

## AGUAS CONTINENTALES DE SUDAMÉRICA: BIODIVERSIDAD, PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS

*Juan José Neiff*

CECOAL (CONICET-UNNE) Ruta Prov. 5, Km 2,5. Corrientes, Argentina.

jj@neiff.ar

### RESUMEN

En 1971 se firmó el tratado para proteger los humedales de Importancia Internacional. 50 años después, Sudamérica sigue siendo el subcontinente con mayor superficie de humedales en su masa continental y plataforma submarina. Existen gradientes climáticos, en el hemisferio Sur, que han tenido preponderancia en la organización de la biota y que dan origen a importantes diferencias en la tipología de sus aguas continentales incluyendo desde profundos lagos oligotróficos y lagos someros eutróficos hasta grandes ríos con amplias llanuras de inundación o fuertemente pulsátiles, esteros y bañados subtropicales. Desde las montañas de los Andes, a unos 5000 m.s.n.m. hasta el océano, se encuentra otro vector de variabilidad que merece atención a la hora de analizar la biodiversidad. La historia de Sudamérica con eventos tan importantes como el levantamiento de la Cordillera de Los Andes, fluctuaciones climáticas con desplazamientos de enormes glaciares han modelado la morfología de los ambientes acuáticos continentales, en los que se registran hoy gradientes térmicos y salinos característicos de cada región y que deben tenerse en cuenta a la hora de analizar el Cambio Climático Global, ya que las previsiones pueden diferir a nivel regional y en su capacidad de generar cambios estructurales y funcionales en los cuerpos de agua y sus comunidades asociadas. A los estudiosos de humedales les llega el desafío creciente de disturbios generados por el crecimiento poblacional, las demandas del aprovechamiento energético de los ríos, las urbanizaciones en humedales, la contaminación, la sobrepesca, algunas formas agropecuarias insustentables y otros escenarios de conflicto que nos obligan a definir claramente qué son humedales, qué límites son los correctos, cómo rescatar las culturas nativas del uso del agua, de quién son los humedales y otros aspectos que conduzcan hacia protocolos de *manejo tolerable*, en pro de los derechos de las generaciones futuras.

**Palabras clave:** planicies inundables, ríos, biodiversidad, pulsos, trópico húmedo.

### Abstract

#### Inland waters of South America: Biodiversity, problems and perspectives

South America is still the subcontinent with the largest area of wetlands on its continental landmass and marine platform. There are climatic gradients in the southern hemisphere that have had a preponderant influence on the organisation of the biota and that give rise to important differences in the typology of its inland waters, ranging from deep ultra oligotrophic lakes and shallow eutrophic lakes to

large rivers with wide floodplains or strongly pulsating, subtropical streams and marshes. From the Andes Mountains, at about 5000 m.a.s.l. to the ocean, there is another vector of variability that deserves attention when analysing biodiversity. The history of South America with events as important as the uplift of the Andes Mountains, climatic fluctuations with displacements of huge glaciers have shaped the morphology of continental aquatic environments, in which thermal and saline gradients characteristic of each region are recorded today and which must be taken into account when analysing Global Climate Change, as forecasts may differ at the regional level and in their capacity to generate structural and functional changes in water bodies and their associated communities. Wetland scientists are faced with the growing challenge of disturbances generated by population growth, the demands of energy use of rivers, urbanisation in wetlands, pollution, overfishing, unsustainable forms of agriculture and other conflict scenarios that force us to clearly define what wetlands are, what are the correct limits, how to rescue native cultures of water use, whose wetlands they are, and other aspects that lead to tolerable management protocols, in favour of the rights of future generations.

**Keywords:** Flatlands, rivers, biodiversity, pulses, humid tropics.

## INTRODUCCIÓN

Sudamérica es el subcontinente de los humedales, desde la visión ecológica, socio-económica y de la potencialidad del desarrollo futuro, por sus características climáticas, geográficas, fisiográficas, y por la historia continental.

La mayor cantidad de agua superficial de Sudamérica se produce en clima tropical y subtropical de Sudamérica vertiendo a los océanos un caudal próximo a 270.000m<sup>3</sup>/s, con lo cual es la masa continental con mayor cantidad de agua en relación a su superficie espacial. Al sur de Buenos Aires, ya en la Patagonia, se encuentra la mayor cantidad de agua acumulada en cuencas lacustres, como resultado de la actividad glaciaria que ha modelado el paisaje en sucesivos eventos ocurridos entre el Mioceno y el Pleistoceno (Malagnino, 2008).

En Sudamérica la mayor parte de las aguas superficiales son de origen pluvial. Muy pocos lagos, como el Argentino, o el Buenos Aires, son alimentados preponderantemente por aporte glaciario. Por su forma triangular, la masa continental de Sudamérica tiene gran influencia marina, lo que reduce la amplitud térmica y las temperaturas extremas absolutas son mucho más moderadas comparadas con igual latitud en el hemisferio norte. No existen las llanuras nevadas del hemisferio norte y los paisajes nevados sólo son comunes por encima de los 3000 m.s.n.m. en plena montaña de Los Andes.

La mayoría de los climas y, en especial las precipitaciones, están influidas principalmente por el océano Atlántico que tiene dos centros de alta presión ubicados, uno en el hemisferio norte y otro en el hemisferio sur

que regulan la circulación atmosférica. En invierno se produce además, la influencia de los vientos antárticos que llegan hasta el Pantanal de Mato Grosso en Brasil, por la ausencia de fronteras orográficas pero por su frecuencia y duración no producen la estacionalidad marcada que tienen los vientos polares en el hemisferio norte sobre los paisajes y la biota.

La mayor parte de las aguas superficiales escurren por los grandes ríos del Continente, que son vectores de la desmineralización de sus cuencas. Las tres cuencas más grandes mayores (Amazonas, Orinoco y Paraná) vierten al océano el 13% del total de sólidos suspendidos que aportan todos los ríos del mundo a los océanos (Tundisi, 1994, Tundisi y Matsumura Tundisi, 2008). Esta cantidad de minerales se relaciona con el tamaño de las cuencas pero también con las pendientes que median entre los macizos montañosos y los océanos y con la tipología de los suelos, en gran parte originados o modelados por los cursos de agua.

La masa continental tiene inclinación general de NO a SE y la mayor parte del agua fluye hacia el Atlántico, si bien las cuencas del Magdalena y del Orinoco desaguan en dirección hacia el norte. Las cuencas que desaguan al Pacífico, hacia el oeste continental, se originan en las montañas de Los Andes, tienen menor extensión, menor caudal líquido y mayor concentración de sedimentos minerales.

La Cordillera de los Andes ha tenido y tiene un papel preponderante en el modelado de los flujos, como se ve en los ríos Parapetí, Pilcomayo, Bermejo, Limay, Negro, Colorado. Algunos de ellos, llevan importantes volúmenes de agua y sedimentos por unos 1000 Km y los vuelcan en el océano Atlántico. La influencia andina también se ve en los suelos de extensos sectores de las cuencas patagónicas, con capas de cenizas volcánicas producidas en sucesivos eventos históricos, traídas por los vientos y por el agua. Los ríos que se originan en la región andina, en especial los que cruzan la región chaqueña, son los que llevan la mayor cantidad de sedimentos suspendidos, en general arenas finas a muy finas y menor cantidad de limos, con baja cantidad de arcillas. Son fuertemente vectoriales en sus cabeceras, con diferencia de 3-5 mil metros entre las nacientes y la desembocadura, en tanto que los que provienen del macizo de Brasilia tienen menos de 400m de desnivel a lo largo de su curso. Esto tiene consecuencias en la organización del paisaje de las cuencas y en la organización de las colectividades bióticas. La orografía, la circulación atmosférica y los gradientes climáticos podrían explicar la menor cantidad de endemismos en la biota de Sudamérica que en otros continentes (Morello, 1984).

Otro aspecto para comprender la variabilidad espacial de los ambientes acuáticos continentales es la influencia que han tenido las transgresiones y regresiones marinas ocurridas en el Terciario y Cuaternario: una en el Jurásico, 150 millones de años atrás; dos en el Cretácico, una en el

Paleoceno, una en el Eoceno, tres en el Mioceno y la última, apenas seis mil años atrás, que muestran importantes cambios a través de los yacimientos fosilíferos en los ambientes acuáticos continentales (Huber y Renno, 2006). Podemos encontrar ambientes de linaje marino en medio del continente, como los espartillares de *Spartina argentinensis* en las Lagunas de las Viruelas en el límite de la provincia del Chaco con Santa Fe, en el paralelo de 28 grados sur, donde la conductividad eléctrica del agua alcanza a 60.000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  y el pH supera las nueve unidades. Muchos suelos del centro del Gran Chaco Americano son salino-alcalinicos con alto contenido de sodio, remanente de la ingresión marina.

## **CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES DE LAS AGUAS CONTINENTALES.**

**Lagos y ríos.** Los lagos son sistemas acumuladores, mientras que los ríos son sistemas de transferencia de energía y de materiales. El volumen de agua renovada anualmente en los lagos es muy bajo en comparación con el volumen que circula en las cuencas (Neiff, 2010). La eficacia de la mezcla en lagos, depende de las características físicas, especialmente de la fluctuación térmica y de la morfología de su cuenca. La mezcla periódica de agua depende en gran medida de la cantidad de energía solar que el lago recibe localmente, resultando un proceso complejo en los ambientes tropicales de Sudamérica (Esteves, 1998). Son sistemas con gran energía potencial y baja energía cinética (Neiff, 1996).

Argentina y Chile concentran la mayor cantidad de lagos, lagunas, mallines y bofedales altoandinos (Olivares, 2009). Hay más de 500 lagos de superficie mayor que 5  $\text{Km}^2$ , encontrándose en la región andinopatagónica, los de mayor superficie. Sudamérica tiene más de 90.000 lagunas menores que 100 ha, la mayoría ubicadas en las planicies de los grandes ríos.

Los lagos de la Argentina han sido clasificados por Quirós y Drago (1999). Los de la región andinopatagónica son profundos, el Nahuel Huapi tiene 754m y la termoclina en ellos se forma generalmente a 40-80metros de la superficie (Baigún y Marinone, 1995). Tienen características oligotróficas a ultraoligotróficas; los de la meseta patagónica se encuentran en el intervalo de mesotróficos a eutróficos. En tanto los lagos de la planicie Chacopampeana tienen características eutróficas a ultraeutróficas existiendo además, lagos salinos. Los lagos del centro y oeste de la Argentina, en general, son mesotróficos a eutróficos, algunos de elevada salinidad por encontrarse en clima semiárido (Ringuelet, 1962).

Los humedales (entendiendo por tal a los ambientes acuáticos temporarios), ocupan la mayor superficie respecto de los lagos y de los cursos de agua, en razón de la extensión de las enormes llanuras que reciben flujos temporarios de los ríos y/o de los mares.

Venezuela tiene una gran variedad de hábitat de humedales que incluye ríos y lagos, lagunas costeras, manglares, turberas y hasta arrecifes de coral, y también existen humedales artificiales, como criaderos de peces y camarones, estanques piscícolas, tierras agrícolas irrigadas, salinas, embalses, graveras, campos de depuración de aguas cloacales y canales. La gran diversidad de ecosistemas se relaciona con el contacto de tres centros biodiversos: amazónico, caribeño y andino. Los dos primeros son los de mayor riqueza de especies.

Allí se encuentran más de cuatrocientas sesenta cuencas hidrográficas mayores de 100 km<sup>2</sup>, las cuales contienen ríos, lagunas, lagos, riachuelos e infinidad de fuentes de agua (superficiales y subterráneas) a nivel continental. Además, tiene 2.740 Km de plataforma marítima continental en la costa caribeña y 1.006 Km de costa atlántica, sin contar con las costas de los territorios insulares (Aranguren *y col.*, 2006).

En Venezuela se ha estimado que los humedales comprenden 39.517 Km<sup>2</sup> diferenciándose nueve grandes regiones (Rodríguez, 1999). La planicie de inundación del Orinoco, con lagunas, herbazales y extensos morichales constituyen el principal humedal de Venezuela (Colonnello, 1995; Lasso *y col.*, 1998; Gordon, 2000; Rial, 2000), en tanto que las extensas cuencas del Lago de Maracaibo y La Guajira, presentan ensambles de paisaje condicionados por la geomorfología y la calidad de sus aguas que no reconocen límites ecológicos entre Colombia y Venezuela. Se destaca el Lago de Valencia (Estados Carabobo y Aragua, propuesto como Sitio Ramsar), la Laguna de Unare (Estado Anzoátegui), el Parque Nacional Laguna de Tacarigua (Estado Miranda) y el Refugio de Fauna Silvestre Cuare (Estado Falcón) que han sido reconocidos como Sitios Ramsar.

Estos humedales se encuentran ubicados en el eje costa-montaña de Venezuela, en donde se concentra la mayor parte de la población. El Lago de Valencia tiene comunicación con el Orinoco por pequeños caños y ríos de régimen intermitente, alrededor de la cual se asientan importantes centros poblados e industriales. Los otros tres humedales mencionados son lagunas costeras con salida al mar en las que las actividades turísticas y pesqueras son muy importantes. La presión de uso sobre los recursos de estos humedales es sumamente alta por parte de las poblaciones próximas de los cuatro humedales y también por el turismo que visita la zona, Refugio de Fauna Silvestre Cuare y Laguna de Unare, (Aranguren *y col.*, 2006).

Los humedales de Colombia, podrían incluirse en la misma región ecológica que Venezuela y Ecuador. Allí ocupan cerca del 26% del territorio nacional en seis regiones funcionalmente distintas: Amazónica, Caribe, Montañosa, Orinoquía y Pacífica (Sarmiento *y col.*, 2016; Cortés-Duque y Estupiñán Suárez, 2016) siendo que muchos humedales especialmente los de la región montañosa comparten características similares con las de los

descritos para estas regiones de Venezuela, Perú y Bolivia (Navarro y Maldonado, 2002; Josse *y col.*, 2007; De Paula *y col.*, 2014; Lasso *y col.*, 2014) si bien con las peculiaridades sociales de cada contexto.

En Perú, la superficie de humedales se ha estimado en 120.000 Km<sup>2</sup> (Sierra Praeli, 2018) distribuidos en los 84 sistemas ecológicos megadiversos (Josse *y col.*, 2007) con una gran variedad de escenarios de biodiversidad, lo que se relaciona con el gradiente latitudinal N-S comprendiendo una longitud de más de 850 Km y también con el gradiente altitudinal desde Los Andes a la planicie inundable de los ríos de la cuenca amazónica con redes que articulan cursos de primero a quinto orden y que totalizan más de 10000 Km.

Los grandes ríos (Amazonas, Marañón, Ucayali, Madre de Dios, Huallaga) son navegables todo el año y de gran importancia para ciudades como Iquitos a la que sólo se llega por vía aérea o fluvial. Las aguas lénticas (lagos, lagunas, cochas) están asociadas generalmente a depresiones en la cuenca de los grandes ríos, como la depresión de Ucamara y lagunas de abanicos aluviales como las del río Pastaza. En ellas el nivel del agua puede variar 2-3 m en el año como consecuencia de la estacionalidad de las lluvias.

El humedal más grande del mundo se encuentra en Brasil, conocido como Gran Pantanal, o Pantanal de Mato Grosso dado que, aproximadamente el 60% del mismo se encuentra en los estados brasileños de Mato Grosso y de Mato Grosso do Sul. Ocupa 138000 Km<sup>2</sup> y está compuesto por 10 subsistemas de humedales diferentes, conocidos a su vez como pantanales. La enorme depresión del Pantanal se originó al tiempo que se formó la Cordillera de Los Andes. Posteriormente la cuenca se cubrió con los sedimentos, en su mayoría: arenas finas a muy finas y limos, aportados por varios ríos que afluyen desde el planalto al Pantanal donde forman su delta interno. Los principales ríos son el Paraguay, el Miranda, el Aquidauana, el Cuiabá, el Tacuarí, el San Lourenço y el Negro. Además del aporte de estos ríos, el Pantanal se alimenta con lluvias locales que tienen régimen estacional marcado. El período seco ocurre en invierno cuando los espejos de agua se reducen a las grandes lagunas como la Uberaba, en el Pantanal del río Paraguay, o a numerosas lagunas menores de 100 ha., en el Pantanal de Nhecolândia. Al final del período seco el agua satura la matriz arenosa del suelo y luego lo cubre con una lámina de 1- 4 metros de agua, dependiendo de la geomorfología del terreno.

Brasil tiene además, otro sistema ecológico de humedales, el sistema de lagunas costeras, que están próximas al océano Atlántico desde Rio Grande do Sul hasta el norte del país con lagunas de 3-5 metros de profundidad, algunas de grandes dimensiones como la Mangueira, Emboaba, Mirim y otras, rodeadas de extensos bañados con plantas palustres. También hay marismas y una extensa franja de manglares en la costa Atlántica, desde Santa Catarina al norte.

Si bien no hay en Brasil lagos profundos como en el sur de Sudamérica, tiene el mayor caudal de agua superficial circulando por los grandes ríos de la cuenca amazónica, el San Francisco, las nacientes de los ríos de la Cuenca del Plata y otros de la vertiente Atlántica.

Los ríos permiten ver otra asimetría geográfica en Sudamérica. 92% del escurrimiento se encuentra en el área tropical y subtropical, al norte de los 34° S. Para tener una idea de la importancia de los ríos en Sudamérica, solamente la cuenca del Amazonas tiene 7.050.000 Km<sup>2</sup>, es decir: 39,5% de la superficie de Sudamérica, y aporta el 20% del total del agua de los continentes, que llega al mar (Sioli, 1984; Pouilly y Beck, 2004) (Tabla 1).

**Tabla 1.** Escurrimiento de los grandes ríos del mundo.

<b>Continente</b>	<b>Descarga (1000 m3/seg)</b>	<b>Área Cuenca (1000 Km<sup>2</sup>)</b>	<b>Cociente: Área/descarga</b>	<b>Longitud Total (Km)</b>
<b>Sudamérica</b>	269,9	10888	40,3	21398
<b>Norteamérica</b>	59,9	9295	155,1	24107
<b>África</b>	56,7	9630	169,8	20683
<b>Europa</b>	24,5	2758	112,5	>11445
<b>Asia</b>	171,3	18872	110,1	60203

Fuente: modificado de: Neiff y col., 1994.

La mayoría de estos ríos no son ríos “típicos”, porque no tienen sus cuencas con la característica zonación de: Ritron (nacientes, con ríos cortos, con pendiente pronunciada y curso recto), Potamon (tramo de descarga, generalmente monocanalizado o de diseño entrelazado) y Crenon (tramo final, en el que el canal principal se bifurca repetidamente, formando un delta).

Así, los ríos de la vertiente de Los Andes presentan diferencias morfológicas menores entre la naciente y la desembocadura y, al igual que el río Uruguay, toda la cuenca recibe pocos afluentes de primero y de segundo orden, y el límite de la misma tiene pocas diferencias de ancho entre las nacientes y la desembocadura, y todo el curso funciona como cuenca de descarga.

El río Paraguay tiene un enorme humedal en la cuenca alta, tiene muy pocos afluentes en el Potamon, y no tiene delta. El río Magdalena tiene un enorme delta interno en su confluencia con el Cauca y el Magdalena donde se expande en una amplia llanura inundable con enormes lagos playos llamados localmente ciénagas (Ayapel, Zapatosa, El Blanco, entre otras).

Salvo los ríos de la montaña de los Andes, en la mayoría de las cuencas se puede distinguir dos subsistemas: el canal, de diseño variable (monocanalizado, anastomosado o meándrico) y la planicie de inundación (Pouilly y Beck, 2004). Ambos pueden estar conectados en forma permanente o no, en función de la morfología del relieve. Los movimientos

verticales de la lámina de agua (crecientes y bajantes) determinan flujos horizontales desde el curso hacia las ciénagas (y otros humedales lénticos) y viceversa. La proporción de suelo inundado/suelo emergente a lo largo del tiempo constituye el régimen de pulsos, que es propio de cada sitio de la planicie inundable y condiciona la biodiversidad y formas de vida.

Los grandes ríos que descienden de Los Andes, tales como el Pastaza, Marañon, Ucayali, Mamoré, Beni, Parapetí, Bermejo traen una alta carga de sedimentos y, por su color café con leche se los conoce como ríos de aguas blancas (Sioli, 1984). El Amazonas transporta una carga de sólidos suspendidos del orden de 1,3 billones de toneladas métricas (Meade *y col.*, 1985) y tiene una variación anual de 15 metros o más en el nivel hidrométrico. Las diferencias de caudales líquido y sólido y las extensas llanuras por las que escurren estos ríos explica que tengan frecuentes migraciones de cauce (Kalliola *y col.*, 1992) y formación de lagunas meándricas (“*ox-bow lakes*”). En otros ríos tropicales como el Mamoré y el Paraguay la diferencia entre aguas bajas y máxima creciente anual del curso es del orden de ocho metros, sin embargo producen extensos derrames laterales generando allí, fluctuación del nivel del agua de dos metros que condicionan paisajes herbáceos que mantienen históricamente a la ganadería como principal actividad productiva. En la planicie del Beni se produce 47% del ganado bovino que consume Bolivia (Pouilly y Beck, 2004). En la matriz herbácea del paisaje se sobrepone núcleos más altos (1-2 m) poblados por bosques semidecídúo que son llamados localmente capones o cordilheiras y que tienen menor tiempo de anegamiento del suelo, con ensambles de fauna diferentes (Alho *y col.* 2011).

Debido a que los ríos en su camino hacia el nivel del mar pueden considerarse sistemas vectoriales, es entendible la presencia de corredores de biodiversidad y de elementos, desde las nacientes a la desembocadura. Esta realidad, que dio origen al concepto de “Continuo fluvial” (Vanote *y col.*, 1980) se debilita en la mayoría de los grandes ríos sudamericanos debido a que las planicies de inundación de estos ríos son enormes y, por tanto, las relaciones entre este subsistema y el canal adquieren mayor importancia que la conectividad longitudinal en el sentido del eje de escurrimiento (Junk y Wantzen, 2004). La planicie del Paraná en su tramo bajo tiene entre 10 y 60 Km de ancho, y la del Amazonas supera los 100 Km en el tramo bajo.

## **ALGUNOS PROBLEMAS Y PERSPECTIVAS DE LOS HUMEDALES DE SUDAMÉRICA**

A pesar de que hay 170 países adheridos a la Convención de Ramsar, que han acordado instituir casi 2500 Sitios Ramsar totalizando 2,5 millones de kilómetros cuadrados, no se ha logrado el tan deseado desarrollo sostenible existiendo complejos problemas de gestión por resolver.

Luego de 50 años de la convención de Ramsar, se habría perdido 35% de superficie de los humedales de la Biosfera, según Bridgewater y Kim (2021) en la primera Perspectiva Mundial sobre los Humedales de la Convención de Ramsar en 2018, señalando además que los humedales del mundo desaparecen tres veces más rápido que los bosques como consecuencia del cambio climático, de la urbanización y los cambios en los patrones de consumo, como el cambio hacia una dieta más rica en carne, que requiere el desmonte y la expansión de las fronteras agropecuarias.

Es posible que lo expresado por estos autores sea aplicable a algunos países del hemisferio norte, no así a Sudamérica donde las transformaciones han sido menores y las causas difieren parcialmente. No hay demostración contundente de pérdida de humedales debidas al Cambio Climático Global en Sudamérica. Esto no implica negar la variabilidad climática natural que siempre ha existido. Los estudios de Binford (1982) permitieron conocer que el Lago de Valencia estuvo seco hace unos 13000 años y que ha tenido una importante fluctuación de la lámina de agua también en el período reciente. Se llenó rápidamente a los 10500 años antes del presente, y tuvo un flujo de salida durante 2500 años (Binford, *op cit*). Luego el nivel descendió gradualmente desde los 8000 a los 2500 años antes del presente. En los siguientes 2000 años se produjeron varios ascensos, algunos de ellos hacia la desembocadura. En 1727, el lago volvió a estar en el nivel de desagüe, tras lo cual comenzó a desecarse y, en 1979 el nivel del agua estaba 25 m por debajo de la desembocadura (Binford, *op cit.*).

Existen otras contribuciones científicas demostrando que la resiliencia de la vegetación y de la fauna de humedales subtropicales es suficiente para absorber los cambios previstos en los escenarios enunciados por el IPCC (Neiff *y col.*, 2011; Neiff y Neiff, 2013; Ubeda *y col.*, 2013). Al menos conviene evitar generalizaciones sobre los riesgos del Cambio Climático Global, dado que los pronósticos del IPCC señalan diferencias en distintas regiones del planeta y la treintena de modelos de pronósticos climáticos disponibles, no permiten establecer la frecuencia y regularidad de los eventos extremos en lluvias y en temperaturas.

Hay escaso conocimiento respecto de la resistencia de los organismos a las fluctuaciones climáticas, pero alguna información puede inferirse a través del conocimiento biogeográfico. La vegetación del borde de los lagos andinopatagónicos tiene más de 20% de especies de clima tropical en los bosques, siendo que hoy el clima es definitivamente templado. La presencia de un denso sotobosque de caña-coligüe, *Chusquea culeou*, y de enredaderas del género *Hydrangea* son la impronta de una fase de clima tropical (Villagran e Hinojosa, 1997). El cambio climático ha favorecido la biodiversidad de estos bosques y las especies mencionadas son ejemplos de la resistencia de algunas entidades.

Otra propiedad casi inexplorada de los sistemas naturales frente a los riesgos del Cambio Climático Global es la resiliencia de los organismos, basada en la amplitud de sus nichos ecológicos. Un estudio reciente, demostró que algunas lagunas y esteros poseen colectividades anfiterantes que les ha permitido mantener su ensamble básico de especies a pesar del pasaje de un sistema lótico a un sistema léntico y de cambios drásticos en el régimen de fluctuación de la lámina de agua (Neiff, *y col.*, 2020a).

Los efectos del crecimiento poblacional y la consolidación de urbanizaciones sobre los humedales, por ejemplo, en el delta del Paraná y en otros humedales de la región Pampeana, datan de, al menos 1000 años antes de la era cristiana como han demostrado Loponte *y col.* (2002). Esto no implica desconocer que en las últimas décadas se han acrecentado los disturbios debidos a las urbanizaciones en humedales, aunque no se puede generalizar esta situación a los humedales de Sudamérica ya que muchos se encuentran en condiciones prístinas.

La eutrofización cultural es uno de los problemas que crecen con el aumento de las poblaciones en la cuenca de ríos, lagos y embalses, como consecuencia del vertido de efluentes domésticos y de la incorporación de fósforo y de nitrógeno desde fuentes difusas como cultivos y áreas ganaderas (Tundisi y Matsumura Tundisi, 2008). Los embalses agravan el problema al aumentar el tiempo de residencia del agua, como ocurre en el Alto Paraná y en el río Uruguay.

Si bien la ganadería intensiva produce el aumento de las emisiones de CO<sup>2</sup> este efecto es significativamente menor que el de las emisiones industriales y de los vehículos, En las llanuras del Beni, en las del Orinoco, en el Pantanal de Mato Grosso y en la región Chaqueña, la ganadería se practica desde la colonización hispana sin que hayan desaparecido o reducido la extensión de humedales y no se registran disturbios que pongan en peligro a los humedales como consecuencia de esta práctica, al decir de Bridgewater y Kim (2021).

La pesca tuvo un incremento significativo en las comunidades aborígenes de Sudamérica por aumento de su población (Loponte *y col.* 2002). Sin embargo no existen antecedentes de sobrepesca en los ríos Sudamericanos hasta las primeras décadas del siglo XX. La sobrepesca ha alcanzado niveles preocupantes en el río Paraná a partir de la segunda mitad del siglo XX debido a la exportación de la pesca fluvial, con volúmenes anuales del orden de las cincuenta mil toneladas por año, a lo que se debe sumar la pesca de subsistencia, la pesca comercial y recreativa (Iwaskiw, 2007). Hay sobrepesca debido que no se implementa un régimen de vedas que contemple, además de los periodos reproductivos de los peces, las fases de aguas bajas, en las que hay mortandades por la desecación de áreas playas.

Entre los principales impactos de los embalses hidroeléctricos en los ríos se encuentra la interferencia a la conectividad longitudinal de los ecosistemas sobre la vegetación y la fauna, en especial, el efecto de barrera que impide el movimiento migratorio de los peces anádromos y cuyos efectos son de largo término, y cuyas consecuencias no han sido debidamente estudiadas para contar con generalizaciones válidas. La vegetación de las planicies inundables está integrada por especies de nichos amplios, que le confieren resiliencia ante la alteración del régimen hidrológico por los embalses. Un estudio realizado en el Alto Paraná, en un tramo de 170 Km aguas abajo del embalse Yaciretá comprobó que sólo el 40% de las especies de árboles de la planicie inundable había tenido diferencias significativas en su distribución 30 años después del cerramiento de la represa (Neiff *y col.*, 2020b). Los estudios de riesgos y de impactos deberían realizarse con métodos apropiados y en escalas de tiempo y de espacio apropiadas.

## **LOS PROBLEMAS DERIVADOS DE LA DEFINICIÓN DE HUMEDAL**

El término “humedal” se ha generalizado a partir de la década del 70 siendo que, hasta entonces la gente llamaba a las cosas por su nombre: ríos, arroyos, cochas, ciénagas, lagunas, salinas, esteros, lagos, etc (Ringuelet, 1962). El uso de este término produce conflictos, cuando se pretende producir normativas que regulen el uso de los “humedales”, porque una misma normativa no resulta útil a un sujeto que engloba sistemas muy distintos en su funcionamiento, variabilidad y potencialidad de uso.

Cuando digo “pájaro”, cualquier persona piensa en un animal bípedo, que tiene dos alas, pico y plumas, y que... generalmente vuela. Cuando uso el término “humedal” esto no ocurre, porque el sujeto es “múltiple” y no permite imaginar de qué se trata. Prueba de ello es la cantidad de definiciones que se han dado para el mismo término desde la convención Ramsar hasta hoy. Países como Colombia, si bien son signatarios de la Convención, han utilizado en su inventario de humedales una definición propia, que se adecua a sus aguas continentales (Vilardi, 2014; Sarmiento, 2016). Otra prueba, es que en casi todos los 170 países que integran la Convención, se han elaborado leyes para proteger a los humedales y, según Bridgewater y Kim (2021), estas normativas no han sido eficientes en muchos lugares.

Los biólogos, desde Linneo, tienen códigos de nomenclatura que han permitido ordenar la complejidad de la flora y de la fauna a nivel de la biosfera, y no es raro que se produzcan cambios en la nomenclatura de plantas o de animales en la medida que el conocimiento avanza y permite un mejor entendimiento a nivel mundial. No me parece entendible, ni útil, continuar usando el término “humedal” para designar un universo de entidades muy diferentes y con niveles de variabilidad espacial y temporal

tan distintas. Deberíamos referirnos a los vocablos usados antes de los años setenta, cuando los lagos eran “lagos”, los ríos eran “ríos”, las turberas eran “turberas” y las Salinas se conocían como “Salinas”. Corrobora mi ponencia, el hecho que existan numerosas definiciones de “humedal” en cada país, lo cual señala la escasa utilidad del término que se emplea.

Es curioso que los Biólogos, creadores del término “humedal”, lo usen sin restricción alguna, siendo que los especialistas en vegetación y en fauna saben de la necesidad de modificar la denominación, para que sea claramente entendida por un público internacional. Es más, se debiera avanzar en el logro de un Glosario de términos que resulten en el entendimiento de las personas de distintos países, e incluyan el conocimiento de las lenguas nativas.

Es evidente que la mayoría de las definiciones comprenden sólo parcialmente el sujeto que definen, ya que se refieren a la existencia y variabilidad de la lámina de agua, a las características de los suelos, o enfatizan en la presencia de plantas o animales adaptados a esa variabilidad. De hecho, los regímenes de uso de estos sistemas y las expectativas de utilización por los pobladores locales no han sido incluidos de ninguna definición.

## **LOS PROBLEMAS DE LOS “INVENTARIOS DE HUMEDALES”**

Cualquier inventario (objetos, servicios) parte de al menos dos premisas: 1) la necesidad de hacerlo (motivo), 2) la correcta identificación (calidad y cantidad) del objeto de nuestro inventario.

El primer punto se relaciona con la utilidad esperada del inventario, que puede ser simplemente un mapa para ilustrar los sitios donde encontrar cada cosa, o bien, un mayor nivel de exigencia que es el de gestionar estos sitios para su conservación, establecer posibles usos y capacidad de carga para cada uso, limitaciones y restricciones, asignación diferenciada de cupos, u otro objetivo.

En el segundo punto es obligado definir adecuadamente el/los objetos a inventariar en sus características estructurales y funcionales, las que permiten diferenciarlo de otros objetos, y establecer diferentes calidades del objeto del inventario (Vilardy *y col.*, 2014).

Ambos aspectos requieren de un proceso de interacción de saberes entre los propietarios, usuarios, actores del sector gubernamental, del sector productivo, y también de los conocimientos de los académicos.

Una de las primeras tareas es identificar los indicadores que permitan establecer diferencias espaciales y temporales de cada entidad a inventariar. También habrá que definir las escalas en que se analizará el sistema. Y esto depende en gran medida de la utilidad esperada (Josse y col., 2007; Vilardi, 2014; Sarmiento y col., 2016; Ricaurte y col., 2015).

Es conveniente que el objeto a inventariar sea analizado según las distintas “capas” que definen su identidad, pudiendo construir entonces un servidor de mapas con las características estructurales más salientes del objeto: geomorfología, escurrimiento, suelos, vegetación, especies indicadoras de la fauna, unidades de paisaje, usos posibles del espacio, otras.

Habrà que preparar mapas que indiquen la variabilidad del objeto en el tiempo: variación de la lámina de agua empleando el cociente de elasticidad (Neiff y col., 1994); producir mapa de zonas de riesgo de anegamiento y/o de inundación del terreno y curvas de recurrencia interanual; en el caso de ríos y ciénagas, establecer la línea de ribera y la línea de edificación; en el caso de sistemas productivos: línea límite de plantación, y ancho del área *buffer* entre las plantaciones y el borde del humedal. Posiblemente haya que establecer un protocolo para las actividades turísticas dejando claramente expuestas las actividades permitidas, las condiciones de visita y de permanencia, vedas si correspondiera.

Una vez concluidas estas acciones, serán consensuadas y, a partir de este consenso se producirá la normativa aplicable, que se ajustará periódicamente, incorporando y ajustando criterios que surjan de la experiencia de los distintos sectores y actores involucrados.

Deberá tenerse presente que un inventario es una herramienta de gestión para el uso tolerable de los recursos naturales con equidad social. Las acciones que se produzcan para lograr esa herramienta deben servir para lograr la conservación del recurso con la obtención de los mayores beneficios posibles para la sociedad. Al decir de E. Odum “utilizar la renta de la naturaleza, sin consumir el capital” (Odum, 1972).

## **AGRADECIMIENTOS**

A Elisabeth Gordon Colon y Ana Bonilla por sus valiosas sugerencias y comentarios. A los revisores anónimos, por sus aportes.

## **LITERATURA CITADA**

- Alho, C.J.R., Camargo, G. y E. Fischer. 2011. Terrestrial and aquatic mammals of the Pantanal. *Braz. J. Biol.* 71,1(suppl.):297-310.
- Aranguren, J., J. Moncada, E. Díaz y N. Pellegrini. 2006. Educación para la sustentabilidad de los humedales de Venezuela. Una experiencia de

- capacitación a docentes de Educación Básica y estudiantes universitarios. Caracas: EcoHumana – UPEL. 112 p.
- Baigun, C. y M.C. Marinone. 1995. Cold-temperate lakes of South America: do they fit northern hemisphere model? *Arch. Hydrobiol.* 135(1): 23-51
- Binford, M. 1982. Ecological History of Lake Valencia, Venezuela: Interpretation of Animal Microfossils and Some Chemical, Physical, and Geological Features. *Ecological Monographs* 52(3):307-333.
- Bridgewater, P. y R.E. Kim. 2021. The Ramsar Convention on Wetlands at 50. *Nat Ecol Evol* (2021). <https://doi.org/10.1038/s41559-021-01392-5>
- Cabrera, A.L. y A. Willink. 1980. Biogeografía de América Latina. Serie de Biología, Monografía No.13. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Organización de los Estados Americanos. Washington, D.C.
- Colonnello, G. 1995. La vegetación acuática del Delta del río Orinoco (Venezuela). Composición florística y aspectos ecológicos (I). *Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle*, 55(144):3-34.
- Cortés-Duque J. y L.M. Estupiñán-Suárez (Eds.). 2016. *Manual metodológico de humedales interiores*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 200 p.
- De Paula Gutiérrez, F., D. Morales, y C. Lasso. 2014. Humedales interiores de Colombia. Principales investigaciones, tipologías y propuestas de clasificación. En: X. *Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos*. Lasso, C.A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. (Eds). Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia. pp. 67-88.
- Esteves, F. 1998. *Fundamentos de Limnología*. Ed. Interciencia, Brasil, 602 pp.
- Gordon, E. 2000. Dinámica de la vegetación y del banco de semillas en un humedal herbáceo lacustrino (Venezuela). *Rev. Bio. Trop.*, 48(1): 23-42.
- Huber y Renno, 2006. Historical biogeography of South American freshwater fishes. *J. Biogeogr.* 33:1414-1436.
- Iwaszkiw, J. 2007. Estadísticas de exportaciones pesqueras de la cuenca del Plata, Argentina (1994-2006). Sub-tema 4: Innovaciones en pesquerías continentales y ecología acuática, 1138-1142.
- Josse, C., G. Navarro, F.A. Encarnación, P. Tovar, W. Comer, F. Ferreira, J. Rodríguez, J. Saito, J. Sanjurjo, E. Dyson, R. Rubin de Celis, J. Zárate, M. Chang, C. Ahuite, F. Vargas, W. Paredes, J. Castro, J. Maco y F. Reátegui. 2007. *Sistemas Ecológicos de la Cuenca Amazónica de Perú y Bolivia*. Clasificación y mapeo. NatureServe. Arlington, Virginia, EEUU.
- Junk, W.J. y K. M. Wantzen. 2004. The flood pulse concept: new aspects, approaches and applications - an update. En: Proceedings of the Second International Symposium on the Management of Large Rivers for Fisheries, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and the Mekong River Commission (MRC). Welcomme, R.L. y T. Petr (Eds.), pp:117-140.
- Kalliola, R., J. Salo, T. Hame, M. Rasanen, R. Neller, M. Puahakka, M. Rajasilta y W.A. Danjoy Arias. 1992. Upper Amazon channel migration: implications for vegetation perturbation and succession using bitemporal Landsat MSS images. *Naturwissenschaften* 79:75-79.
- Lasso, C., A. Rial y O. Lasso-Alcalá. 1998. Composición y variabilidad espacio-temporal de las comunidades de peces en ambientes inundables de los Llanos de Venezuela. *Acta Biol. Venez.*, 19(2):1-28.
- Lasso, C. A., F. de P. Gutiérrez y D. Morales-B. (Eds.). 2014. X. Humedales interiores de Colombia: identificación, caracterización y establecimiento de límites según criterios biológicos y ecológicos. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y

- Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C. Colombia, 255 p.
- Loponte, D., A. Acosta y J. Musali. 2002. Complexity among Hunter-Gatherers from the Pampean Region, South America. 9th. ICAZ Conference, DurhamDa2n0i0e2l Loponte, Alejandro Acosta and Javier Musali Beyond Affluent Foragers (Eds. Colin Grier, Jangsuk Kim y Junzo Uchiyama), pp:106-125.
- Malagnino, E.C. 2008. El Campo de Hielo Patagónico Sur: un pasado, un presente... y un futuro incierto. En: *Sitios de Interés Geológico de la República Argentina*. Ardolino, A. y H. Lema (Eds.), Tomo II - Sur, p: 815-837.
- Meade, R.H., C.F. Nordin, W.F. Curtis, F.M. Rodríguez y C.M. Do Vale. 1985. Sediment loads in the Amazon River. *Nature* 278: 161-163.
- Morello, J.H. 1984. *Perfil Ecológico de Sudamérica*. Instituto de Cooperación Iberoamericana (ICI), Barcelona, p:1-93.
- Navarro, G. y M. Maldonado. 2002. *Geografía Ecológica de Bolivia*. Vegetación y Ambientes Acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba. 719 p.
- Neiff, J.J., S.L. Casco, A. Cozar Cabañas, A.S.G. Poi, B. Úbeda, L.F. Ricaurte y E.M. Mendiondo. 2020a. Connectivity of River Floodplains - The Case of Ibera Wetlands after 10,000 Years of Isolation from Parana River. *Wetland Science & Practice* 37(4):267-282
- Neiff, J.J., S.L. Casco, A.S.G. Poi y V.A. Zambiasio. 2020b. Influence of Yacyretá dam on trees distribution in the Paraná floodplain. *Ecological Engineering* 154. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105931>.
- Neiff, J.J., M.H. Iriondo y R. Carignan. 1994. Large Tropical South American Wetlands: An Overview. Proc. of the Internat. Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones: 156-165. Washington Seattle, USA.
- Neiff, J.J. 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, Alemania, 26:167-180.
- Neiff, J.J. 2010. ¿Por qué conocer mejor los ríos sudamericanos?. *Rev. Ciencia & Ambiente* (41): 91-112 En: *Ríos da América*. A. Schwarzbald (Ed.) (número especial). Brasil.
- Neiff, J.J., S.L. Casco, A. Cózar Cabañas, A. Poi y B. Úbeda Sánchez. 2011. Vegetation diversity in a large Neotropical wetland during two different climatic scenarios. *Biodiversity and Conservation* 20(9): 2007-2025.
- Neiff, J.J., M.H. Iriondo y R. Carignan. 1994. Large Tropical South American Wetlands: An Overview. Proc. of the Internat. Workshop on the Ecology and Management of Aquatic-Terrestrial Ecotones: 156-165. Washington Seattle, USA. 225 p.
- Neiff, J.J. y M. Neiff. 2013. Evaluación de los impactos del cambio climático sobre el ecosistema natural y la biodiversidad Esteros del Iberá (Argentina). CEPAL - Serie Medio Ambiente y Desarrollo N° 152: 1-59. ISSN: 1564-4189. Publ. de Nac. Unidas, Chile.
- Odum, E. 1972. *Ecología*. Ed. Interamericana, 3ra. Ed., 639 p.
- Olivares, V. 2009. Reseña de "Gestión Sostenible de Humedales" de Milka Castro Lucic y Lucas Fernández Reyes. *Revista de Geografía Norte Grande* 42:103-104. Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado el 23 de Marzo de 2010 en: <http://redalyc.uaemex.mx/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=30011631008>.
- Pouilly, M. y S.G. Beck. 2004. Introducción y Presentación. 2-9, en: Pouilly, M., S.G. Beck, M. Moraes y C. Ibañez (Eds.): Río Mamoré, importancia ecológica de la dinámica fluvial. Fund. S.I. Patiño, pp:1-383.
- Quirós, R. y E. Drago. 1999. The environmental state of Argentinean lakes: An overview. Lakes and Reservoir. *Research and Management* 4:55-64.

- Rial, A. 2000. Aspectos cualitativos de la zonación y estratificación de comunidades de plantas acuáticas en un humedal de los llanos de Venezuela. *Memoria Fundacion La Salle LX*, (153): 69-85.
- Ricaurte, L., J. Patiño, J. Arias-G., O. Acevedo, D. Restrepo, U. Jaramillo Villa, C. Flórez-Ayala, L. Estupiñán-Suárez, C. Aponte, S. Rojas, J. Vélez, S. Duque, M. Núñez-Avellaneda, C. Lasso, I. Correa, A. Rodríguez-Rodríguez, A. Duque Novia, S. Restrepo, A. Cleef, O. Manrique, E. Moreno, S. Vilarity, M. Finlayson y W. Junk. 2015. Tipos de humedales de Colombia. Sistema de clasificación de humedales. En: *Colombia Anfibia. Un país de Humedales*. Jaramillo, U., Cortés-Duque, J. y C. Flórez (Eds.). Volumen 1. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. pp. 118-121.
- Ringuelet, R.A. 1962. *Ecología Acuática Continental*. EUDEBA, Bs. As. 1-138.
- Rodríguez, R. 1999. *Conservación de Humedales en Venezuela: Inventario, diagnóstico ambiental y estrategia*. Comité Venezolano de la Unión Mundial para la Naturaleza, Caracas, Venezuela.
- Sarmiento, C. (Ed.) 2016. *Páramos y Humedales*. Construcción de insumos técnicos para la gestión integral del territorio y la adaptación al cambio climático en ecosistemas estratégicos. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. 216 p.
- Sierra Praeli, Y. 2018. Perú: mapa permite conocer los humedales de la región amazónica de Loreto. Mongabay, <https://es.mongabay.com/2018/07/peru-mapa-permite-conocer-los-humedales-la-region-amazonica-loreto/>
- Sioli, H.L. 1984. *The Amazon*. Limnology and landscape Ecology of a mighty tropical river and its basin Junk Publisher, Dordrecht, Alemania, 763 p.
- Tundisi, J.G. 1994. Tropical South America: present and perspectives. En: *Limnology now: a paradigm of planetary problems*. Margalef, R. (Ed.). Elsevier, Amsterdam, pp: 353-424.
- Tundisi J.G. y Matsumura Tundisi, T. 2008. *Limnología*. São Paulo: Ed. Oficina de Textos, 632 p.
- Úbeda B., A.S. Di Giacomo J.J. Neiff, S.A. Loiselle, A.S.G. Poi, J.A. Gálvez, S. Casco S. y A. Cózar. 2013. Potential effects of climate change on the water level, flora and macro-fauna of a large neotropical wetland. PLoS ONE 8(7): e67787. doi:10.1371/journal.pone.0067787. 1932-6203.
- Vannote R.L., G.W. Minshall, K.W. Cummins, K.W. Sedell y C.E. Cushing. 1980. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 37: 130-137.
- Vilarity, S., U. Jaramillo, C. Flórez, J. Cortés-Duque, L. Estupiñán, J. Rodríguez, O. Acevedo, W. Samacá, A.C. Santos, S. Peláez y C. Aponte. 2014. *Principios y criterios para la delimitación de humedales continentales: una herramienta para fortalecer la resiliencia y la adaptación al cambio climático en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia. 86 p.
- Villagran, C. y L.F. Hinojosa. 1997. Historia de los bosques del sur de Sudamérica, II: Análisis fitogeográfico. *Rev. Chilena de Historia Natural* 70: 241-267.