, municipio Urdaneta, estado Lara. (Tesis de grado) Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela

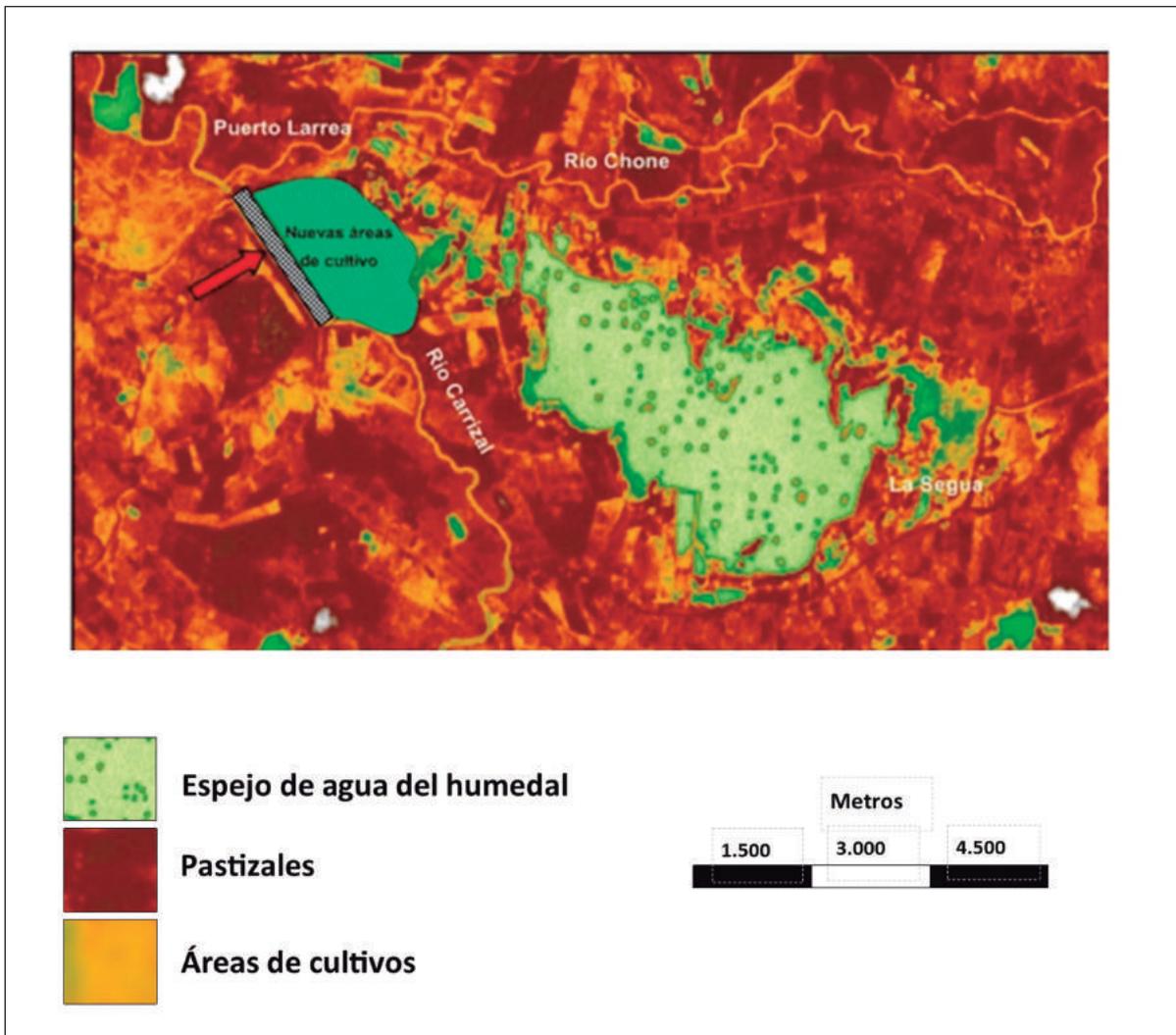


Figura 10. Escena Landsat de 2015. La flecha de color rojo señala el sector donde se hizo el desvío del cauce del río Carrizal, la barra gris representa el muro construido recientemente para ganar tierras a expensas del humedal. Este bloquea el desborde del río a la laguna y deja como consecuencia, importantes áreas fuera del alcance de las aguas, ahora destinadas al cultivo de arroz y plantaciones de cocoteros (Cocos nucifera).

Disminución de biodiversidad de flora y fauna

Diversos factores como la deforestación y la contaminación de agua y suelo han provocado cambios en la diversidad y cantidad de las especies en el humedal. Los entrevistados aseguran que la vegetación arbórea en las márgenes ha disminuido significativamente. Un entrevistado en la localidad La Sabana, del cantón Chone, al comentar sobre el particular, señaló que “antes el humedal tenía muchos árboles en la orilla, pero

la gente fue cortándolos y cortándolos para sacar madera y para abrir espacios para sembrar, y por eso hoy día son muy pocos los que quedan”.

La degradación y las alteraciones en los cuerpos de agua en la zona de estudio, tal como se puede apreciar en la información cartográfica, provocan consecuencias adversas en la conectividad biológica del ecosistema humedal, pues al destruirse los corredores se ha roto la interacción que permite la continuidad de los ciclos de vida y la re-

producción de especies acuáticas y marinas del estuario. En tal sentido, algunas especies como por ejemplo el chame, pudieran verse afectadas al no poder desplazarse hacia aguas estuarinas para completar sus ciclos de vida y en particular su reproducción. De igual forma ocurre con especies terrestres como aves, reptiles y mamíferos, especialmente las dos últimas, que por efectos de la degradación y fragmentación de matrices de bosque quedan en situación muy crítica, pues no tienen la conectividad necesaria para interactuar con otras poblaciones, dando como resultado el aislamiento ecológico y las consecuencias que de él se derivan para la fauna del lugar.

Asimismo, Haz y Arias (2002) manifiestan que la introducción de depredadores en el humedal, entre ellos un pez conocido como guanchiche (*Hoplias microlepis*) ha disminuido drásticamente la población del pez chame (*Dormitator latifrons*), que es el más importante para la pesca de los pobladores del sector, especialmente por la calidad de su carne (Bravo & Zambrano, 2007). De la misma forma el pez denominado tilapia (*Oreochromis niloticus*), introducido desde algunas granjas piscícolas vecinas ha provocado la reducción de la población del chame (Parrales, 2012)⁵, aunque no es su depredador tiene la propiedad de invadir su hábitat, desplazándolo hacia otros no apropiados para la especie, lo que genera problemas ecológicos muy graves que atentan contra su reproducción.

Los entrevistados también estuvieron de acuerdo en señalar que ha disminuido la población de aves tanto nativas como migratorias. Aseguran que la cacería furtiva y la reducción del cuerpo de aguas, junto a perturbaciones y disturbios ecológicos de origen antrópico han repercutido de forma negativa, haciendo que muchas aves migren hacia otros lugares.

Otro problema de importancia en el humedal lo constituye la presencia en grandes proporcio-

nes de la planta acuática conocida localmente como Jacinto de agua (*Eichhornia crassipens*), que aunque sirve como complemento alimenticio para animales domésticos y en labores de fitorremediación por su capacidad de absorber nutrientes y contaminantes de los ecosistemas acuáticos (Arroyave, 2004), su fácil propagación tiende a obstruir el cuerpo de aguas, limitando el desplazamiento de pequeñas embarcaciones que transportan a pescadores, turistas e investigadores por distintos sectores. Además, genera procesos de eutrofización que disminuye la calidad del agua y aumenta los niveles de turbidez, haciendo difícil la vida de muchas especies.

Sobre la *Eichhornia crassipens*, los moradores del sector coinciden en señalar que siempre ha estado en el humedal, pero aclaran que es en los últimos años cuando se ha incrementado sustancialmente su cobertura sobre el espejo de agua, hecho que sugiere una posible relación con la intensificación del uso de agrofertilizantes.

Conclusiones

La aplicación de tecnologías de sistemas de información geográfica y sensores remotos ha resultado sumamente importante para el estudio del humedal, específicamente para identificar la presencia de la planta acuática *Eichhornia crassipens*, a la cual se asocian procesos de eutrofización, pero además para ver los distintos tipos de cobertura en torno al humedal.

El uso de imágenes en falso color y las clasificaciones no supervisadas fueron de gran ayuda para identificar áreas de sedimentación y concentraciones de sedimentos en suspensión y también la vegetación hidrófila establecida sobre el cuerpo de agua del humedal. Asimismo constituyó un formidable apoyo para identificar áreas dedicadas a cultivos y pastizales, fundamentalmente aquellas que como los arrozales se practican en ambiente inundados muy próximos a La Segua.

⁵ (Parrales, I. & Loor, J. 2012. Evaluación de un alimento como alternativa nutricional en Chames (*Dormitator latifrons*). (Tesis de grado) Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela)

El estudio multitemporal a partir de imágenes de satélite de fechas distintas ha permitido analizar y conocer la evolución del humedal, como también los cambios de uso de la tierra en la periferia del mismo, con lo que se identifica la dinámica espacial impuesta en el área.

A futuro y de contar con los recursos necesarios sería pertinente realizar otros estudios, incorporando imágenes de alta resolución y de un mayor número de años, pues sería una excelente oportunidad para tener conocimiento en detalle del comportamiento del humedal, a la vez que facilitaría la toma de decisiones orientadas a una mejor gestión de sus recursos naturales. En todo caso, cualquier proyecto para gestionar tales recursos debe hacerse tal como sugieren Guerrero y Córdoba (2006) y Delgado (2014), es decir, desde un enfoque integral, aplicando los principios de sostenibilidad y sustentabilidad y naturalmente pensando en las necesidades humanas.

De acuerdo a los resultados puede concluirse que el humedal de La Segua se encuentra en un alarmante estado de deterioro, y la situación del mismo es altamente preocupante. Si no se toman los correctivos necesarios y de forma inmediata, es probable que este importante cuerpo de aguas, aun siendo un sitio RAMSAR, pueda desaparecer en poco tiempo.

Referencias bibliográficas

- Anguita, G. P., Ruiz, F. J. G., & González, F. O. (2003). Los humedales del Alto Guadalquivir: inventario, tipologías y estado de conservación. In *Ecología, manejo y conservación de los humedales* (pp. 113-123). Instituto de Estudios Almerienses.
- Arroyave, M. D. P. (2004). La lenteja de agua (*Lemna minor L.*): una planta acuática promisoría. *Revista EIA*, (1): 33-38.
- Baccaro, K., Degorgue, M., Lucca, M., Picone, L., Zamuner, E., & Andreoli, Y. (2006). Calidad del agua para consumo humano y riego en muestras del cinturón hortícola de Mar del Plata. *Argentina, INTA*.
- Baker, C., Lawrence, R., Montagne, C. & Patten, D. (2006). Mapping wetlands and riparian areas using Landsat ETM+ imagery and decision-tree-based models. *Wetlands*, 26(2), 465-474.
- Borbor, M., Boyer, E., McDowell, W., & Hall, C. (2006). Nitrogen and phosphorus budgets for a tropical watershed impacted by agricultural land use: Guayas, Ecuador. *Biogeochemistry*, 79, 135-161.
- Bravo, M. & Vera, F. (2007). Inventario del Estado de las Actividades de Captura y Cultivo en La Segua. Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí. Asociación OIKOS-ICAPROJETEC. Recuperado de <http://bit.ly/2pjGXpL>
- Bravo, M. & Suárez, C. (2007). Situación del uso de agroquímicos en La Segua. Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí. Asociación OIKOS-ICAPROJETEC. Portoviejo, Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2pyZH0L>
- Bravo, M. & Zambrano, C. (2007). Inventario de los peces, moluscos y crustáceos más importantes de "La Segua". Corporación Reguladora del Manejo Hídrico de Manabí. Asociación OIKOS-ICAPROJETEC. Portoviejo, Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2q2N9BS>
- Briones, E., Flachier, A., Gómez, J., Tirira, D., Medina, H., Jaramillo, I., & Chiriboga, C. (1997). Inventario de humedales del Ecuador. Primera parte: humedales lénticos de las provincias de Esmeraldas y Manabí. *EcoCiencia/INEFAN y Convención Ramsar*. Quito.
- EUROPEAN COMMUNITY. (1991). Council directive concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources. EC 91/ 676. *Off. J. Eur. Commun.* 375:1-8.
- Delgado, F. (2014). *Análisis y definición de servicios ecosistémicos aplicados al territorio del Ecosistema Guayas*, Ecuador (Tesis de Máster), Universitat Politècnica de Catalunya, España.
- Devine, G. J., Eza, D., Ogusuku, E., & Furlong, M. J. (2008). Uso de insecticidas: contexto y

- consecuencias ecológicas. *Revista peruana de medicina experimental y Salud Pública*, 25(1), 74-100.
- Gobierno Provincial de Manabí (2015). Consultoría para la Elaboración del Estudio de la Declaratoria y Plan de Manejo del Área Protegida La Segua del Cantón Chone. Manabí, Ecuador.
- Echeverría, H. (2008). La Convención Ramsar en el Ecuador. Guía sobre la conservación y uso racional de los humedales. Quito: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.
- Gastezzi, P., & López, B. (2000). La Ciénaga de La Segua. Manabí, Ecuador. Inventario, listado comentado y cuantificado de la población de aves. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Quito, Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2q211O3>
- Gatto, A., Quintana, F., Yorio, P., & Lisnizer, N. (2005). Abundancia y diversidad de aves acuáticas en un humedal marino del Golfo San Jorge, Argentina. *El Hornero*, 20(2), 141-152.
- González, C. (2011). Monitoreo de la calidad del agua. La Turbidez. Cuba: Servicio de Extensión Agrícola, Colegio de Ciencias Agrícolas.
- Guerrero, A. (2003). Estudio de residuos de plaguicidas en frutas y hortalizas en áreas específicas de Colombia. *Agronomía Colombiana* 21(3), 198 - 209.
- Guerrero, E., De Keizer, O., & Córdoba, R. (2006). La Aplicación del Enfoque Ecosistémico en la Gestión de los Recursos Hídricos. Quito: UICN.
- Gutiérrez, M. A. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas Vegetales sobre imágenes digitales de sensores Remotos: "landsat-etm+". *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 58(1).
- Instituto Nacional de Ecología (2007). *Lo que usted debe saber sobre el DDT y su uso en el combate al paludismo en México*. México: Instituto Nacional de Ecología.
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (2015). Anuario Meteorológico 2012. Número 44. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Sanidad de Perú (2011). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano: D.S. N° 031-2010-SA / Ministerio de Salud. Dirección General de Salud Ambiental* – Lima: Ministerio de Salud; 2011. 44 p.
- MAE (2015). Mapa interactivo ambiental Quito: Ministerio del Ambiente de Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2n7ztRI>.
- MAE (2012). Sistema de Clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. Quito: Ministerio del Ambiente de Ecuador. Recuperado de <http://bit.ly/2pkfaUx>.
- Montilla, A. & Alvarado, M. (2015). Implicaciones sociales y ambientales del uso del Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT). Análisis del caso en tierras venezolanas. *Ambiente y Desarrollo*, 19(37), 101.
- Organización Mundial de la salud (OMS) (2004). *Guías para la Calidad del Agua Potable*. Tercera Edición; Ginebra.
- Pérez, M. (2011). *Aplicaciones de la teledetección y sig en la caracterización de humedales en la reserva de la biosfera de La Mancha Húmeda*. (Tesis de Máster) Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.
- Programa de Manejo de Recursos Costeros (1993). Manejo costero integrado en Ecuador. *Guayaquil*. Recuperado de <http://bit.ly/2qqPaJg>
- Quevedo, O., & Valarezo, G. (2009). Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). Quito: Ministerio del Medio Ambiente/ Ciénaga La Segua. Subsecretaría de Gestión Marino y Costera.
- Quiros, R., M. B. Boveri, C. A. Petrachi, A. M. Renella, J. J. Rosso, A. Sosnovsky & H. T. von Bernard, (2006). Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. In Tundizi, J. G., T. Matsumura-Tundisi & C. Sidagis Galli (eds), *Eutrofizaçãona América do Sul: Causas, conseqüencias e tecnologías de gerenciamento e controle*: 1-16. Recuperado de <http://bit.ly/2qV5IJ8>
- RAMSAR (s/f). La Convención de RAMSAR y su misión. Recuperado de <http://bit.ly/qIM4h0>.

- Rennella, A. M., & Quirós, R. (2002). Relations between planktivorous fish and zooplankton in two very shallow lakes of the Pampa Plain. *Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte Limnologie Verhandlungen*, 28(2), 887-891.
- Romero, L., & Monasterio, M. (1995). *El ecosistema selvático del sur del Lago de Maracaibo y sus sistemas de reemplazo: balance de una transformación* (Tesis de Maestría). Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.
- Sajurjo Rivera, E. (2001). *Valoración económica de servicios ambientales prestados por ecosistemas: Humedales en México*. Instituto Nacional de Ecología, México. Recuperado de <http://bit.ly/2pz8tvA>
- Shanmugam, P., Yu-Hwan, A. & Shanmugam, S. (2006). A comparison of the classification of wetland characteristics by linear spectral mixture modelling and traditional hard classifiers on multispectral remotely sensed imagery in southern India. *Ecol. Model*, 19: 379-394.
- Silvestri, R. (1992). *Estudio de Biodiversidad del Hato Masaragual*. Guárico. Guárico. Venezuela.
- Silvestri, R. (1995). Análisis de muestra de sangre de alumnos de la escuela agropecuaria Ricardo Montilla. Contaminación por plaguicidas en la población infantil de Calabozo. Guárico. Venezuela.
- Suárez, S. (2010). Situación legal de las iniciativas de conservación en los humedales Abras de Mantequilla, La Segua e Isla Santay. Quito: CEDA. Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.
- Sumba, M. (1983). El desarrollo de la cuenca de los ríos Carrizal y Chone. Su influencia en el desarrollo de la provincia de Manabí. Instituto de Altos Estudios Nacionales. Quito. Ecuador.
- Torres, D., & Capote, T. (2004). Agroquímicos un problema ambiental global: uso del análisis químico como herramienta para el monitoreo ambiental. *Revista Ecosistemas*, 13 (3): 2-6.
- Vari, R. (1984). Estudio de Plaguicidas en el Hato Masaragual. Smithsonian Institute. Guárico, Venezuela.
- Velásquez, M., Burgos, M., Zambrano, N., & Gastezzi, P. (1994). Visión global de La Segua, un humedal de Ecuador.