



COMO CITAR ESTE ARTÍCULO:

Vidal, C.A., Serna, C.A., Pacheco, C.J., Flórez, G.Y. y Valdés, J.D. (2020). Estado del arte del marco jurídico de protección de los humedales frente el cambio climático. *Revista Jurídicas*, 17(2), 321-336. <https://doi.org/10.17151/jurid.2020.17.2.17>

Recibido el 31 de enero de 2020
Aprobado el 18 de mayo de 2020

Estado del arte del marco jurídico de protección de los humedales frente el cambio climático*

CHRISTIAN ALEJANDRA VIDAL-SIERRA**
CIRO ALFONSO SERNA-MENDOZA***
CORAL JAZVEL PACHECO-FIGUEROA****
GLORIA YANETH FLÓREZ-YEPES*****
JUAN DE DIOS VALDEZ-LEAL*****

RESUMEN

Se construyó el estado del arte del marco jurídico de protección de los humedales frente al cambio climático, con base en un análisis bibliométrico y de redes, utilizando como instrumento la búsqueda de documentos científicos en la base de datos Scopus®. Las áreas temáticas más importantes proceden de las ciencias ambientales. Las tendencias investigativas más relevantes de esta revisión frente al cambio climático fueron: a) la importancia de los humedales y sus impactos; b) la protección y conservación ambiental de los humedales, y sus efectos en la biodiversidad; c) las políticas ambientales de gestión (restauración, conservación, protección de humedales) y el desarrollo sostenible. Se identificaron otros aspectos de importancia como son las tendencias regionales y planificación territorial, la gestión del carbono, la producción de metano, indicadores paisajísticos y participación efectiva como elementos para las políticas ambientales de manejo, restauración, protección y conservación de estos ecosistemas.

PALABRAS CLAVE: derecho ambiental, legislación ambiental, zona húmeda, calentamiento de la tierra.

* Artículo de revisión.

** Estudiante de Doctorado en Desarrollo Sostenible, Universidad de Manizales. Maestro en Ingeniería y Protección Ambiental, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Universidad de Manizales, Manizales, Caldas, Colombia.

E-mail: cavidal77730@umanizales.edu.co.

Google Scholar. ORCID: 0000-0002-7776-0249.

*** Doctor en Ciencias Pedagógicas, Universidad de La Habana, Cuba; Postdoctorado en Educación. Universidad de Manizales, Manizales, Caldas, Colombia.

E-mail: doctoradoccea@umanizales.edu.co.

Google Scholar. ORCID: 0000-0003-3192-9771.

**** Doctor en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT, Villahermosa, Tabasco, México.

E-mail: coral.pacheco@ujat.mx. Google Scholar.

ORCID: 0000-0001-5281-9251.

***** Doctor en Desarrollo Sostenible, UM. Universidad Católica de Manizales, Manizales, Caldas, Colombia.

E-mail: gyflorez@ucm.edu.co. Google Scholar.

ORCID: 0000-0003-4185-0178.

***** Doctor en Ciencias en Ecología y Manejo de Sistemas Tropicales, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). División Académica de Ciencias Biológicas, UJAT, Villahermosa, Tabasco, México.

E-mail: juan.valdez@ujat.mx. Google Scholar.

ORCID: 0000-0002-0315-2400.



State of the art of the legal framework for the protection of wetlands against climate change

ABSTRACT

The state of the art of the legal framework for the protection of wetlands against climate change was constructed based on a bibliometric and network analysis using the Scopus® database as an instrument for the search of scientific documents. The most important subject areas come from environmental science. The most relevant research trends in this review regarding climate change were: a) the importance of wetlands and their impact; b) the environmental protection and conservation of wetlands and their effects on biodiversity; c) environmental management policies (restoration, conservation, protection of wetlands) and sustainable development. Other important aspects were identified, such as regional trends and territorial planning, carbon management, methane production, landscape indicators and effective participation as elements for environmental policies for the management, restoration, protection and conservation of these ecosystems.

KEY WORDS: environmental law, environmental legislation, wetlands, global warming.

Introducción

Los humedales son ecosistemas con una importancia vital para el ser humano. Se definen como sistemas de transición entre ambientes acuáticos y terrestres (Keddy, 2010), en donde el factor principal para su existencia es el agua. Son considerados como uno de los sistemas más productivos y dinámicos de la biósfera. Estos ecosistemas nos brindan una gran cantidad de bienes y servicios ambientales como son el acceso al agua (en cantidad y calidad), protección contra inundaciones, producción de alimentos, materiales combustibles, son hábitats para un gran número de especies de flora y fauna, regulan el clima local y se consideran como grandes reservorios de carbono (Ramsar Convención sobre los Humedales, 2016).

No obstante, se calcula que a partir del año 1700 a la fecha se ha perdido aproximadamente el 87 % del recurso mundial de humedales. La velocidad de pérdida de los humedales es tres veces más rápida que la de los bosques naturales (Ramsar Convention Wetlands, 2020). En este sentido, uno de los principales factores que amenaza la pérdida de estos ecosistemas es el cambio climático, siendo los humedales lacustres, marinos y costeros los que enfrentan los impactos más significativos ante este fenómeno (Xu *et al.*, 2019). El incremento del nivel del mar originado por el derretimiento de los polos ante los efectos del calentamiento global, aumenta la vulnerabilidad de los humedales por el riesgo de inundaciones, el efecto desastroso de los huracanes y la reducción de la producción de bienes y servicios ambientales. Estas amenazas impulsan un llamado urgente a los saberes jurídicos ambientales en defensa de estos valiosos ecosistemas como medio para la regulación de los impactos negativos (Duque-Quintero, Quintero-Quintero y Duque-Quintero, 2013) generados particularmente por el uso ilimitado de los recursos naturales, la descarga excesiva de contaminantes, y la conversión de humedales naturales a usos antrópicos como son la agricultura y las zonas urbanas (Xu *et al.*, 2019).

Ante estas amenazas, el cambio climático emerge como problemática entre la crisis ambiental global, motivo por el cual se ha convertido en tema principal de las agendas ambientales de los países en el mundo, implementado marcos jurídicos ambientales con alcance declarativo bajo este enfoque (Munévar-Quintero, 2014). La formalización y establecimiento de dicho conjunto de leyes, normas y reglamentos, los cuales fueron construidos desde la perspectiva del cambio climático, ha determinado acciones de adaptación y mitigación, entre las que destaca la protección y conservación de ecosistemas estratégicos como son los humedales naturales.

En este contexto y con el objetivo de construir el estado del arte del marco jurídico de protección de los humedales naturales frente al cambio climático, se realizó un análisis bibliométrico, con base en el instrumento de revisión documental

especializada y la construcción de redes bibliométricas, con el objetivo de responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las áreas temáticas y los países que realizan las investigaciones más actuales sobre la protección ambiental de los humedales naturales, bajo el enfoque de cambio climático, y cuál es su situación actual con respecto al marco legal de protección internacional?
- ¿Cuáles son los elementos descriptores clave relacionados con la protección ambiental de los humedales naturales frente al cambio climático?
- ¿Cuáles son las tendencias investigativas relevantes de los estudios referentes a la protección ambiental de los humedales naturales ante el cambio climático?
- ¿Cómo estos aspectos investigativos pueden apoyar o mejorar el establecimiento de marcos jurídicos de protección ambiental de los humedales naturales bajo el enfoque de cambio climático?

Metodología

La construcción del estado del arte es un tipo de investigación cualitativo-documental que nos permite identificar las principales tendencias y temas de las investigaciones mundiales en un área de conocimiento específica, a través del instrumento de revisión documental (Gómez-Vargas, Galeano-Higueta y Jaramillo-Muñoz, 2015). Para esto, se realizó un análisis bibliométrico a través de una búsqueda sistemática de información científica, utilizando como fuente la base de datos especializada Scopus®. En una primera etapa, se efectuó una consulta de exploración general de información a través del buscador Google Scholar, para identificar conceptos relacionados a la temática de estudio, y así seleccionar los descriptores generales de la investigación, de la cual se eligieron tres palabras clave: humedal, cambio climático y marco legal. Posteriormente, se consultaron los tesauros de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (Unesco) para seleccionar otros conceptos relacionados con las palabras clave, previamente identificadas, determinando que los conceptos legislación ambiental, protección ambiental, conservación ambiental, política ambiental y ley ambiental, eran los más ampliamente consistentes con el objetivo de esta investigación. Con estas ocho palabras clave en inglés se construyeron diferentes ecuaciones de búsqueda (Tabla 1), obteniendo diferentes números de resultados.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda bibliográfica.

	Ecuaciones de búsqueda	Resultados
Ecuación 1	wetland AND climate change AND legal framework OR environmental legislation OR environmental protection OR environmental conservation OR environmental policy	76
Ecuación 2	legal framework OR environmental legislation OR environmental law OR environmental protection AND wetlands AND NOT artificial wetlands AND climate change	54
Ecuación 3	legal framework OR environmental legislation OR environmental law OR environmental protection AND wetlands AND climate change	46
Ecuación 4	legal framework OR environmental legislation AND wetlands AND climate change	15
Ecuación 5	legal framework OR environmental legislation OR environmental law OR environmental protection AND wetlands AND climate change	4

Fuente: elaboración propia, a partir de los datos recopilados en Scopus®, 2020.

Es importante señalar, que los criterios para la búsqueda de información fueron los siguientes: a) emplear únicamente palabras clave en inglés, b) publicaciones en un rango no mayor a diez años (2010 a 2020), c) fuentes diferentes como artículos científicos, revisiones, libros o capítulos de libros, documento de conferencia, entre otros, y c) la palabra clave humedal debía aparecer en el título o resumen de la investigación, como una determinante del objeto de estudio.

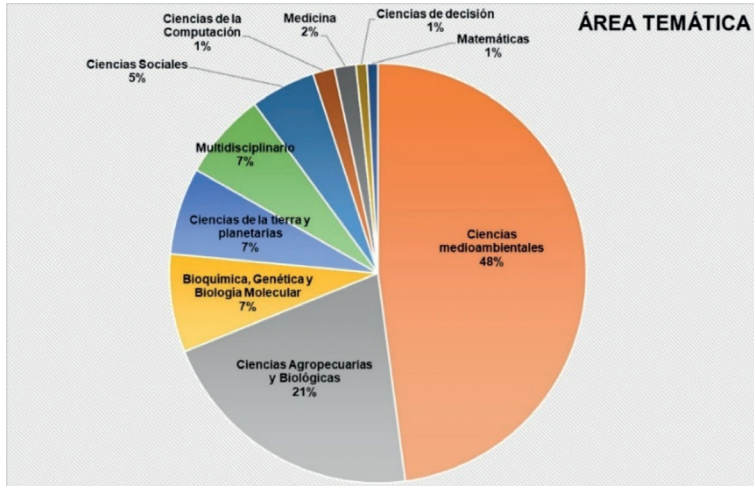
Como una herramienta adicional para la construcción del estado del arte, se utilizó el *software* VOSviewer con el fin de visualizar redes bibliométricas, a través de la cual se obtuvieron dos mapas bibliográficos: el primero de redes, donde se relaciona la co-ocurrencia entre los elementos descriptores clave y un mapa de densidad que nos permitió visualizar la proximidad entre las palabras utilizadas en las publicaciones seleccionadas. Para lo anterior, se empleó como insumo una base de datos obtenida en Scopus®, con información sobre las palabras clave, los resúmenes e identificadores clave de los autores de las publicaciones. Finalmente se revisó el servicio de información sobre sitios Ramsar para determinar la situación actual de los marcos legales de los países que se destacan por sus investigaciones en este campo.

Análisis bibliométrico

Se seleccionó la ecuación 5 descrita en la Tabla 1, por ser la combinación de descriptores que mayores resultados proporcionó durante este análisis. Los resultados del análisis bibliométrico basados en 76 documentos, entre artículos especializados (78,9 %), revisiones (9,2 %), documentos de conferencias (5,3 %), capítulos de libro (3,9 %) y notas (2,6 %), permitió identificar que las principales áreas temáticas relacionadas con la protección ambiental de los humedales con

enfoque de cambio climático proceden de las ciencias medioambientales (48,3 %), ciencias agrícolas y biológicas (21,2 %), así como de los campos de la bioquímica, genética y biología molecular (7,6 %) (Figura 1).

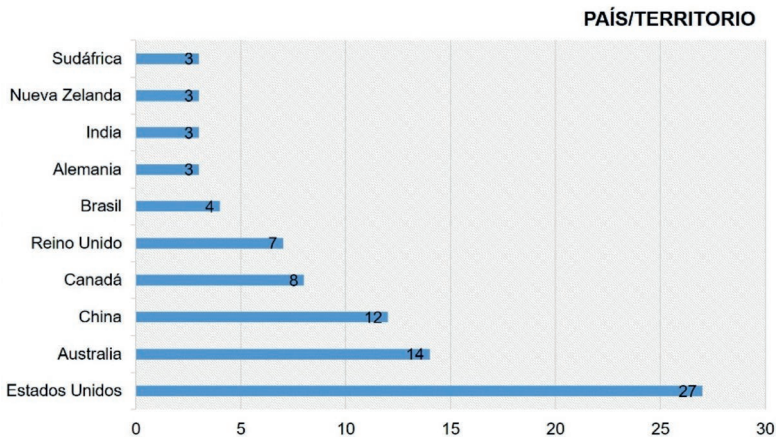
Figura 1. Documentos por área temática.



Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados en Scopus® (2020).

Los países que ocupan los primeros lugares en producir información científica en temas relacionados con la temática de estudio son Estados Unidos, Australia y China, que en conjunto sumaron el 68,4 % de los documentos revisados (Figura 2).

Figura 2. Documentos por país.

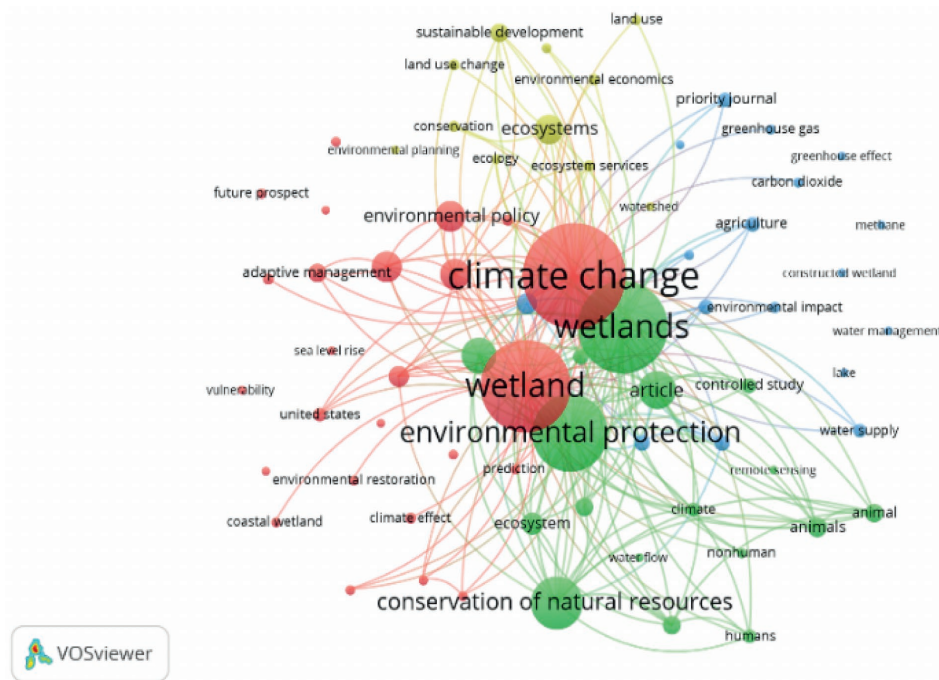


Fuente: elaboración propia a partir de datos recopilados en Scopus® (2020).

Bajo el contexto del marco legal internacional de la Convención Ramsar existen más de 2000 humedales de importancia Ramsar, en más de 160 países firmantes, sin embargo, la mayor parte de los países establecen este compromiso como un tratado de carácter vinculante. En el caso de Estados Unidos, este tratado entró en vigor el 18 de diciembre de 1986, y actualmente cuenta con 40 sitios Ramsar los cuales suman una extensión de 1 866 851 ha. Por otra parte, Australia se suscribió a este tratado internacional el 21 de diciembre de 1975, y hoy en día cuenta con 66 humedales de importancia Ramsar con una superficie total de 8 307 694 ha. Dentro del continente asiático, China forma parte de esta convención de manera más reciente al suscribirse a este tratado a partir del 31 de julio de 1992. A la fecha este país cuenta con 57 sitios de importancia Ramsar, los cuales suman un total de 8 307 694 ha. No obstante, son pocos los sitios de cada uno de estos países que cuentan con una clasificación establecidas por ley de carácter jurídico internacional u otro formal. Tal es el caso de Estados Unidos que cuenta con dos sitios con una superficie de 769 208 ha, bajo estos esquemas de clasificación y protección legal internacional; Australia con siete sitios Ramsar que abarcan 2 366 179 ha y China con ocho sitios Ramsar que abarcan 1 673 855 ha (Ramsar, 2020). Cabe resaltar que dentro de los esfuerzos por incorporar el enfoque de cambio climático en sus marcos regulatorios Estados Unidos y China, como países industrializados, se destacan por su gran generación de gases de efecto invernadero, y apenas recientemente como parte de la Convención Internacional de Cambio Climático.

Por otra parte, el análisis de las redes bibliométricas, visualizado en el mapa de co-ocurrencia (Figura 3), muestra que los descriptores clave relacionados con la protección ambiental de los humedales naturales ante el cambio climático, se enlazan fuertemente con las citas referentes a la conservación de los recursos naturales, política ambiental y gestión adaptativa, restauración ambiental, fauna, impacto ambiental, agricultura, ecosistemas, desarrollo sostenible y usos de la tierra.

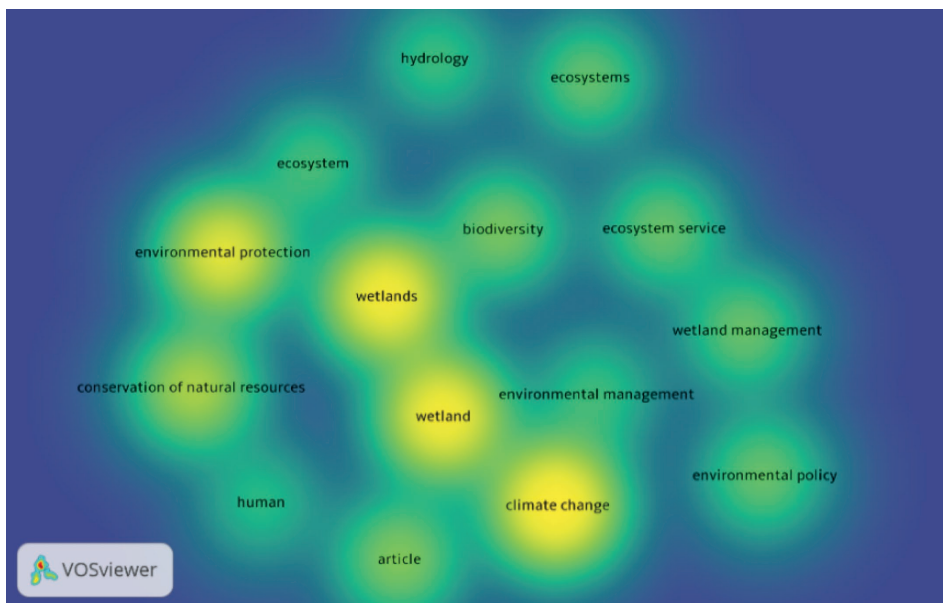
Figura 3. Mapa de co-ocurrencia (redes).



Fuente: obtenido de VOSviewer.

El mapa de densidad mostrado en la Figura 4, nos permitió identificar que entre los 15 descriptores clave con mayor proximidad, los de mayor relevancia son: humedales, cambio climático, gestión ambiental, biodiversidad, protección ambiental, conservación de los recursos naturales, política ambiental, gestión ambiental, gestión de humedales, hidrología, impactos antrópicos y servicios ecosistémicos.

Figura 4. Mapa de densidad (proximidad).



Fuente: obtenido de VOSviewer.

De la información obtenida durante esta primera fase del análisis bibliométrico, se identificaron tres tendencias investigativas relevantes del estado del arte del marco jurídico de protección ambiental de los humedales naturales frente al cambio climático: 1) importancia de los humedales y sus impactos por efecto del cambio climático; 2) la protección ambiental de los humedales, tiene una estrecha relación con la conservación de los recursos naturales, y la biodiversidad animal impactada por el cambio climático; 3) el cambio climático está fuertemente relacionado con políticas ambientales de gestión (restauración, conservación, protección de humedales) y el desarrollo sostenible.

Importancia de los humedales y sus impactos por efecto del cambio climático

Los humedales naturales son ecosistemas considerados estratégicos para la vida humana debido a los procesos ecológicos, económicos y sociales que desempeñan. Sin embargo, para poder mantener el funcionamiento de esos procesos se requiere que un conjunto de condiciones biofísicas se encuentre en equilibrio para poder existir. Fundamentalmente, la presencia de agua, tipos de suelos y de vegetación, humedad, salinidad y la temperatura, representan las características biofísicas más importantes para mantenerlos en equilibrio. Por esto, el cambio climático representa uno de los mayores desafíos para la protección y conservación de los

humedales, particularmente debido al aumento del nivel del mar, las variaciones de temperatura, el aumento de las precipitaciones y las severas sequías.

Los sumideros más ricos en carbono del planeta son los humedales costeros y las turberas. Esto debido que, realizan la función ecológica más importante ante el cambio climático, ya que secuestran casi tanto carbono como los ecosistemas forestales mundiales (Moomaw, 2018), además de contribuir positivamente a la regulación del clima (Villa y Bernal, 2018) y al control de inundaciones (Hayri-Kesikoglu, Haluk-Atasever, Dadaser-Celik & Ozkan, 2019).

Paradójicamente, son los humedales costeros, marinos, así como los lacustres los más afectados por el calentamiento global (Xu et al., 2019). Estos importantes ecosistemas se encuentran en una constante presión antropogénica, principalmente por la pérdida permanente de superficie y la degradación ecológica, aumentando su vulnerabilidad ante los efectos del cambio climático. La pérdida de humedales costeros se deben particularmente al desarrollo económico de estas regiones, como es el caso de China, en donde la conversión de tierras de humedales costeros se encuentra positivamente correlacionada con las transformaciones hacia usos de urbanos, tierras agrícolas, incluyendo la acuicultura; mientras que la degradación ecológica, evaluada en función de la calidad del agua, se asocia con el desarrollo económico regional por las descargas de contaminantes (Lin & Yu, 2018). De manera similar, el caso de Malasia donde se aloja el 56 % mundial de los humedales de turba, ha sido afectado por el discurso del desarrollo, impulsando el drenaje de estas áreas para convertirlas en zonas de cultivo de palma de aceite (Evers, Yule, Padfield, O'Reilly & Varkkey 2017).

A su vez, existen otros impactos del cambio climático en los humedales costeros como lo es la pérdida de biodiversidad, particularmente de fauna. Los anfibios son el grupo más sensible por las variaciones en la temperatura y los cambios de flujo hidrológico, por lo que se consideran especies bioindicadoras de la calidad del hábitat (Sievers, Hale, Parris & Swearer, 2018). Bajo esta premisa, Davis et al. (2017) demostraron que en los humedales del Refugio Nacional de Vida Silvestre de St. Marks, cercano a la costa noroeste de Apalachee Bay en Florida, la dinámica de la metapoblación de tres especies de anfibios reproductores de humedales [la rana porcina (*Rana grylio*), la rana adornada del coro (*Pseudacris ornata*) y la salamandra topo (*Ambystoma talpoideum*)], se vio afectada de manera negativa por las interacciones entre el clima, el hidroperíodo del humedal y la ocurrencia simultánea con depredadores de peces. Encontraron que durante las épocas de inundación los peces colonizaban los humedales, disminuyendo así las tasas de colonización de la rana ornamentada y de salamandras una vez que los peces se encontraron presentes.

Los humedales son uno de los hábitats principales para las aves y los peces. Son sitios importantes para su ciclo de vida, proporcionando áreas de alimentación, refugio, reproducción y nidación; sin embargo, se encuentran amenazados principalmente por las variaciones en los flujos hidrológicos, producto de presiones antropogénicas y del cambio climático. Así lo demuestran los resultados obtenidos por Roy-Basu, Bharat, Chakraborty & Sarkar (2020), en los humedales de Calcuta Oriental en India, donde el número de especies de aves disminuyó de 248 a 72 en un periodo de 45 años, y aproximadamente el 59 % de especies de peces se encuentran en cifras alarmantes cercanas a la vulnerabilidad o al peligro de extinción.

Aspectos relevantes para apoyo y mejora de las políticas de protección ambiental de los humedales ante el cambio climático

Las políticas públicas de protección ambiental ante el cambio climático, son un conjunto de actividades, proyectos, acciones o medidas que el Estado gestiona con el objetivo de establecer soluciones viables a las causas que originan el cambio climático y que afectan a la colectividad. Estas políticas públicas se clasifican en dos tipos: medidas o acciones de adaptación y mitigación. Según el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2014), la adaptación tiene como objetivo moderar o evitar los daños o aprovechar los aspectos beneficiosos del impacto del clima en los sistemas naturales. Por otra parte, las acciones de mitigación tienen como finalidad la intervención humana enfocada a la reducción de las fuentes de emisiones o potenciar los sumideros de gases de efecto invernadero.

Los humedales juegan un papel relevante tanto en la adaptación como en la mitigación del cambio climático. Los humedales permiten la adaptación al reducir la vulnerabilidad por efectos del cambio climático. Por medio de los humedales se pueden implementar medidas de adaptación, como la gestión integral del riesgo por desastres naturales como huracanes e inundaciones, diagnosticar la vulnerabilidad y resiliencia en áreas húmedas, la planificación territorial, el establecimiento de áreas naturales protegidas y corredores biológicos, entre otros. Por otra parte, su potencial como sumideros de carbono hace que las acciones de mitigación contribuyan al mantenimiento, incremento, conservación, manejo, reconversión y restauración de los humedales, evitando y reduciendo así, las emisiones de gases de efecto invernadero.

Durante el proceso de revisión documental se encontraron varios aspectos relevantes que, si bien ya pueden encontrarse implícitos en algunos marcos jurídicos de protección ambiental de los humedales frente al cambio climático, pueden apoyar o incluso considerarse para la mejora de sus alcances. Es por esto que a continuación se enuncian algunos de estos aspectos:

- Tendencias regionales de la investigación y planificación territorial. Mojica-Vélez, Barrasa-García y Espinoza-Tenorio (2018), indican que las investigaciones sobre políticas públicas en humedales costeros en América del Norte y Europa se centran en la gobernanza y la gestión de estos ecosistemas, mientras que en América Latina, Asia y África se enfocan en el desarrollo, los impactos y la población local. Además, revelan que estas políticas de desarrollo urbano e industrial están afectando adversamente a los humedales costeros, al favorecer el crecimiento de zonas urbanas y actividades económicas que no coinciden con la planificación territorial pero que representan altos intereses económicos.
- La gestión del dióxido de carbono (CO_2) en los humedales de turba resulta importante para la mitigación de la acción climática, puesto que la protección ambiental mejorada de los humedales ayuda a reducir las emisiones de CO_2 (Cui *et al.*, 2015).

Por otro lado, Villa y Bernal (2018) indican que la mayor cantidad de secuestro de carbono la realizan los humedales en climas tropicales, pero que aún existe un profundo desconocimiento del ciclo biogeoquímico de este elemento en estas regiones tropicales, lo cual constituye una brecha amplia del conocimiento con respecto a los humedales de climas templados o boreales, en lo que respecta a la mineralización y descomposición de la materia orgánica en el suelo.

- Los humedales naturales son las fuentes naturales más grandes de metano (CH_4), considerado el segundo gas de efecto invernadero más importante y el cual se relaciona con las reacciones climáticas. Zhang *et al.* (2017) modelaron las contribuciones del CH_4 bajo varios escenarios de cambio climático. Uno de los hallazgos principales muestra que los aumentos inducidos por el cambio climático en la extensión de los humedales boreales, debidos al descongelamiento de los polos, y los aumentos impulsados por la temperatura en las emisiones de CH_4 tropical, dominarán las emisiones antropogénicas de CH_4 en un rango de 38 a 56 % hacia fines del siglo XXI. Así también, las retroalimentaciones de metano en los humedales aumentarían el forzamiento radiativo medio global adicional de $0,04 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ a $0,19 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$, por lo que las emisiones de metano incrementarían en ambos tipos de humedales. Concluyen que las políticas de mitigación climática deben considerar las retroalimentaciones de CH_4 de los humedales para mantener el calentamiento global promedio por debajo de 2°C .

En la llanura de Sanjiang en China, se estudiaron los efectos de las emisiones de metano estimuladas por el cambio climático y las acciones de restauración de los humedales naturales. La combinación de ambos elementos producirá un aumento de las emisiones regionales

de 0,18 a 1,52 Tg. Estos datos, permiten a los autores sugerir que la planificación de la restauración regional de humedales debe dirigirse contra diferentes escenarios climáticos para suprimir las emisiones de metano (Li *et al.*, 2016).

- Indicadores paisajísticos como elementos de conservación y manejo de humedales. Bajo esta perspectiva, en una zona semiárida del Cabo Oriental, Sudáfrica, se estudiaron los patrones de distribución de los humedales naturales con base en datos sobre las precipitaciones estacionales, usos de la tierra y datos espaciales existentes. Se cartografiaron las áreas que tenían las condiciones ambientales más adecuadas para los humedales y que mostraron patrones similares a las zonas de humedales densos conocidos. Se encontró una mayor densidad de humedales asentados hacia el sur del polígono de estudio, localizados al margen de las riberas de los ríos más grandes. Se identificaron 89 sistemas de muy alto riesgo y 414 humedales clasificados como de alto riesgo, fundamentalmente vulnerables ante cambios ambientales y antropogénicos. Este trabajo permitió explorar la importancia de la utilización de métodos analíticos espaciales en la investigación de humedales, y como se obtienen datos útiles que permiten centrar los esfuerzos de conservación y manejo en áreas extensas (Melly, Gama & Schael, 2018).

Una revisión sobre los impactos del cambio climático en humedales de agua dulce en Nepal, determinó que la provisión de servicios ecosistémicos y la conservación del ecosistema a nivel de paisaje, serán amenazados por la vulnerabilidad y los impactos del cambio climático, por lo que se destaca la necesidad de priorizar la investigación del cambio climático en el país junto con la implementación de medidas de adaptación basadas en el sistema socioecológico tradicional específico (Lamsal *et al.*, 2017).

- La participación efectiva de las partes interesadas es crucial en la conservación de los humedales naturales, como medida de adaptación al cambio climático. Esta fue la conclusión a la que llegaron Grygoruk & Rannow (2017), referentes a dos hallazgos: el primero, tiene que ver con la comprensión de los mensajes de conservación y adaptación de los humedales, ya que con frecuencia no se ajustan los mensajes científicos para que sean más fáciles de entender, relevantes y aceptables para las partes interesadas; y la segunda, tiene que ver con la ejecución de acciones de adaptación y mitigación al cambio climático, implementadas por las partes interesadas, que contradicen el manejo adaptativo planificado e implementado por las autoridades. Estos hallazgos demuestran que existen brechas en el conocimiento científico aplicado y la práctica de las partes interesadas, por lo que es necesario construir un puente entre ambas partes.

Por último, es importante resaltar que las políticas públicas de protección ambiental de los humedales bajo el enfoque de cambio climático deberían considerar los seis principios propuestos por Finlayson et al. (2017):

1. Los objetivos y metas para el manejo de humedales deben principalmente adaptar y compensar el cambio climático, en lugar de aceptar o evitar el impacto.
2. Los objetivos para el manejo de humedales deben incluir objetivos referentes a la sostenibilidad de estos ecosistemas en sus tres dimensiones básicas (ecológica, social y económica), a través de múltiples escalas y considerar cuestiones ecológicas que incluyan representatividad, conectividad y valores de refugio.
3. Marcos flexibles, de gobernanza y de gestión conjunta, adaptables a través de múltiples escalas y sectores.
4. En las fases iniciales de adaptación al manejo de los humedales se deben priorizar las opciones de adaptación que puedan implementar fácilmente y que proporcionen múltiples beneficios intersectoriales.
5. Las estrategias de gestión a largo plazo deberían identificar los desencadenantes para nuevas acciones, incluida la adaptación novedosa o de alto riesgo (por ejemplo, translocaciones de especies) y debe planear tales eventualidades. El modelado conceptual puede ayudar con la identificación de desencadenantes.
6. Se necesita del monitoreo científico y evaluación de estrategias de manejo para permitir que se tomen decisiones sobre lo que tiene logrado, qué cambios y compensaciones deben ser implementados, si es necesario modificar los objetivos y qué información está disponible para compartir con las partes interesadas (p. 1811).

Conclusiones

La construcción del estado del arte del marco jurídico de los humedales frente al cambio climático permitió identificar que la principal amenaza que sufren estos ecosistemas se debe a tres factores principales: el incremento del nivel del mar, las temperaturas elevadas y el aumento de las precipitaciones. Debido a estos factores, los principales tipos de humedales afectados son los lacustres, costeros y marinos. Las causas antropogénicas que modifican de manera permanente y degradan estos ecosistemas naturales los ponen en franca vulnerabilidad y disminuyen su resiliencia ante los embates del cambio climático. Es importante el establecimiento de límites al desarrollo económico en las regiones costeras, mediante la planificación del territorio en conjunto con la consulta de las partes interesadas.

Hasta 2017 había aproximadamente 1200 leyes y políticas de acción climática en 164 países (Nachmany *et al.*, 2017). No obstante, se adolece de un enfoque de gobernanza en la conservación de los humedales. Se observa que existen marcos jurídicos de protección ambiental de los humedales naturales en una gran cantidad de países, los cuales cuentan con los elementos más relevantes, pero no una integración que involucre a la sociedad en los procesos de conservación y protección de estos ecosistemas. Además, es importante recalcar que no es por falta de legislación o normativas, si no de acciones efectivas en la práctica de la protección ambiental que los problemas de pérdida y degradación de los humedales llevan tantos años siendo documentados, sin solucionar las causas-raíces que originan esta problemática. Bajo esta perspectiva, se considera que una vigilancia estricta por parte de la autoridad ambiental, el monitoreo remoto, pero sobre todo la educación jurídica ambiental y la participación efectiva de las partes interesadas en las zonas de influencia en defensa de los humedales costeros pueden resultar estrategias con mayor efectividad ambiental en el manejo de los humedales frente al problema del cambio climático (Munévar-Quintero, 2013).

Referencias bibliográficas

- Cui, Q., Wang, X., Li, C., Cai, Y., Liu, Q. & Li, R. (2015). Ecosystem service value analysis of CO₂ management based on land use change of zoige alpine peat wetland, tibetan plateau. *Ecological Engineering*, 76, 158-165. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2014.03.035
- Davis, C.L., Miller, D.A.W., Walls, S.C., Barichivich, W.J., Riley, J.W. & Brown, M.E. (2017). Species interactions and the effects of climate variability on a wetland amphibian metacommunity: *Ecological Applications*, 27(1), 285-296. DOI: 10.1002/eap.1442
- Duque-Quintero, S.P., Quintero-Quintero, M.L. y Duque-Quintero, M. (2013). Participación de las comunidades en materia ambiental como estrategia para la conservación de la biodiversidad: el caso de los pescadores en la ciénaga de Ayapel (Córdoba). *Jurídicas*, 10(1), 164-180. Recuperado de [http://190.15.17.25/juridicas/downloads/juridicas10\(1\)_10.pdf](http://190.15.17.25/juridicas/downloads/juridicas10(1)_10.pdf)
- Evers, S., Yule, C.M., Padfield, R., O'Reilly, P. & Varkkey, H. (2017). Keep wetlands wet: The myth of sustainable development of tropical peatlands – implications for policies and management. *Global Change Biology*, 23(2), 534-549. DOI: 10.1111/gcb.13422
- Finlayson, C.M., Capon, S.J., Rissik, D., Pittock, J., Fisk, G., Davidson, N.C., . . . Bino, G. (2017). Policy considerations for managing wetlands under a changing climate. *Marine and Freshwater Research*, 68(10), 1803-1815. DOI: 10.1071/MF16244
- Gómez-Vargas, M., Galeano-Higueta, C. y Jaramillo Muñoz, D.A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423-442.
- Grygoruk, M. & Rannow, S. (2017). Mind the gap! lessons from science-based stakeholder dialogue in climate-adapted management of wetlands. *Journal of Environmental Management*, 186, 108-119. DOI: 10.1016/j.jenvman.2016.10.066
- Hayri-Kesikoglu, M., Haluk-Atasever, U., Dadaser-Celik, F. & Ozkan, C. (2019). Performance of ANN, SVM and MLH techniques for land use/cover change detection at sultan marshes wetland, turkey. *Water Science and Technology*, 80(3), 466-477. DOI: 10.2166/wst.2019.290
- Keddy, P. (2010). *Wetlands: an overview*. In: *Wetland ecology: principles and conservation*. New York: Cambridge University Press.

- Lamsal, P., Kumar, L., Atreya, K. & Pant, K.P. (2017). Vulnerability and impacts of climate change on forest and freshwater wetland ecosystems in Nepal: A review. *Ambio*, 46(8), 915-930. DOI: 10.1007/s13280-017-0923-9
- Li, T., Zhang, Q., Zhang, W., Wang, G., Lu, Y., Yu, L. & Zhang, R. (2016). Prediction CH4 emissions from the wetlands in the sanjiang plain of northeastern china in the 21st century. *PLoS ONE*, 11(7). DOI: 10.1371/journal.pone.0158872
- Lin, Q. & Yu, S. (2018). Losses of natural coastal wetlands by land conversion and ecological degradation in the urbanizing chinese coast. *Scientific Reports*, 8 (1). DOI: 10.1038/s41598-018-33406-x
- Melly, B.L., Gama, P.T. & Schael, D.M. (2018). Spatial patterns in small wetland systems: Identifying and prioritising wetlands most at risk from environmental and anthropogenic impacts. *Wetlands Ecology and Management*, 26(6), 1001-1013. DOI: 10.1007/s11273-018-9626-7
- Mojica-Vélez, J.M., Barrasa-García, S. & Espinoza-Tenorio, A. (2018). Policies in coastal wetlands: Key challenges. *Environmental Science and Policy*, 88, 72-82. DOI: 10.1016/j.envsci.2018.06.016
- Moomaw, W.R., Chmura, G.L., Davies, G.T., Finlayson, C.M., Middleton, B.A., Natali, S.M., . . . Sutton-Grier, A.E. (2018). Wetlands in a changing climate: Science, policy and management. *Wetlands*, 38(2), 183-205.
- Munévar-Quintero, C.A. (2013). La incidencia de la educación jurídica ambiental y la participación, en la transformación del conflicto ambiental. *Jurídicas*, 10(1), 147-163.
- Munévar-Quintero, C.A. (2014). Escenarios de crisis y conflictos por efectos del cambio climático en la población asentada en la eco-región Eje Cafetero. *Jurídicas*, 11(1), 138-156.
- Nachmany, M., Fankhauser, S., Setzer, J. & Averchenkova, A. (2017). *Global trends in climate change legislation and litigation*. Recuperado de <http://www.lse.ac.uk/GranthamInstitute/wp-content/uploads/2017/04/Global-trends-in-climate-change-legislation-and-litigation-WEB.pdf>
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático [IPCC]. (2014). *Cambio Climático 2014. Mitigación del cambio climático. Resumen para responsables de políticas. Resumen técnico. Parte de la contribución del Grupo de trabajo III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*. Recuperado de https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/WGIIIAR5_SPM_TS_Volume_es.pdf
- Ramsar Convención sobre los Humedales. (2016). *Manual de la Convención Ramsar 5ª edición. Introducción a la convención sobre los humedales*. Recuperado de https://www.ramsar.org/sites/default/files/documents/library/handbook1_5ed_introductiontoconvention_s_final.pdf
- Ramsar. (17 de julio de 2020). *Servicio de Información sobre Sitios Ramsar*. Recuperado de <https://rsis.ramsar.org/es/about?language=es>
- Ramsar Convention Wetlands. (28 de enero de 2020). *La perspectiva global de los humedales*. Recuperado de <https://www.global-wetland-outlook.ramsar.org/>
- Roy-Basu, A., Bharat, G. K., Chakraborty, P. & Sarkar, S.K. (2020). Adaptive co-management model for the east kolkata wetlands: A sustainable solution to manage the rapid ecological transformation of a peri-urban landscape. *Science of the Total Environment*, 698. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134203
- Sievers, M., Hale, R., Parris, K.M. & Swearer, S.E. (2018). Impacts of human-induced environmental change in wetlands on aquatic animals. *Biological Reviews*, 93(1), 529-554. DOI: 10.1111/brv.12358
- Villa, J.A. & Bernal, B. (2018). Carbon sequestration in wetlands, from science to practice: An overview of the biogeochemical process, measurement methods, and policy framework. *Ecological Engineering*, 114, 115-128. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2017.06.037
- Xu, T., Weng, B., Yan, D., Wang, K., Li, X., Bi, W., . . . Liu, Y. (2019). Wetlands of international importance: Status, threats, and future protection. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(10). DOI: 10.3390/ijerph1610181
- Zhang, Z., Zimmermann, N.E., Stenke, A., Li, X., Hodson, E.L., Zhu, G., . . . Poulter, B. (2017). Emerging role of wetland methane emissions in driving 21st century climate change. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 114(36), 9647-9652. DOI: 10.1073/pnas.161