

CAPÍTULO I.

CAMBIOS BIOFÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS EN LA CIÉNAGA EL CONCHAL, BUGA, COLOMBIA (1989 - 2000 - 2016): RETOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

Biophysical and socioeconomic changes in the Ciénaga el Conchal, Buga, Colombia (1989 - 2000 - 2016): environmental management challenges

Fredy Prado Cartagena

✉ freddy.prado@cvc.gov.co
✉ freddy.prado59@gmail.com
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-2477-0582>
Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC)

Diego Gerardo Cuadros Gutiérrez

✉ dicuagu@hotmail.com
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-6391-7268>
Universidad Santiago de Cali

Mauricio Quintero Ángel

✉ mauricio.quintero@correounivalle.edu.co
⑩ <http://orcid.org/0000-0003-3680-7458>
Universidad del Valle

Carlos Andrés Rodríguez-Perafán

✉ carlos.rodriguez17@usc.edu.co
⑩ <https://orcid.org/0000-0002-7647-1939>
Universidad Santiago de Cali

Cita este capítulo:

Prado Cartagena, F., Cuadros Gutiérrez, D. G., Quintero Ángel, M. & Rodríguez-Perafán, C. A. (2021). Cambios biofísicos y socioeconómicos en la ciénaga El Conchal, Buga, Colombia (1989 - 2000 - 2016): retos de gestión ambiental. En: Freire Tigreros ME. (Ed. científica). *Tópicos de Gestión Ambiental: Enlazando ciencia, sociedad y educación* (pp.13-39). Cali, Colombia: Editorial Universidad Santiago de Cali.

CAMBIOS BIOFÍSICOS Y SOCIOECONÓMICOS EN LA CIÉNAGA EL CONCHAL, BUGA, COLOMBIA (1989 - 2000 - 2016): RETOS DE GESTIÓN AMBIENTAL

*Fredy Prado Cartagena
Diego Gerardo Cuadros Gutiérrez
Mauricio Quintero Ángel
Carlos Andrés Rodríguez-Perafán*

RESUMEN. Las transformaciones en cobertura vegetal y el espejo de agua en la ciénaga El Conchal, Buga (Colombia), se analizaron utilizando imágenes satelitales Landsat (1989-2000-2016) y sistemas de información geográfica; así mismo en el 2017 se realizaron entrevistas a informantes clave de la zona para conocer los cambios causados al ecosistema por la presión antrópica. Los resultados mostraron que las actividades humanas han causado una reducción de 230.3 ha en el área correspondiente al humedal, desde el inicio hasta el final del período de estudio, durante las épocas de menor precipitación. El área cultivada, especialmente de caña de azúcar, evidenció un aumento significativo, lo que pone de manifiesto que en la región hay un interés particular por ampliar principalmente la frontera agrícola, a diferencia de la frontera pecuaria que se ha extendido en una proporción menor; ambos procesos han sido los factores más importantes para la pérdida y la degradación del humedal. Los principales resultados son discutidos en términos de manejo del ecosistema, para resaltar la importancia de establecer un adecuado balance entre los objetivos de conservación y de uso del humedal.

Palabras clave: humedal, imagen satelital Landsat, cambios espacio-temporales, uso del suelo.

ABSTRACT. The transformations in vegetation cover and the water mirror in the Conchal Buga-Colombia swamp were analyzed using Landsat satellite imagery (1989-2000-2016) and geographic information systems; likewise, in 2017 interviews were carried out with key informants from the area to know the changes caused to the ecosystem by anthropic pressure. The results showed a reduction of 230.3 ha in the area corresponding to the wetland from the beginning to the end of the study period during the periods of least precipitation. The area cultivated especially of sugarcane, showed a significant increase, which shows that there is a particular interest to extend mainly the agricultural frontier, while the livestock would have extended a smaller proportion, both processes subtracting important areas to the land of the wetland. We discuss the main findings focused on the management of ecosystem to find the balanced between economic development and wetland protection.

KEYWORDS: wetland, landsat satellite image, spatio-temporal changes, land use.

INTRODUCCIÓN

En general, en muchas partes del mundo son comunes las pérdidas progresivas y la degradación de los humedales por eventos naturales y actividades humanas, estas últimas promovidas por políticas de desarrollo que buscan mejorar los estándares de vida (Yu et al., 2018). Para el año de 1995 en el Valle del Cauca (Colombia) existían 15 286 hectáreas de humedales lénticos naturales. En un informe

más reciente sobre el estado de los humedales en el Valle del Cauca, Restrepo y Morales (2009) han reportado que existen 52 humedales en 2650 ha. Los principales problemas o amenazas que enfrentan los humedales son: falta de conocimiento y valoración de los atributos, productos y funciones que cumplen estos ecosistemas; la desecación, drenaje, contaminación, disposición de residuos sólidos y escombros; colmatación; el desarrollo de las actividades agropecuarias, principalmente la expansión del monocultivo de caña de azúcar; los conflictos de tenencia de predios; la falta de empoderamiento del ecosistema por las comunidades locales y el cambio climático (CVC y Fundación Natura, 2007). En la Ley 357 de 1971 se ha manifestado que los humedales en Colombia son ecosistemas vulnerables a diferentes causas como lo son el cambio climático, el fenómeno El Niño, el fenómeno de La Niña y diversas causas de origen antrópico.

Los humedales son pantanos o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o salados, cuya profundidad no excede los seis metros (Ponce de León y Ponce de León Chaux, 2004). De acuerdo con Keddy (2004), los humedales son ecosistemas que surgen cuando la saturación del terreno por agua produce sustratos hídricos (dominados por procesos anaeróbicos) y permite el establecimiento de biota, principalmente plantas enraizadas, con adaptaciones para tolerar la anegación. Así mismo, según Mitsch y Gosselink (2000), los humedales son reconocidos en el mundo como sumideros de carbono y estabilizadores climáticos en una escala global. Aún más, como ha puesto en relieve el Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (2002), dentro del ciclo hidrológico, los humedales contribuyen en el mantenimiento de la calidad ambiental y la regulación de las cuencas hidrográficas, los estuarios y las aguas costeras. Además,

realizan otras funciones de mitigación de impactos por inundaciones y absorción de contaminantes, proveyendo hábitats para una gran variedad de animales y plantas. Los humedales y los servicios ecosistémicos que ellos proporcionan son muy valiosos para las personas en el mundo, porque ellos no sólo proporcionan soporte a los medios de vida, sino también a la biodiversidad y sus valores de existencia (de Groot et al., 2018).

Dada la importancia de los humedales y la existencia de acuerdos internacionales para su conservación, como la Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas (Unesco, 1971), es preciso que se sumen esfuerzos para proteger los humedales, como los que se encuentran en el valle geográfico del río Cauca, que tiene una extensión de 3200 km² y una altitud promedio de 1000 m. La dinámica del río involucra gran cantidad de humedales entre ciénagas, lagunas y madre viejas (CVC, 2009).

La ciénaga El Conchal es un humedal natural léntico palustre que forma parte del complejo de humedales asociado a la laguna de Sonso, y fue incluido en la lista de humedales de importancia internacional RAMSAR, en cumplimiento de lo dispuesto en la Ley 357 de 1997, Decreto 251 de febrero de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El humedal se encuentra localizado en los municipios de Buga y San Pedro, corregimiento Chambimbal, haciendas Maracaibo 5 y Maracaibo 1, el Desierto, la Samaria y Quitambre entre otros (figura 1) (CVC, 2009, p. 7).

La ciénaga de Tiacuante o El Conchal se encuentra al norte del municipio de Buga (Valle del Cauca), en el corregimiento de Chambimbal margen derecho del río Cauca, en la zona comprendida entre el

puente del “atravesadero” y la quebrada El Yeso, a lo largo del denominado Zanjón Burrigá. Las coordenadas son: L. 3° 58` 35.5 N. Long. 76° 17` 54.8 O. A una altura de 955.7 metros sobre el nivel del mar, la ciénaga El Conchal se encuentra en una zona propensa a inundaciones, dividida en dos zonas con marcadas diferencias en el estado sucesional denominadas como Zona Sur y Zona Norte. La Zona Sur está constituida por una área pantanosa que aunque no cuenta con un espejo lagunar permanente, conserva una profundidad que permite el desarrollo de vegetación flotante, que en su mayoría está constituida por buchón de agua (*Eichhornia crassipes*) y lechuguilla (*Pistia stratiotes*). La Zona Norte está comprendida entre el puente de Verdún y la quebrada de El Yeso; corresponde a la zona con un estado sucesional más avanzado, con áreas de humedad permanente más reducidas y menor presencia de vegetación flotante; la mayor parte de esta área está cubierta por zarza (*Mimosa pigra*), sin embargo también se observa un bosque inundable en el punto de desembocadura de la quebrada Presidente (Llano y Llano, 2004) (figura 1).

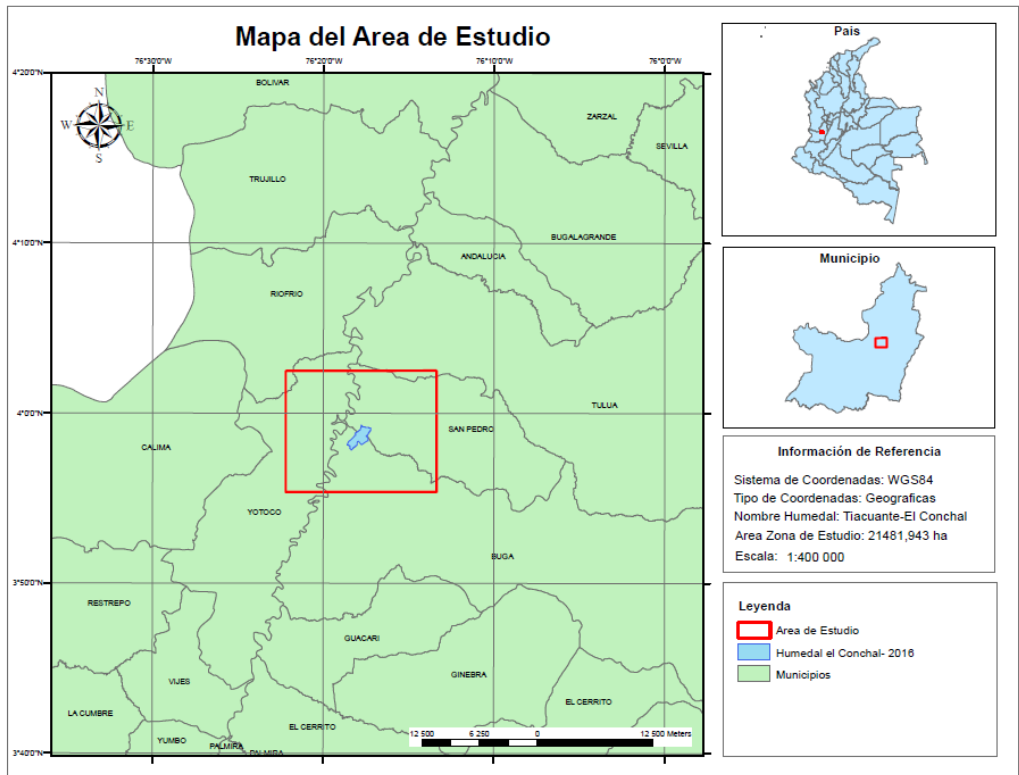


Figura 1. Localización del humedal ciénaga El Conchal Tiacuante o Samaria.

Fuente: Tomado de Inventario de Humedales Lénticos en el corredor del Río Cauca.

La ciénaga El Conchal está permanentemente amenazada por la intervención humana, que la drena, rellena, deseca, destruye su vegetación y contamina sus aguas. Durante los años comprendidos entre 1989 y 2016, la ciénaga El Conchal ha sufrido diferentes transformaciones causadas por factores naturales y antrópicos que han modificado las condiciones socioecológicas de las comunidades humanas, ecológicas y su entorno. Las principales alteraciones observadas han sido principalmente, pérdida de hábitat, cambios

en la cobertura vegetal, reducción del espejo de agua y afectación del área de amortiguación para contener los grandes volúmenes de agua lluvia y el aumento de los niveles del Río Cauca, que causan inundaciones a las comunidades humanas en las zonas aledañas. En este contexto, este capítulo tiene por objetivo identificar los principales cambios biofísicos y socioeconómicos en la Ciénaga El Conchal entre 1989 y 2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

La zona de estudio comprende un área de 21 481,9 ha, y se encuentra localizada en las siguientes coordenadas geográficas: Superior; 4° 2' 3,479'' N; Izquierda; 76° 22' 12,304''; Derecha; 76° 13' 21,832'' O. Coordenadas planas: Superior; 446850,195221m; Izquierda; 347892,841356m; Derecha; 364270,031576m. Abajo; 433720,221045m.¹ Como enfoque metodológico se planteó una investigación combinando herramientas de Sistemas de Información Geográfica (imágenes satelitales LANDSAT), durante el período comprendido de 1989 al 2016, con un diagnóstico a partir de la observación en el lugar y entrevistas semiestructuradas a habitantes del área de estudio, durante el año 2017, en período de intensa lluvia (20 de mayo) y de intensa sequía (septiembre 9).¹

1 Estas coordenadas se consideraron en las tres imágenes Landsat seleccionadas, que comprenden humedal, zona forestal protectora, zona amortiguadora, río y cultivos ubicados dentro de las áreas anteriores y otros por fuera de ellas.

Transformaciones en la cobertura vegetal y espejo de agua en la ciénaga El Conchal

Para establecer las transformaciones biofísicas ocurridas en la ciénaga El Conchal, desde el año 1989 hasta el año 2016, se emplearon imágenes satelitales del sensor remoto Landsat versión 7 y 8, que se caracterizan por presentar 7 u 8 bandas espectrales respectivamente (bandas en espectro visible, infrarrojo cercano, infrarrojo medio e infrarrojo térmico). La búsqueda y descarga de las imágenes satelitales se realizó desde la página <https://earthexplorer.usgs.gov> en formato GeoTIFF (Formato de imagen industrial para SIG y aplicaciones de teledetección por satélite), seleccionando las de menor cantidad de cobertura de nubes en el PATH:9 (franja vertical de la imagen) y ROW:57 (fila horizontal) en la zona de estudio. De las imágenes disponibles se seleccionaron tres, usando como criterio de elección el nivel de calidad y resolución de la más antigua para el año 1989, otra intermedia en el 2000 y finalmente, la más recientemente disponible para su descarga del año 2016. Así mismo, las imágenes corresponden a la temporada de menor precipitación, para estandarizar la comparación con base en las mismas condiciones meteorológicas. Se seleccionaron imágenes Landsat versión 7 para 1989 (agosto 7) y 2000 (28 de julio) y versión 8 para 2016 (agosto 25) a escala de 1:25.000 para los tres años, con resolución multiespectral de 30 metros (una imagen multiespectral es la que captura datos de imágenes dentro de rangos de longitud de onda específicos a través del espectro electromagnético), para ambas versiones. A partir de las imágenes digitales en formato Raster (división del área de estudio en matriz de celdillas, generalmente cuadradas), se identificaron objetos geométricos vectoriales como: río, humedal y nubes, entre otros, mediante su firma espectral particular.

Con el manejo de las imágenes satelitales software Envi 5.3 de análisis de imágenes, compatible con los sensores más usados, se logró segmentar y clasificar la imagen satelital, además de la elaboración de los índices agua y vegetación; para el procesamiento de información vectorial se empleó el software ArcMap™ [10.5] de Esri. ArcGIS® [10.5] el cual permite refinar y ajustar la clasificación una vez está transformada a un formato vectorial. Cada imagen obtenida se sometió a tres fases: pre-procesamiento, procesamiento y post-procesamiento.

En el pre-procesamiento, las imágenes escogidas han sido procesadas y liberadas por USGS (Servicio Geológico de los Estados Unidos) de la Nasa del tipo (L1TP) (<https://landsat.usgs.gov/landsat-collections>), con antelación, para facilitar la obtención de información de las imágenes sin necesidad de realizar correcciones, tanto atmosféricas como geométricas y topográficas.

La tabla 1 contiene la estructura de niveles del procesamiento para los datos de pre-col y Colección 1, corresponde a datos del USGS que reorganizó el archivo Landsat en una colección por niveles. Esta estructura garantiza que los productos Landsat Level-1 proporcionen un archivo consistente de calidad de datos conocida para admitir análisis de series temporales y “apilamiento” de datos, al tiempo que se controla la mejora continua del archivo y el acceso a todos los datos a medida que se adquieren.

Tabla 1. Niveles de procesamiento Landsat Nivel-1

Pre-Colección	Colección 1	Descripción
L1T	L1TP	Radiométricamente calibrado y orto rectificado usando los puntos de control de tierra y los datos del modelo de elevación digital (DEM) para corregir el desplazamiento de alivio. Estos son los productos de nivel 1 de mayor calidad adecuados para el análisis de series de tiempo de nivel de pixel.
L1GT	L1GT	Calibrado radiométricamente y con correcciones geométricas sistemáticas aplicadas utilizando datos de efemérides de la nave espacial y datos de DEM para corregir el desplazamiento de alivio.
L1G	L1GS	Calibrado radiométricamente y con solo correcciones geométricas sistemáticas aplicadas utilizando los datos de efemérides de la nave espacial.

Fuente: Recuperado de Detalles de Procesamiento Landsat 2016

En la etapa del procesamiento se probaron los dos tipos de clasificación de imágenes satelitales llamadas Clasificación **Supervisada** y Clasificación **No Supervisada**. La diferencia principal entre estas clasificaciones es la no intervención humana para la clasificación No-Supervisada, lo que permitió una búsqueda de valores homogéneos automáticos dentro de la imagen. Adicional a esto, se utilizó este tipo de clasificación con el algoritmo ISODATA (*Iterative Self-Organizing Data Analysis Technique*) que emplea la técnica de mínima distancia (agrupación o *clustering* espectral), entre un número grande de posibles clases (22 imágenes) para poder agrupar correctamente entidades que tienen muchas variaciones entre sí. La principal ventaja que ofrecen los métodos no supervisados es que la intervención humana se centra en la interpretación más que en la consecución de los resultados (Arango et al., 2005).

Como apoyo al procesamiento, se trabajó con imágenes de Google Maps, y datos pluviométricos suministrados por la Dirección Técnica Ambiental de la CVC de la estación del acueducto de Guadalajara de Buga, donde se presentan los datos de precipitación medidos en

mm de agua lluvia registrada durante los años 1989, 2000 y 2016, los mismos meses (julio y agosto).

El procesamiento de las imágenes incluyó la generación de los índices NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) y NDWI (*Normalized Difference Water Index*). Estos fueron de utilidad en la discriminación de cuerpos de agua, humedad y vegetación en las imágenes satelitales. Los índices sirven para mejorar la capacidad de interpretación de los datos, suelen ser utilizados para optimizar la discriminación entre dos cubiertas con comportamiento reflectivo muy distinto entre dos bandas (Chuvieco, 2002).

El Índice de Vegetación es el parámetro calculado a partir de los valores de la reflectancia a distintas longitudes de onda, y es particularmente sensible a la cubierta vegetal (Gilbert et al., 1997), es decir, que los cambios del índice de vegetación permiten decir si un determinado mes o año es mejor o peor respecto al valor histórico. Para su cálculo se emplean las bandas del rojo e infrarrojo cercano. Áreas de alto vigor (densidad vegetal) poseen una mayor reflectividad (respuesta) en el infrarrojo cercano y una menor reflectividad en el rojo. El índice se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{Infrarrojo Cercano} - \text{Rojo}}{\text{Infrarrojo Cercano} + \text{Rojo}}$$

Los valores entregados por esta relación varían entre -1 y 1. Si el valor se acerca a 1 está indicando una vegetación vigorosa y sana, los valores cercanos a cero se relacionan con suelo fraccionado a desnudo; valores negativos generalmente corresponden a nubes o cuerpos de agua. Mediante el empleo de este Índice se pueden identificar diferentes grados de cobertura vegetal (Polidorio 2005).

Numerosos estudios relacionados con determinación de cobertura vegetal han utilizado el procesamiento de las imágenes aplicando índices NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*), que ha sido de utilidad en la discriminación de cuerpos de agua, humedad y vegetación, como es el caso del trabajo de Oyola (2009). Otro ejemplo de uso de índices NDVI es el trabajo de Salazar (2015), cuyo objetivo fue analizar los cambios en el uso y cobertura del suelo en paisajes rurales de alta montaña en los municipios de Guacamayas, San Mateo y la Uvita del norte de Boyacá, haciendo uso de una combinación de herramientas, tanto de Sistemas de Información Geográfica (SIG) como etnográficas. En este último caso, se ha utilizado el índice NDVI para determinación de cobertura vegetal.

El Índice de Diferencia de Agua Normalizado Modificado (MNDWI) permite separar territorios cubiertos del agua, reemplaza banda infrarrojo cercano (NIR) por la banda infrarrojo medio (SWIR). El cálculo del MNDWI establece un índice que discrimina cuerpos de agua. Para ello, se utilizan las bandas del verde e infrarrojo cercano (Polidorio, 2005). La utilización de este índice maximiza la reflectividad propia del agua realzando sus características. El índice se calcula utilizando la siguiente ecuación

$$\text{MNDWI} = \frac{\text{Verde} - \text{Infrarrojo Medio}}{\text{Verde} + \text{Infrarrojo Medio}}$$

Los valores del MNDWI varían entre -1 y 1, asociando valores positivos para las superficies con agua o húmedas y cero o negativo para el suelo y la vegetación terrestre. El Post Procesamiento o Post-clasificación permitió alcanzar los ajustes finales utilizando las funciones de suavizado y agregación que son valores por defecto. El post procesamiento incluye la exportación de la imagen en formato raster de Envi (.dat) y formato vectorial de Esri (.shape).

Transformaciones socioeconómicas en el humedal ciénaga el Conchal Tiacuante

Empleando la técnica de la observación y la entrevista, se visitó la zona de estudio el 20 de mayo y 09 de septiembre de 2017 (época de mayor y menor precipitación, respectivamente). En la visita se interactuó con habitantes de la zona que han vivido durante aproximadamente 20 años en el sitio. La entrevista contenía preguntas específicas sobre su modo de vida, lo que significa para ellos el humedal, el número de familias que llegaron por problemas de desplazamiento de diferentes regiones y cómo los miembros de la familia obtienen sus ingresos económicos. La entrevista también indagó por la relación de los habitantes con el ecosistema. Las respuestas proporcionadas por los entrevistados y lo observado, sirvieron para hacer un diagnóstico preliminar del estado del humedal, su entorno y la influencia positiva o negativa de factores climáticos y antrópicos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el año 1989, el área del humedal según imagen Landsat fue de 490,3 ha, para el año 2000 fue de 339,4 ha, y para el 2016 de 300,7 ha. Al comparar las imágenes 1989 y 2000 (figura 2), se encuentra que hubo una pérdida del 30.8% (202 ha) en el espejo de agua, no obstante, en otras zonas el humedal ganó un área de 51.7 ha. Para el 2016 el área del humedal era de 300,7 ha, pero al comparar las imágenes obtenidas de 2000 y 2016 (figura 3), el área pérdida correspondió a 65,9 ha, y la ganada fue de 27,2 ha, siendo de 11,4% la diferencia o pérdida (tabla 2). El resultado comparativo de las imágenes Landsat entre los años 1989 y 2016 (27 años), arroja un área pérdida de 189.6 ha (tablas 2 y 3).

Tabla 2. Resultados comparativos de las imágenes Landsat entre los años 1989, 2000 y 2016.

ÁREA DE ESTUDIO: 21481.9 ha

Cobertura	Año 1989 (ha)	Año 2000 (ha)	Perdida (ha)	Ganancia (ha)	área sin Cambio (ha)
Humedal	490.3	339.4	202.6	51.7	287.6
Cultivo	11292.7	11244.3	48.4	-	-
Río	341.5	321.8	19.7	-	-
Área Inundada	2.5	44.8	-	-	-

Cobertura	Año 2000 (ha)	Año 2016 (ha)	Perdida (ha)	Ganancia (ha)	área sin Cambio (ha)
Humedal	339.4	300.7	65.9	27.2	273.4
Cultivo	11244.3	11703.4	-	459.1	-
Río	321.8	292.8	29	-	-
Área Inundada	44.8	0	-	-	-

Cobertura	Año 1989 (ha)	Año 2016 (ha)	Perdida (ha)	Ganancia (ha)	área sin Cambio (ha)
Humedal	490.3	300.7	230.3	40.6	260
Cultivo	11292.7	11703.4	-	410.7	-
Río	341.5	292.8	48.7	-	-
Área Inundada	2.5	0	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Cambios históricos de área en el humedal ciénaga El Conchal Tiacuante (1989, 2000 y 2016).

Año	Área (ha)
1989	490,3
2000	339,4
2016	300,7

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, en el mismo período de análisis (1989-2016), hubo un área ganada de 40.6 ha., y el área que se mantiene sin cambios corresponde a 260 ha (figura 4). Los cultivos experimentaron una contracción de 48,4 ha, pasando de 11 292,7 ha a 11 244,3 ha entre 1989 y 2000. Al comparar las áreas de los años 2000 – 2016 se presentó un aumento de 459,1 ha. Entre el año 1989 y 2016 el incremento fue de 410,7 ha, no obstante, en otras zonas se observó una reducción en 48.4 ha. La disminución en el área cultivada podría explicarse por el abandono de cultivos tradicionales y de pancoger como maíz, plátano, yuca y maracuyá, entre otros, en los alrededores del humedal, según información obtenida en la entrevista. Igualmente, la reducción en el área cultivada se puede explicar por el aumento del área inundada, que ganó 42.3 ha en el año 2000 (tabla 2). Así mismo, el análisis de las imágenes satelitales para la cobertura río en el área de estudio, muestra una pérdida entre el período de 1989 a 2000 de 19,7 ha, mientras que entre el año 2000 y el 2016 se presenta una disminución de 29 ha (tabla 2). El área ganada por el humedal (40.6 ha) (figura 3), es debida probablemente al material suspendido que aporta el zanjón Burrigá, las quebradas Chambimbal y Presidente, que es el sedimento acumulado en el humedal, estimulando la aparición de vegetación acuática especialmente el buchón de agua (*Eichhornia crassipe*) y finalmente la colmatación por sucesión vegetal natural de arbustos e incluso árboles en las zonas más secas y periféricas. En períodos secos estas áreas son utilizadas para pastoreo de ganado, pero en época de intensa pluviosidad son inundables. La fuerte relación entre el buchón y el humedal es uno de los fenómenos responsables del descenso en el nivel del humedal. La predominancia del buchón de agua como especie acuática invasora es notable, ocupando la mayor superficie de área de espejo de agua con respecto a otras especies como enea y lechuguilla (Flórez et al., 2004).

**TÓPICOS DE GESTIÓN AMBIENTAL:
ENLAZANDO CIENCIA, SOCIEDAD Y EDUCACIÓN**

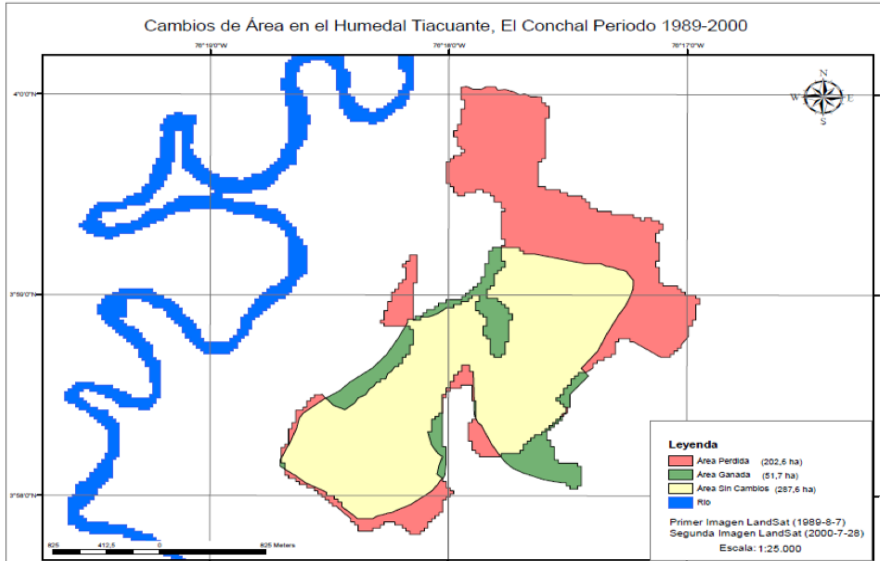


Figura 2. Cambio de área en el humedal Ciénaga El Conchal Tiacuante (1989-2000). Valle del Cauca: LandSant.

Fuente: Elaboración propia

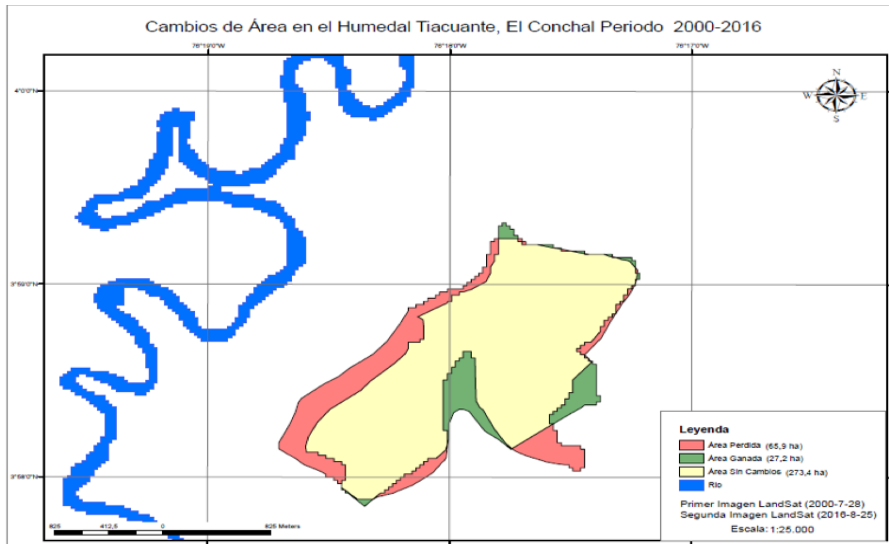


Figura 3. Cambio de área en el humedal Ciénaga El Conchal Tiacuante (2000-2016). Valle del Cauca: LandSant.

Fuente: Elaboración propia

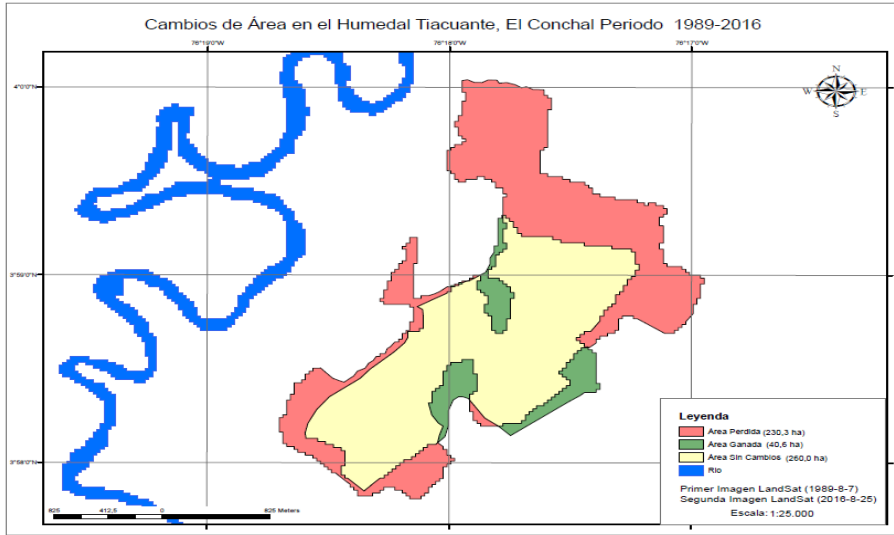


Figura 4. Cambio de área en el humedal Ciénaga El Conchal Tiacuante (1989-2016). Valle del Cauca: Landsat.

Fuente: Elaboración propia

La figura 2 (1989-2000) muestra un área sin cambios de 287,6 ha, la imagen de la figura 3 (2000-2016) corresponde a un área sin cambios de 273,4 ha y la de la figura 4 (1989-2016), muestra un área total sin cambios de 260 ha durante los 27 años que comprende este estudio. La pérdida en área del humedal y el aumento de la cobertura vegetal se puede explicar principalmente por la expansión de la zona agropecuaria por parte de personas que además de permanecer en la zona, pertenecen a la Empresa Comunitaria Unidad de Paz, Libertad y Trabajo (ECOUPALT).

Si bien la realidad en campo evidenció que la zona de influencia del humedal está completamente deshabitada, principalmente por la declaración de humedal Ramsar, lo que ha generado mayores controles y restricciones de la autoridad ambiental, y pese a la presencia de muy pocas personas en la zona de influencia del humedal y una limitada disposición de las personas a participar,

se logró entrevistar a dos informantes clave con más de 20 años de presencia en la zona.

Según los informantes clave, en la zona de estudio es común que se alquilen terrenos a los ingenios azucareros como el Ingenio La Cabaña, Ingenio Pichichí y Trapiche La Alsacia S.A., entre otros, siendo algunos de estos terrenos parte del área forestal protectora y su zona amortiguadora. De hecho la relación comercial entre el Trapiche La Alsacia S.A y ECOUPALT ha sido visibilizada desde 2007 por el Trapiche en su página web (La Alsacia, 2012).

El interés particular por ampliar la frontera agropecuaria incide de forma negativa en el humedal. Como se evidenció en las figuras 2, 3 y 4, la zona del humedal experimentó un aumento en las áreas cultivadas de 459,1 ha entre el año 2000 y 2016, siendo la caña de azúcar el cultivo dominante en la matriz del paisaje. Según los informantes clave, 195 familias de diferentes sitios del Valle del Cauca y otras regiones del país, desplazadas por la violencia, junto con desmovilizados del paramilitarismo y campesinos, llegaron a la hacienda Sandrana-Samaria, entre los municipios de Buga y San Pedro, Valle del Cauca. Esta hacienda les fue adjudicada por el Estado y en ella estas familias integraron la empresa ECOUPALT.

En la zona del humedal hay construidas cinco casas (tres de madera y dos de ladrillo) y en ellas no se evidencia la presencia de familias completas establecidas. También, en la zona se encuentran los predios de Sandrana, Samaria, Maracaibo, Quitambre y el Infierno, habitados por familias encargadas de custodiarlos. Por los alrededores del humedal, sólo en escasas ocasiones se ve transitando algunas personas que van a pastorear el ganado vacuno, equinos y escasas aves de corral.

Quienes frecuentan la zona pertenecen a la ECOUPALT. De acuerdo con los informantes clave, una condición para los integrantes de esta organización social, es que no deben construir casas, sólo tienen permiso para actividades agropecuarias. En la actualidad han dejado atrás los cultivos transitorios de maíz, plátano, yuca y maracuyá entre otros, para dedicarse a cultivar caña de azúcar, arrendando los terrenos a los ingenios azucareros y paneleros para que siembren caña, por lo cual reciben beneficios económicos que son más rentables que los cultivos transitorios o de pancoger. Durante la temporada de lluvia, los habitantes desalojan el área y trasladan el ganado vacuno y caballar a otros sitios, debido a la inundación de los suelos, lo cual representa pérdidas para ellos (figura 5); durante la temporada seca retornan a ocupar nuevamente estas áreas con sus semovientes. En la zona, la pesca no es una actividad económica importante.

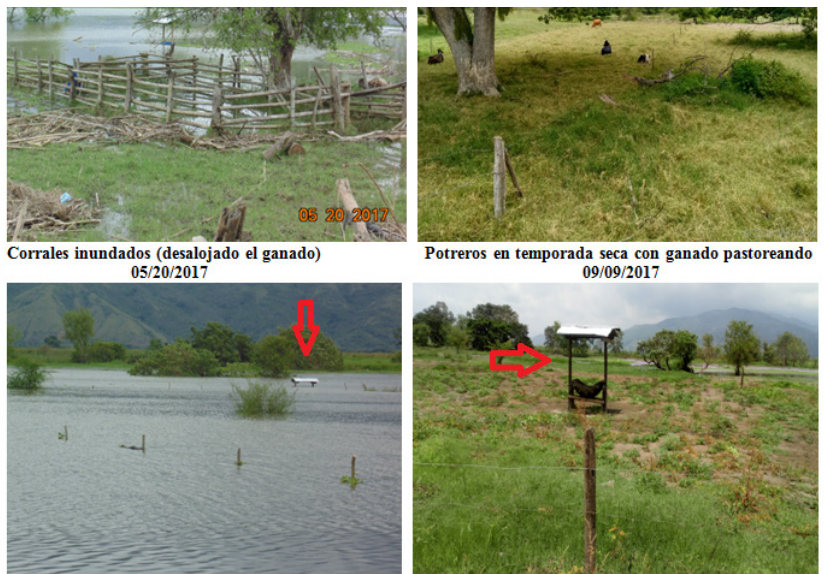


Figura 5. Fotografías del área de estudio en temporada de intensa lluvia y temporada seca.

Fuente: Elaboración propia

El área definida como ganada para el humedal en las imágenes satelitales (figuras 2, 3 y 4), se explica por las inundaciones, debido a que una vez pasa la inundación o se reduce el área inundada, el terreno queda cubierto con plantas acuáticas, principalmente buchón de agua (*Eichhornia crassipe*), permitiendo la ganancia de área para el humedal.

Basado en las entrevistas, también se pudo establecer que, para las personas en el área de estudio, desde 1992, cuando se construyó el Zanjón Burrigá hasta el humedal para prevenir la inundación y valorizar predios, se afectó la calidad de las aguas debido a la presencia de residuos domésticos e industriales provenientes de Buga y varios corregimientos que aportan gran cantidad de contaminantes. La principal amenaza que los informantes reportan para el humedal, es principalmente el Zanjón Burrigá.

Es importante resaltar, que los cambios en el humedal Ciénaga El Conchal Tiacuante son muy similares a lo que sucede en otros humedales del Valle y del mundo. Varios estudios (Restrepo y Morales, 2009; Uribe, 2014) han evidenciado que la problemática ambiental de los humedales en la región es alimentada por los interesados en ganar terreno para el monocultivo de caña de azúcar, principalmente. En el caso particular del humedal ciénaga El Conchal Tiacuante, se evidencian procesos sancionatorios de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca - CVC (2016), por la desecación del humedal, tala de especies silvestres y la ampliación de la frontera agrícola para el cultivo de caña de azúcar (Resolución 0740 No.- 000292 de 06 de mayo de 2016) .

Pese a la transformación biofísica del humedal Ciénaga El Conchal Tiacuante y la pérdida en su área en el periodo de estudio, se

puede resaltar que las presiones antrópicas se han reducido tras su declaración como sitio Ramsar, lo que debería comprometer a las autoridades ambientales a fortalecer el control y evitar que los humedales de la región sigan siendo afectados por particulares. En este contexto, el Decreto 1449 de 1977, Artículo 3º, se establece que la franja protectora de un cuerpo de agua es un área no inferior a 30 metros de ancho, paralela a las líneas a cada lado de los cauces de los ríos, quebradas y arroyos, sean permanentes o no y alrededor de los lagos o depósitos de agua; pero esto no se hace cumplir en el área de estudio y se evidencia que el humedal en su área forestal protectora alrededor de su perímetro ha sido intervenida para desarrollar labores pecuarias principalmente, incluyendo pastoreo de ganado vacuno y caballar, además del cultivo de caña de azúcar. De acuerdo con Flórez y Aníbal (2004), otros humedales del Valle del Cauca ubicados en Andalucía corregimiento de Campoalegre y el Salto (Valle del Cauca), también carecen de una franja protectora mínima de 30 m alrededor de su perímetro –lo cual infringe lo establecido en el Decreto 1449 de 1977– y que la zona destinada al amortiguamiento forestal está siendo ocupada por el monocultivo de la caña de azúcar, lo cual es muy similar a lo que se pudo establecer en el humedal Ciénaga el Conchal Tiacuante (Restrepo y Morales, 2009). A nivel mundial, la situación de los humedales es muy similar a la presentada en el área de estudio, porque el manejo de los humedales usualmente involucra a múltiples actores (Cohen-Shacham et al., 2015), y lograr su participación es clave para evaluar el valor relativo de diferentes opciones de manejo (Seppelt et al., 2011). Una forma de lograr la participación en los procesos de toma de decisiones que involucran problemáticas ambientales es promoviendo la educación ambiental (Freire y Rodríguez-Perafán, 2018). La restauración ecológica de los humedales es también una forma de confrontar los problemas ambientales de estos ecosistemas, porque con esto se busca detener y revertir su pérdida y degradación (Vargas-Ríos et al., 2012).

Los cambios biofísicos y socioeconómicos encontrados en el humedal Ciénaga el Conchal Tiacuante, en el periodo de análisis (1986-2016), incluyen una reducción de 189.6 ha en su área, así como una ganancia en la cobertura vegetal (cultivo) de 410,7 ha. Lo anterior se asocia al desplazamiento de los límites o fronteras del humedal principalmente para la siembra de caña de azúcar o en menor medida para actividades agropecuarias. Así mismo, otras presiones antrópicas que ha sufrido el humedal en el periodo de análisis se asocian al aislamiento del humedal con el río Cauca, tras la construcción de un jarillón, el cual ocasionó alteraciones hidráulicas en la descarga natural e inadecuada circulación de las aguas, la proliferación de la vegetación acuática invasora, la sedimentación, entre otros. Adicionalmente, el humedal ha recibido un mayor aporte de material orgánico suspendido y concentración de nutrientes aportados principalmente por la descarga al humedal del Zanjón Burrigá que trae consigo aguas residuales domésticas e industriales de la ciudad de Buga. Ante este contexto, de degradación ecológica del humedal, se requiere implementación de un adecuado programa de educación ambiental y desarrollar estrategias de recuperación, protección y conservación del humedal promoviendo la concientización de la comunidad sobre la importancia de la existencia de la ciénaga del Conchal para que la reconozcan como recurso hidrobiológico de vital importancia para la región.

Se hace necesario que se haga una revisión de los acuerdos a que se llegó inicialmente con los desplazados amparados en Ecoupal y que en la actualidad se dedican a actividades diferentes perjudicando el ecosistema. Por tanto, es necesario que se establezcan visitas frecuentes de monitoreo por parte de la autoridad ambiental y de policía, imponiendo acciones legales para quienes pretendan continuar con el acondicionamiento de terrenos del área del humedal con fines de explotación agropecuaria.

Referencias bibliográficas

- Arango, M., Branch, J. W., y Botero, V. (2005). Clasificación no supervisada de coberturas vegetales sobre imágenes digitales de sensores remotos: “LANDSAT – ETM+”. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(1), 2611-2634.
- Chuvieco, E. (2002). *Teledetección ambiental. La observación de la Tierra desde el espacio*. Barcelona, España: Ariel Ciencia.
- Cohen-Shacham, E., Dayan, T., de Groot, R., Beltrame, C., Guillet, F., y Feitelson, E. (2015). Using the ecosystem services concept to analyse stakeholder involvement in wetland management. *Wetlands Ecology and Management*, 23(2), 241-256.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. (2009). *Humedales del Valle Geográfico del Río Cauca: Génesis, biodiversidad y conservación*. Santiago de Cali, Colombia: CVC.
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC. (2016). *Boletín de actos administrativos ambientales*. DAR Suroccidente. Obtenido de https://cvc.gov.co/sites/default/files/Normatividad/Boletin_Actos_Administrativos_Ambientales/Actos_Administrativos_2016/Junio-15-2016.pdf
- Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca, CVC., y Fundación Natura. (2007). *Formulación del plan de manejo ambiental integral de la ciénaga de Tiacuante o el Conchal, ubicada entre los municipios de Guadalajara de Buga y San Pedro*. Santiago de Cali, Colombia: CVC.
- De Groot, D., Brander, L., y Finlayson, C. (2018). Wetland Ecosystem Services. In: Finlayson C. et al. (eds) *The Wetland Book*. Dordrecht. Netherlands: Springer.
- Flórez, P, Moran, E. (2004). *Estudio ambiental de los humedales La Bolsa y Charco de Oro ubicados en el municipio de Andalucía – Valle*. Unidad Central del Valle del Cauca. Facultad de Ingenierías.

- Programa de Ingeniería Ambiental y de Recursos Naturales. Tuluá.
- Freire, M., y Rodríguez-Perafán, C.A. (2018). Necesidad emergente de la educación ambiental y la investigación en los contextos universitarios. En M. Cantillo, y A. Buitrago (Eds.), *Nuevas Miradas y Enfoques de Diversas Investigaciones*. Tomo II. Santiago de Cali, Colombia: Universidad Santiago de Cali.
- Gilabert, M. A., González-Piqueras, J., y García-Haro, J. (1997). Acerca de los índices de vegetación. *Revista de teledetección*, 8(1), 1-10.
- Keddy, P. A. (2004). *Wetland Ecology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- La Alsacia (2012). *ECOUPALT. Empresa Comunitaria Unidad de Paz, Libertad y Trabajo*. Obtenido de <http://laalsacia.com/ecoupalt.php#>
- Llano, J.P., y Llano, C. (2004). *Estudio ambiental del estado actual de la ciénaga Tiacuante el Conchal o Samaria ubicada en el corregimiento de Chambimbal, municipio de Guadalajara de Buga, departamento del Valle del Cauca*. Unidad Central del Valle del Cauca.
- Ministerio del Medio Ambiente de Colombia (2002). *Política Nacional para Humedales Interiores de Colombia*. Bogotá D.C., Colombia: Panamericana Formas e Impresos.
- Mitsch, W. J., y Gosselink J. G. (2007). *Wetlands*. New York, USA: John Wiley and Sons. Inc.
- Oyola Lepe, Natacha (2009). *Identificación de humedales del Norte Grande de Chile utilizando técnicas geomáticas en imágenes satelitales Landsat* Universidad de Chile. http://mascn.forestaluchile.cl/wp-content/uploads/2009/05/Proyecto_Natacha-Oyola.pdf.
- Polidorio, A. M., García, A.M., Nobuhiro, N., y Bueno, M. (2005). *Segmentação de corpos d'água em imagens multiespectrais*

- e temporais usando watershed com marcadores automáticamente definidos. En J. Neves (Presidencia). *Anais XII Simposio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Congreso llevado a cabo en Goiânia, Brasil.
- Ponce de León, E., y Ponce de León Chaux, E. (2004). *Humedales: Designación de sitios Ramsar en territorios de grupos étnicos en Colombia*. Santiago de Cali, Colombia: WWF.
- Restrepo, C. A., y Morales, E. E. (2009). Cambios en coberturas de áreas y usos del suelo en tres humedales en el Valle del Cauca. *Acta Agronómica*, 58(4), 308-315.
- Salazar, E. P. (2015). *Factores socio-económicos e institucionales implicados en la transformación de uso y cobertura del suelo en paisajes de alta montaña (1990-2014) estudio comparativo en las veredas Chiveche (municipio Guacamayas), Alfaro (municipio San Mateo) y el Hatico (municipio La Uvita), Boyacá - Colombia*. (tesis de Maestría, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, D.C., Colombia).
- Seppelt, R., Dormann, C.F., Eppink F.V., Lautenbach, S., y Schmidt, S. (2011). A quantitative review of ecosystem service studies: approaches, shortcomings and the road ahead. *J Appl Ecol* 48(3), 630–636.
- Unesco, Oficina de Normas Internacionales y Asuntos Legales Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, (1971). *Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Ramsar Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas*, Irán. París: Unesco
- Uribe, H. (2014). De ecosistema a socioecosistema diseñado como territorio del capital agroindustrial y del Estado-nación moderno en el valle geográfico del río Cauca, Colombia. *Revista Colombiana de Sociología*, 37(2), 121-157.

- Vargas, O., Díaz, J. E., Reyes, S. P., y Gómez, P. A. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Bogotá: Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Grupo de Restauración Ecológica-Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, D.C., Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Yu, X., Ding, S., Zou, Y., Xue, Z., Lyu, X., y Wang, G. (2018). Review of rapid transformation of floodplain wetlands in northeast China: Roles of human development and global environmental change. *Chinese geographical science*, 28(4), 654-664.

