

# Humedales de la Argentina: sinopsis, problemas y perspectivas futuras<sup>1</sup>

Por: J.J. Neiff  
 Centro de Ecología Aplicada (CECOAL)  
 Casilla de Correo 291 (3400) Corrientes, Argentina  
 E-mail: neiff@arnet.com.ar

## Summary

The large wetlands of Argentina are systems of sub-regional extent in which the spatial and temporal presence of a variable coverage of water causes characteristic biogeochemical fluxes, soils of accentuated hydromorphism, and a biota whose structure and dynamics are well adapted to a wide range of water availability. They can be considered macrosystems whose complexity grows with hydrosedimentological variability and geographic extent. The area and persistence of the wetlands depend on the availability of superficial water covering the soils. Wetlands are controlled by the pulse regime. The ecological processes in wetlands (variability of the water sheet, nutrient fluxes) follow a sinusoidal pattern caused by temporal differences in the water availability and transported materials (organisms, dissolved and suspended solids). The variability pattern of these waves in a temporal sequence in some point of the waterlogged plain or river section constitutes the pulse regime. At a landscape analysis scale, all wetlands are influenced by droughts (dry phase of pulses). Fire has a greater effect on some wetlands than on others. Both factors could occur in wetlands by natural causes or provoked by man to obtain different effects (to favour crops, cattle breeding, hunting of wild animals, etc.). The effects of fire on the biota of the wetlands is related to a great extent to the frequency, intensity and season in which occurs (seasonality). That is to say, they are phenomena with a *pulse* dynamics. The elasticity coefficient is discussed for to understand of the biotic complexity, specially in relation to species diversity. Large wetlands in Argentine generally include several ecosystems with waterlogged or periodically flooded areas. For this reason, it is necessary to consider them as macrosystems. The extension of large wetlands in Argentine is approximately 172,000 km<sup>2</sup> and include at least nine class of freshwater and saline types. The objective of this contitution is to present the continental wetlands of argentina and to discuss an approach to knowledge of wetlands with emphasis on it sustainable use.

## Introducción

Mucho se ha escrito sobre la importancia del agua para la supervivencia de la especie humana y para el resto de la biosfera. Las aguas superficiales son valoradas hoy por sus múltiples servicios:

- o Navegación y medio de transporte.
- o Recreación y turismo, pesca y caza.
- o Transporte de residuos domésticos e industriales.
- o Fuente de energía.
- o Usos de consumo humano.
- o Consumo industrial.
- o Insumo para la industrialización de otras materias primas.
- o Enfriamiento de sistemas mecánicos.
- o Producción de alimentos.
- o Contenedor y sustento de la productividad biológica.
- o Ambientes para la cría y engorde de ganado y para algunas formas de agricultura.
- o Riego.
- o Sustento de civilizaciones primitivas y actuales.
- o Fuente de vida para la biodiversidad a nivel local y regional, y como asiento de organismos migratorios.
- o Atenuador de las inundaciones catastróficas.
- o "Filtros" naturales de sustancias contaminantes y de sedimentos suspendidos.
- o Moderadores del microclima local.

---

<sup>1</sup> Contribución de los proyectos CONICET PIP N°4242; 4244; 0815.

Esta lista, seguramente incompleta, pocas veces ha sido tomada en cuenta en la toma de decisiones de manejo de las tierras húmedas en las décadas pasadas y, como consecuencia, los humedales han sufrido alteraciones que van desde el desagüe, drenaje, retenciones del agua para embalses, utilización de los mismos como *sumidero* de sustancias tóxicas, relleno para urbanizaciones y otras acciones que han pasado desapercibidas cuando no aprobadas por la sociedad. Felizmente esta situación está cambiando, pero es necesario definir algunos criterios básicos para promover el conocimiento científico, el uso racional y el gerenciamiento ambiental de los humedales.

Es curioso que, a pesar de haberse realizado numerosos congresos, talleres de discusión, y de existir una profusa bibliografía sobre el tema, todavía no se haya alcanzado consenso en la definición de humedales.

Aunque pueda parecer un problema semántico no lo es. Según lo que se entienda por *humedal* será la superficie comprendida por el mismo y tendrá o no efecto la normativa sobre usos del agua y del ambiente. Según la definición también será el criterio usado para diagramar y gerenciar reservas y parques, para otorgar cánones por la tenencia de tierras y otros efectos que afectan las decisiones futuras. Si se asume que “*son extensiones de marismas, pantanos, turberas, o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de aguas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros*” (Canevari *et al.*, 1998) quedarán incluidos muchos ecosistemas que no son propiamente humedales y se presentarán muchas dificultades prácticas para el manejo y gerenciamiento de los humedales. Al mismo tiempo, muchos ecosistemas que merecen ser protegidos, recibirán la misma atención que tierras misceláneas de escaso valor para la conservación.

De la definición adoptada y de la tipificación que se realice, dependerá el diseño de muestreo, las estrategias de manejo y, en gran medida, la efectividad de la legislación que se produzca.

La tipificación es una herramienta útil para diseñar programas de muestreo, estudiar y orientar distintos ensayos y estrategias de manejo, y para guiar las investigaciones sobre la sucesión natural que se opera en los cuerpos de agua.

La caracterización de los humedales en una agrupación jerárquica no es simple en razón de la variabilidad espacial y temporal propia de la región, pero al menos es conceptualmente mejor que clasificarlos por regiones geográficas ya que dentro de una misma región geográfica coexisten humedales muy diferentes y, a su vez, algunos humedales son comunes (por sus características funcionales) a casi todas las regiones geográficas de la Argentina.

Algunas veces se ha pretendido posicionar a los humedales dentro de las regiones biogeográficas, a veces, basándose en rasgos fitogeográficos o en características zoogeográficas solamente. Este criterio resulta conceptualmente erróneo y operativamente inútil. Quien disponga de información primaria amplia de los componentes bióticos de los ambientes palustres, conoce que tanto plantas como animales acuáticos son habitualmente transgresivos en los esquemas o mapas elaborados por los ecólogos terrestres, por lo que, el encuadre de la biodiversidad acuática dentro de regiones geográficas terrestres es generalmente inapropiado, a menos que se realice sobre un criterio mesológico rico en información de base, como lo hiciera Ringuelet (1975) con la ictiofauna.

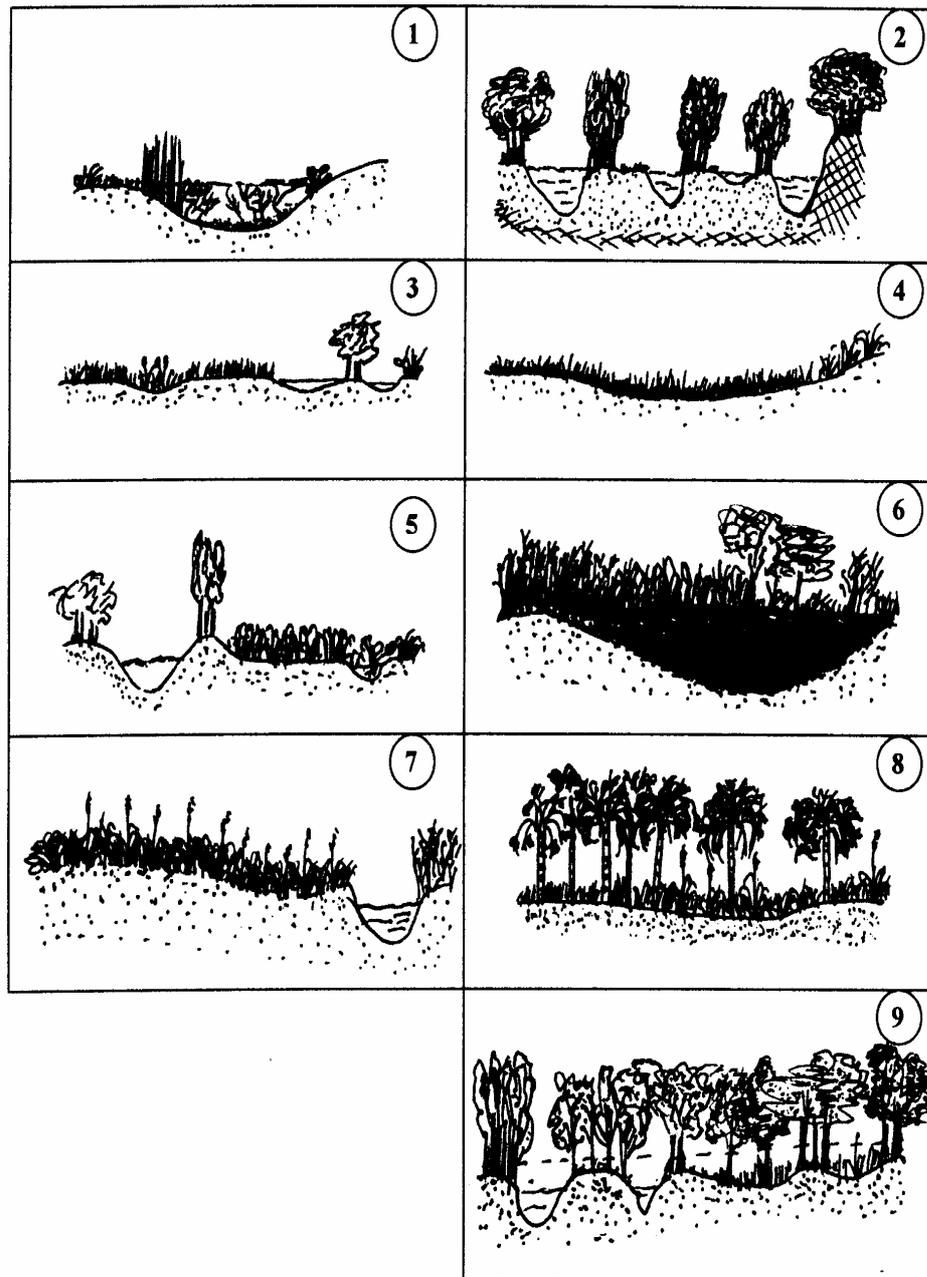
Las regionalizaciones se han hecho considerando solamente los ecosistemas terrestres, no así los enteramente acuáticos y menos aún los humedales. Algunas regionalizaciones para ambientes acuáticos (Quirós, 1997) son muy útiles en ese contexto, pero no pueden ser extendidas a la consideración de los humedales que son sistemas funcionalmente distintos de los lagos.

Cuando se comparan humedales de una región, en escala 1:50.000 a 1:250.000, la afinidad crece sólo hasta cierta medida en relación a la ecodiversidad del área considerada en razón que, no sólo el medio físico y químico condiciona la estructura biótica sino que, las interacciones inter e intrapoblacionales, los mecanismos de dispersión de las especies animales y vegetales, y el efecto de la biocenosis sobre el microclima, el metabolismo del agua, la transmisión de las inundaciones, generan cambios en los ecosistemas que pueden ser muy importantes en las llanuras, especialmente en aquellos humedales fluviales.

Por lo expresado, las características geográficas, físicas y químicas, de por sí, no son hábiles para caracterizar a los humedales. En clima tropical y subtropical los ecosistemas de humedales tienen una enorme capacidad biogénica y numerosas posibilidades combinatorias entre especies. Es habitual esperar que dos humedales muy similares en sus propiedades físicas, tengan una intergración biótica semejante. Sin embargo, raramente dos lagunas o bañados son "*iguales*" y las diferencias se acentúan si no intervienen perturbaciones o disturbios físicos o químicos catastróficos (inundaciones, sequías, fuego, contaminación).

Dentro de los componentes bióticos, algunas poblaciones tienen mayor capacidad para condicionar procesos (dominantes) y son las que determinan o posibilitan la presencia y acción de otras poblaciones, configuran la oferta de habitat y son también las que dan la fisonomía del paisaje. Por tal motivo, la diferenciación de humedales es más apropiada cuando considera la existencia o no de bioformas o de elementos del paisaje que condicionan su funcionamiento.

Con esta idea, se ha presentado recientemente una contribución que resume los principales humedales continentales de agua dulce de Sudamérica en nueve *tipos* o *unidades funcionales* (Neiff, 2000) tomando indicadores funcionales:



**Figura 1: Principales tipos de humedales subtropicales Sudamérica.** (Tomada de Neiff, 2000)  
 1- Lagos y lagunas someras. 2- Espiras de meandro en planicies fluviales. 3- Charcas. 4- Bañados de pastos cortos. 5- Bañados con praderas de plantas altas y tiernas. 6- Turberas. 7- Pajonales. 8- Bañados con palmas. 9- Bañados con bosques de galería.

Tabla 1

Subsistema	Geoforma y pendiente	Suelo	Hidroperíodo	Vegetación	Fauna
Tipo de humedal					
<b>1- Lagunas someras</b>	Lagunas de 1-4m de profundidad. Pendiente suave. Eq $\cong$ <1.5	Arena fina/limo/arcilla. Materia orgánica 5-20% en superficie	Variación anual del nivel de agua: 1-3 m. 4 m durante un siglo	Flotante libre, arraigada flotante, sumergida y litoral. Cobertura hasta 90%	Abundante, e specialmente peces, anfibios y reptiles
<b>2-Espiras de meandros en planicies fluviales</b>	Barras, islas, albardones. Eq $\cong$ >10	Textura media a gruesa. Suelos emergentes pocos meses en el año	Fluctuación amplia. Predomina la fase de inundación.	Bosque de galería de <i>Tessaria</i> , <i>Salix</i> , <i>Phyllanthus</i> u otras	Muy pobre, excepto un gremio muy especializado de aves.
<b>3- Charcas</b>	Cuerpos de agua temporarios. 0,5-2m prof. Eq $\cong$ 10-15	Sedimentos limo arcillosos Materia orgánica < 3%	Amplia fluctuación. Fase de sequía predominante	Escasa, flotantes libres, geófitas, terrestres, según la época.	Colectividades muy dinámicas. Abundantes invertebrados, peces y anfibios.
<b>4- Bañados de pastos cortos y tiernos</b>	Bañados suavemente cóncavos, baja pendiente Eq $\cong$ 6-15	Limo arcilloso o areno-limoso. 2-6% de materia orgánica	Estacionalidad marcada. Quemadas anuales o bianuales	Vegetación dominada por pastos bajos y tiernos, menores de 0,5m de alto	Abundante. Anfibios, reptiles, aves, mamíferos. Algunas especies de peces pequeños.
<b>5- Bañados con praderas de hierbas altas y tiernas</b>	Madrejones, espiras de meandros, o bañados adyacentes al curso del río o dentro de las islas . Eq $\cong$ 5	Capas de arenas finas alternando con otras de limo. El patrón vertical de evolución del suelo está ausente.	Amplia fluctuación del agua durante el año. Las fases de inundación y sequía son generalmente irregulares de año en año.	Praderas continuas de ( <i>Panicum grumosum</i> u otras Gramineae), o plantas de hojas anchas ( <i>Polygonum</i> spp, <i>Ludwigia</i> spp)	Rica fauna de peces, anfibios y mamíferos. Aparentemente estos son corredores para las aves.
<b>6- Turberas.</b>	Lagos someros < 2 m de profundidad. Eq $\cong$ 1.5	Sedimentos limo arenosos con una gruesa capa de detritos orgánicos sobre el fondo. Turba.	Áreas anegadas Siempre embebidas. Aguas ácidas (pH 4-5.5), muy pobres en nutrientes.	100% cubierto por una canopia de Geófitas que crecen sobre suelos orgánicos (Histosoles). En turberas templadas: <i>Sphagnum</i> es dominante.	Baja diversidad de peces, aves y mamíferos
<b>7-Pajonales</b>	Áreas de las planicies de inundación de media loma, con mal drenaje	Arcillo arenoso o limo arcillo arenoso, con alto contenido de hierro y manganeso. 5-10% de materia orgánica. pH 7-8	El suelo permanece cubierto por agua durante 7-10 meses. Stress hídrico frecuente en la fase seca.	Matriz de pajonal dominado por una especie. Plantas en cojines, separadas por 1-3 m, vegetación de 1,5-2 m de alto.	Estacionalmente condicionada por inundaciones y sequías. Anfibios, reptiles y hormigas están siempre presentes. Aves y peces sólo estacionalmente
<b>8- Bañados con palmas (palmares)</b>	Bañados, pendiente < 0.01%. Eq $\cong$ 10-12	Hidromórficos, arcillo-limosos predominantes. pH 7-8.5.	Estacionalmente inundado o anegado por 2 m de agua sobre el suelo . Fuerte deficiencia de agua	Matriz de pastos cortos, con o sin pajonal, con palmas distantes de 1-5 m .	Estacionalidad fuerte como consecuencia de los pulsos y de eventos de fuego.
<b>9- Bañados con bosques hidrófilos</b>	Albardones, barras, en las planicies inundables de ríos.	Arena y limo con abundante hojarasca sobre horizontes A <sub>0</sub> . pH 6.0-7.5	Fluctuación amplia. Período de sequía predominante en series prolongadas de tiempo	1-3 estratos con árboles. Estrato herbáceo frecuente dependiendo del hidroperíodo.	Alta diversidad de pájaros. Monos y algunos otros mamíferos están presentes.

Tabla 2

Características hidrológicas	Fuente de agua	Exceso de agua. Frecuencia	Magnitud de la inundación	Escurrimiento Intensidad y duración	Estacionalidad del período de aislamiento	Duración de la fase de aguas bajas	Ocurrencia del fuego
Tipo de humedal							
<b>1- Lagos someros</b>	Lluvias locales.	Agua permanente	Fluctuación $\cong$ 1-2 metros en el año	Poco común	Regular, primavera a verano	4-6 meses	No
<b>2- Espiras de meandros</b>	Desborde fluvial	Estacional o mensual	Hasta 5 m sobre el suelo	Velocidad hasta 0.5 m <sup>s</sup> /algunas semanas	Corto e irregular	Semanas a 4 meses	Poco común
<b>3- Charcas</b>	Lluvias locales	Irregular, algunas veces en el año	< 1 metro	Poco común	Irregular, primavera a verano	6 meses a algunos años	Esporádicos
<b>4- Bañados de pastos cortos</b>	Lluvias locales	Regular. Estacional	< 1 metro	Poco común. Lento cuando ocurre	Muy regular. Primavera a verano	5-8 meses	Muy frecuente al comienzo de primavera
<b>5- Bañados con praderas altas y tiernas</b>	Desborde fluvial	Estacional o mensual	3-5 metros sobre el suelo	Velocidad hasta 1 m <sup>s</sup> – algunas semanas	Corto e irregular	1-5 meses por año	Esporádico, al final de la fase seca
<b>6- Turberas</b>	Lluvias locales	Permanentemente anegado	Fluctuación $\cong$ 1m metro por año	Poco común	Al final de primavera o en verano	1-2 meses por año	Frecuente durante las tormentas o inducido.
<b>7- Pajonales</b>	Desborde fluvial	Estacional o anual	1-3 metros sobre el suelo	< 0.3 m <sup>s</sup> , tiempo corto.	Poco regular	2-8 meses por años	Frecuente al comienzo de primavera.
<b>8- Bañados con palmas (palmares)</b>	Lluvias locales y/o desbordes fluviales	Estacional o anual	1-3 metros sobre el suelo	Infrecuente	Variable, dependiendo del origen del agua	2-12 meses	Frecuente, Primavera y verano
<b>9- Bañados c/bosques inundables</b>	Desbordes fluviales	Estacional o anual	1-2 metros sobre el suelo	Velocidad hasta 0.3 m <sup>s</sup> . Semanas	Anual o estacional, irregular.	5-7 meses por año	Infrecuente

Las comparaciones entre humedales deberían especificar la escala en que se hacen. En la medida que ésta se reduce, disminuye la percepción de detalles y van quedando los que informan de diferencias o semejanzas a nivel del sistema, los atributos "de mayor peso" estructural y funcional del paisaje. A este nivel es posible discernir "grupos funcionales" de tierras húmedas, cuyas similitudes existen sólo a nivel de los procesos fundamentales que regulan la sucesión natural. Esta escala es útil para explicar procesos evolutivos, relaciones biogeográficas y fenómenos de convergencia ecológica. Generalmente el análisis en esta escala geográfica comprende series de tiempo en escala de miles de años.

La utilización de escalas de 1:50.000 a 1:1 resulta útil para el análisis actual y permite analizar la dinámica de ensamblajes poblacionales dentro de un mismo patrón de paisaje en base a atributos más específicos y utilizando un mayor número de ellos.

La variabilidad temporal que tienen las poblaciones acuáticas y anfibias, especialmente en ambientes tropicales puede ser mayor que en los ambientes terrestres. El ritmo de cambios de estructura en un bosque, probablemente esté en el orden de varios años, en tanto que en algunas poblaciones acuáticas (plancton, por ej.) se observan modificaciones drásticas en las colectividades, en el curso de pocos meses, o días, y a veces de horas.

Estos ritmos y fluctuaciones no ocurren de manera irregular sino que manifiestan en tendencias y éstas informan de la "capacidad de respuesta" del medio que se estudia. Por lo tanto no es adecuado comparar dos o más humedales en *estado estable*, cuál si fuera detener la dinámica del ambiente en una fotografía; especialmente en clima cálido.

La tasa de cambio y la capacidad de respuesta a las perturbaciones y a los disturbios de cada uno de los paisajes involucrados en un humedal es fundamental a la hora de valorar su biodiversidad, los impactos y el posible éxito de las medidas de gestión de impactos.

Por lo expresado las comparaciones, a nivel regional de los cuerpos de agua, que apuntan a una "tipificación" deberían efectuarse sobre la base del conocimiento de los umbrales máximos y mínimos del sistema, y también del rango de mayor frecuencia o "estado más frecuente de estos sistemas". Es decir, la complementación de escalas para valorar los atributos del paisaje.

### **Características generales de los humedales**

Los humedales de la Argentina se encuentran en una franja latitudinal muy amplia, de 33° de latitud, en el extremo sur del continente, y desde desde los 2300 msnm hasta la planicie costera del océano Atlántico con una configuración ambiental singular dentro de Sudamérica. Los humedales tropicales de Argentina comparten una condición importante: la elevada cantidad de energía radiante que reciben anualmente y que, generalmente se encuentra en el orden de los dos millones de Kcal/m<sup>2</sup>/año. De allí que su productividad primaria potencial resulte mayor que en los humedales de clima templado.

Sin embargo diversos factores, especialmente la cantidad y distribución de las lluvias y la geomorfología casi plana del terreno, con baja capacidad de acumular el agua, determinan que la producción de materia orgánica se encuentre por debajo de la producción potencial esperable.

Otra característica de interés es que un porcentaje muy bajo de la materia orgánica generada por los productores primarios es transferida directamente a los niveles superiores de las mallas tróficas. El nivel de los herbívoros es desproporcionadamente bajo en relación a los productores primarios. Los forrajeros

(invertebrados y vertebrados) tienen pocas especies y son poco eficientes en el consumo y transformación de la energía capturada por los humedales.

La mayor parte de la energía de los productores se deriva directamente a la vía detritica, que soporta las mallas tróficas más complejas. En los humedales fluviales, más del 60% de la ictiofauna está constituida por especies detritívoras.

Esta importancia de los detritívoros en las mallas tróficas surge de la oferta permanente de detritos, lo que ha favorecido la selección de aquellas especies que pueden aprovechar este recurso. Si se tiene presente que la mayor parte de las especies de peces que hoy habitan los humedales Sudamérica se encontraban ya en el Mioceno Medio (Lundberg *et al.* 1998), se comprende que este proceso de adaptación/selección al recurso trófico más abundante y permanente ha sido un proceso muy largo. En otro sentido, se puede inferir que, al menos desde el Pleistoceno (con fluctuaciones poco importantes) habrían imperado en los humedales condiciones semejantes a las actuales (lluvias/temperaturas/producción primaria).

En estos humedales, cuatro factores centrales condicionan la estructura, biodiversidad y productividad de los humedales:

- Disponibilidad, fluctuación del agua y circulación del agua.
- Contenido de nutrientes.
- Temperatura.
- Fuego.

### **Disponibilidad, fluctuación y circulación del agua**

La diferencia esencial entre ríos y lagos es que en los ríos el agua se mueve en sentido horizontal, renovándose permanentemente condicionando los patrones de distribución y abundancia de los organismos. En los ríos menores que interconectan y desaguan el paisaje de los grandes humedales, el agua sólo se mueve horizontalmente en algunos periodos de tiempo, y en otros permanece estancada con circulación vertical, poco profunda (Neiff, 1997).

En los humedales *anegables* el movimiento del agua se produce en sentido vertical la mayor parte del tiempo, excepto durante periodos hiperhúmedos extraordinarios (El Niño, por ej) donde el agua circula, con baja velocidad y con poca carga de sedimentos.

En los humedales *fluviales* hay movimientos horizontales del agua durante el desborde fluvial (generalmente abruptos cuando se producen por la entrada directa desde el curso; o, graduales cuando el agua ingresa a través de bañados).

Una vez compensadas las diferencias de nivel entre la planicie inundable y el curso del río, no hay movimientos horizontales perceptibles del agua, y el escurrimiento se produce esencialmente a través del curso principal y de los cursos secundarios, que ahora tienen las "paredes" laterales de la sección de escurrimiento constituidas por el agua que cubre el suelo en el valle de inundación (Carignan y Neiff, 1992). En esta situación hay un límite virtual pero muy efectivo entre el curso y la planicie de inundación, que se percibe claramente por la atenuación del escurrimiento que produce la vegetación. En la planicie, en las adyacencias del curso, la velocidad de la corriente disminuye a menos de la décima parte del valor registrado en el curso del río (Depettris *et al.*, 1992).

Los ríos son sistemas (típicamente) o macrosistemas en los que el agua, nutrientes, sedimentos y organismos pasan a través de cierta sección a una cierta velocidad. Los humedales fluviales son retardadores del escurrimiento, verdaderos *reactores* en los que la información ingresada desde los tramos superiores (agua,

sedimentos, organismos) es transformada para ser reingresada al curso del río (por movimiento horizontal) al comienzo de la próxima creciente.

En los *humedales costeros*, también los flujos son predominantemente horizontales, sólo que los influjos y reflujos son de período nictimeral, más *predecibles* para los organismos, y con valores más constantes de entradas, salidas y acumulación de información dentro del humedal.

Otra característica fundamental para comprender los humedales es la tasa de renovación de sus elementos y el tiempo de renovación de los mismos (Neiff, 1996). La tasa total de cambio es el porcentaje del volumen total de agua que entra y sale en determinada unidad de tiempo. El tiempo de renovación es la recíproca de la tasa de cambio y permite conocer el tiempo necesario para la completa renovación del agua y de los elementos que contiene.

En la práctica es más usado el *tiempo total de renovación* o TTR, que será diferente para los humedales fluviales incluidos en una misma sección transversal de determinada planicie inundable.

Un humedal puede tener concentraciones instantáneas muy bajas de nutrientes, pero si tiene un flujo continuo de agua, puede tener alta productividad. Los datos de nutrientes de poco sirven si no van acompañados de la tasa de renovación del agua, o del caudal de agua que atraviesa el sistema en una serie de tiempo. La disponibilidad de alimento para las aves puede ser baja, pero si es constantemente renovada, el humedal puede albergar poblaciones grandes de aves.

Del mismo modo, el análisis biocenótico utilizando índices de dominancia, abundancia, equitabilidad, diversidad, y otros que describen propiedades de complejidad de sistemas de bajo turnover (Hulbert, 1971) son poco adecuados para definir la complejidad, organización y funcionamiento de comunidades que viven en humedales de flujo alto (Ej. bañados aluviales) La mayoría de estos índices expresan la distribución de  $n$  organismos en  $N$  especies, y tienen la desventaja que no incorporan magnitudes de tasa de renovación y/o de tiempo de renovación.

Tomando como ejemplo un bañado, en el que entren de 10 individuos (o especies, o unidades de información en sentido amplio) darían el mismo resultado en un río que en un lago o un humedal aplicando estos índices, aún cuando los valores de flujo son absolutamente distintos. Si la tasa de salida (emigraciones, muertes) fuera de  $Q$ , la tasa de cambio sería de 10. Pero también se obtendría un valor de 10 si se incorporaran 200 individuos y 190 salieran; o, si 1000 fueran incorporados y 990 salieran del sistema en la unidad de tiempo.

Estos índices no son suficientemente sensibles para explicar los cambios en sistemas con flujo alto debido a movimientos horizontales del agua durante las inundaciones en los valles fluviales. Con su utilización muchas veces se llega a conclusiones erróneas. En ocasiones la diversidad muestra pocos cambios, aun cuando la renovación de especies dentro de la comunidad, entre aguas bajas y altas, fue de un 60% (Frutos, 1993; Zalocar de Domitrovic, 1993). En las colectividades bióticas que viven en los ríos, especialmente aquellas de flujo alto como las del plancton, o las de invertebrados que viven en las plantas acuáticas, el análisis de complejidad requiere conocer las tasas de cambio, los tiempos de respuesta y la posibilidad de las poblaciones o comunidades para repetir su estructura a través del tiempo (Poi de Neiff y Bruquetas, 1989; Huszar, 1994).

### **Contenido de nutrientes**

La producción vegetal requiere, además de energía solar, agua y dióxido de carbono, una relación balanceada de elementos minerales en el proceso de la

fotosíntesis. De todos los minerales usados por las plantas, el fósforo y el nitrógeno suelen encontrarse en cantidades que limitan la producción orgánica.

El fósforo ha sido mencionado en muchas publicaciones como el nutriente más limitante en lagos y humedales de clima templado, en tanto el nitrógeno resulta más limitante en humedales de clima cálido (Carignan y Neiff, 1992; Carignan *et al.* 1994) lo cual es menos conocido. En clima cálido la producción orgánica deja una cantidad de detritos que agotan el oxígeno y derivan en procesos de denitrificación que acentúan la deficiencia de este nutriente. Pero quizás la mayor cantidad de nitrógeno almacenado en los humedales se encuentre en el cuerpo de las plantas. En lagos someros, ricos en fitoplancton, el nitrógeno incorporado en las algas puede duplicar el nitrógeno utilizado en la constitución de las algas.

En los humedales tropicales con baja disponibilidad de nitrógeno las plantas flotantes libres son menos importantes que las palustres, porque éstas son más eficientes debido a que capturan nitrógeno desde los sedimentos.

En los humedales templados, las plantas flotantes libres no prosperan debido a las bajas temperaturas. En Argentina éstas son muy poco frecuentes al sur del paralelo de 36°S, con excepción de las lemnáceas que tienen ciclos de vida muy cortos.

## Temperatura

La temperatura del aire y del agua, define las posibilidades de vida de muchos organismos. La fisiología de los peces está fuertemente regulada por la térmica. Un incremento de 10°C, de 20 a 30°C determina una tasa metabólica casi tres veces mayor (Margalef, 1983).

Muchas publicaciones confirman que hay una mayor riqueza de especies en la franja intertropical y que la misma mengua con el aumento de la latitud. Se conoce que muchas especies y bioformas vegetales y animales están limitadas en su distribución por las bajas temperaturas. Esta clina ha sido poco investigada para los humedales, especialmente en Sudamérica, donde se registra una amplitud latitudinal que cubre todas las posibilidades climáticas.

## Fuego

A nivel mundial hay cierto consenso en que el fuego tiene una acción negativa sobre la biodiversidad de los humedales.

En Sudamérica, donde no existen los grandes herbívoros (como en África, por ejemplo), la alta producción orgánica por la vegetación tiende a acumularse sobre el suelo como necromasa y, al cabo de varios años se quema por fuegos intencionales o espontáneos, cuyas consecuencias sí son nefastas para la biota, por la extensión, intensidad, duración, y falta de previsibilidad del fuego, que suele ocurrir durante la época crítica para muchas especies.

Los impactos del fuego pueden resumirse en la Tabla 3.

Tabla 3: Posibles impactos del fuego sobre la biodiversidad en humedales

Características	Fuego natural	Disturbio por fuego	Comentario
Frecuencia	Baja: décadas.	Alta: 1-3 años	
Intensidad	Muy alta	Media - alta	Depende de combustible acumulado
Tensión	alta	baja	
Regularidad	baja	Media - alta	
Amplitud	alta	baja	La duración del fuego es inversamente proporcional a la frecuencia e intensidad.
Estacionalidad	Alta: verano-otoño	Media: fin de invierno – comienzo de verano	
Wetlands más afectados (ver: Neiff, 2000 )	Tipos 3 a 9	Tipos: 8, 7, 4, 6, 3.	Ocasionalmente: tipos 1 y 2.
Vegetación  -predominio de monocotiledóneas? -exclusión de árboles? -aumenta área de foresta de palmas? -Bioformas dominantes	Selecciona bioformas adaptadas  Variable, depende de frecuencia No  Si Terófitos/Geófitos	Selecciona bioformas adaptadas y modifica la proporción (espectro biológico)  Si Si  Sí Geófitos/terófitos	Depende fundamentalmente de la frecuencia.    En wetlands tipo 8.
Fauna -Reduce el número de especies? -Reduce número de nichos?  -funciones interferidas	Moderadamente  Si  No se conoce	Fuerte reducción  Si  Reproducción, alimentación-refugio	   Consecuencia de la reducción de la oferta de habitat. Muy escasa información.

Investigaciones realizadas en humedales subtropicales de la Argentina indican que los daños que produce el fuego en estos humedales es poco importante debido a que la mayor parte de las especies tienen bioformas adaptadas (Neiff, 2001). El fuego practicado según un plan de manejo adecuado a las características ecológicas de cada humedal, favorece la biodiversidad y evita que se acumule demasiado material combustible en el suelo (pasto seco, turba) que podría producir la muerte ó segregación temporal de muchas especies. Sin embargo, poco se conoce sobre el tamaño más efectivo de las parcelas a quemar, ni sobre la recurrencia más apropiada del fuego, para distintos humedales.

### Algunos aspectos funcionales

Es frecuente describir a los humedales por sus paisajes componentes (lagos, bañados, esteros) y, en oportunidades se ha instalado la idea que alguno de estos ambientes es en sí mismo un humedal. Si bien este concepto no es enteramente erróneo, los grandes humedales deben ser comprendidos por el contexto ecológico global en que se encuentran incluidos sus elementos.

Al igual que todos los paisajes, un humedal tienen interrelaciones con ecosistemas vecinos y distantes, con flujos de información mayores o menores en el

tiempo, dependiendo del régimen de pulsos hidrológicos. Esto no implica aceptar el concepto de *ecotono* que equivocadamente se ha asignado a los grandes humedales (Neiff *et al.*, 1994).

Esta red de interacciones define los procesos esenciales (aportes externos de energía y de materiales) que mantienen la estabilidad del sistema. Cuando se intente definir un área de reserva, o evaluar los impactos que podría producir determinado disturbio, debería conocerse este contexto ecológico-geográfico.

Un ejemplo de lo expresado es el antiguo abanico fluvial en el que se encuentran los esteros de Ñeembucú (Paraguay) y los esteros de Iberá (Argentina) y que, en conjunto cubren más de 20.000 km<sup>2</sup> con características ecológicas únicas en el mundo. El curso del río Paraná se encuentra ubicado como la bisectriz del abanico fluvial y permanecía encauzado, desconectado de ambos sistemas de humedales desde el Pleistoceno (Neiff, 1997b). Con la construcción de la represa de Yaciretá en este tramo del río, se elevó el nivel del agua unos pocos metros y la mayor carga hidráulica produjo filtraciones desde el embalse hacia los humedales. Luego de la construcción del embalse de Yaciretá, el nivel del agua en Iberá aumentó más del 60% respecto de la media anual de los 30 años previos a la construcción del embalse. Este disturbio hidráulico ya ha generado impactos ecológicos que han de ser mayores en las décadas futuras de no efectuarse caras correcciones. Esta situación no prevista en el proyecto del embalse, podría haberse corregido si se hubiera definido adecuadamente el área de influencia del embalse y el grado de conectividad entre el curso del río y los humedales vecinos. De poco sirven las medidas conservacionistas que se apliquen sobre el humedal (Ej. control de la caza y de la pesca, restricciones a la extracción de agua para riego de arroz, etc.) si no se contempla la corrección de los disturbios hidráulicos que pueden tener consecuencias catastróficas para la estabilidad del Iberá.

### Sinopsis ecológica de algunos humedales

Se describen aquí los rasgos más salientes de humedales de la Argentina, con énfasis en los humedales tropicales que, en conjunto ocupan la mayor superficie dentro del total de 172.000 km<sup>2</sup> (tabla 4).

Tabla 4: Principales sistemas de humedales mayores de 1000 km<sup>2</sup> (sólo Argentina)

Sistema de humedal	Superficie aprox. km <sup>2</sup> x 10 <sup>3</sup>	Cociente de elasticidad	Fuente de agua	Autor
Iberá	12		L <sub>d</sub>	Neiff, 2001
Humedales pampeanos	37	4	L + F <sub>s+d</sub>	Iriondo, 1990
Chaco Oriental	42	15	L <sub>d+s</sub>	Neiff <i>et al.</i> , 1994
Planicie fluvial del Paraná	38	7,5	I <sub>d</sub>	Neiff <i>et al.</i> , 1994
Sistema de Mar Chiquita	6	3	L <sub>d</sub> + F <sub>s</sub> + I	Iriondo, 1992
Bañados del río Uruguay	2,8	4,2	L <sub>d</sub> + I	Este estudio
Salinas Grandes y de Ambargasta	12	8	L <sub>s</sub> + F	Este estudio
Mallines y turberas patagónicas	14,5	?	L + F <sub>d</sub>	Este estudio.
Costa Atlántica patagónica	9	?	M + L	Este estudio

**Referencia:** L= alimentación por lluvias locales. F= humedales por agua freática. I= humedales por inundación fluvial. Subíndice <sub>d</sub>= aguas oligo a meso halinas. Subíndice <sub>s</sub>= aguas salobres a saladas.

Si bien los cuerpos lénticos del NE argentino presentan una amplia gama de condiciones metabólicas, las situaciones más frecuentes podrían encuadrarse en alguna de las siguientes:

- Lagunas aisladas con alta productividad primaria neta a nivel del fitoplancton; con baja capacidad de acumulación de materia orgánica muerta.
- Lagunas aisladas, con baja productividad primaria neta.
- Lagunas aisladas con alta productividad primaria neta a nivel de plantas vasculares; con elevada capacidad de acumulación de materia orgánica muerta.
- Lagunas conectadas a la hidrodinámica fluvial, con alta productividad primaria de plantas vasculares y baja acumulación de materia orgánica muerta.
- Esteros.
- Bañados.
- Mallines.

Seguidamente se sumarizan los rasgos fundamentales de estos ambientes.

### **Lagunas aisladas con alta productividad primaria neta a nivel del fitoplancton; con baja capacidad de acumulación de materia orgánica.**

Se trata de lagunas relativamente jóvenes, de forma redondeada o subredondeada cuya superficie oscila entre 3 y 80 ha. Tienen perfil en forma de palangana, con fondo generalmente regular y profundidad de 1 a 5 m (aunque más frecuentemente 2 a 3 m). El agua que las colma proviene en parte del escurrimiento superficial y en parte de la circulación freática.

Según Popolizio (Popolizio, 1969; 1970) se habrían formado por procesos pseudokásticos en los que las aguas subterráneas arrastraron sustancias coloidales de los estratos superficiales dando lugar a la formación de "hoyos". Se trataría de un proceso reciente que se evidenciaría por la presencia de numerosas lagunas redondas, próximas entre sí que, por coalescencia formarían lagunas mayores en forma de ocho, con su eje alineado en el sentido del escurrimiento subterráneo.

En Corrientes están ampliamente distribuidas en la cuenca del Riachuelo y del Santa Lucía, generalmente en la parte más elevada de lomadas arenosas.

Por poseer fondo arenoso presentan elevada transparencia pudiendo llegar la medida del disco de Secchi al 90% de la vertical. A pesar de ello, en algunas lagunas se opera una drástica disminución (más notoria en primavera-verano), a consecuencia del desarrollo masivo del fitoplancton que suele formar una capa espesa, más densa en superficie.

Sus aguas poseen bajos o moderados tenores de nutrientes por hallarse enclavadas las lagunas en terrenos muy lixiviados. Con frecuencia los nitratos tienen valores de 5 a 50  $\mu\text{g/l}$  de nitrógeno inorgánico y el fósforo (ortofosfato) 0,02 mg/l. La salinidad total es igualmente baja, con conductividad próxima a 40  $\mu\text{S/cm}$ , destacándose los elevados tenores de bicarbonatos (Bonetto *et al.* 1978b,c). Las aguas por lo común son poco tamponadas, por lo que su pH fluctúa en un ciclo diario entre 6 y unas 8 unidades.

El fitoplancton alcanza elevada densidad celular y con frecuencia las cianofíceas llegan a un desarrollo masivo durante primavera-verano. En algunas lagunas (Bonetto *et al.* 1978c) puede producirse un bloqueo de la permeabilidad luminica a pocos centímetros de la superficie.

La elevada productividad del fitoplancton es pobremente vehiculizada a los consumidores, por lo que las algas muertas ingresan como detritos al fondo de las lagunas.

El oxígeno disuelto se encuentra disponible con valores de 80 a 150 % de saturación.

A pesar de la buena transparencia del agua, las plantas sumergidas llegan a ocupar un 30% de la laguna. Su productividad anual es baja si se compara con los

valores registrados para los macrófitos en otros ambientes del nordeste. Estas plantas tienen un bajo consumo directo (Poi de Neiff, 1979) aunque muchos peces encuentran refugio y alimento allí (Bonetto *et al.* 1978c).

En la ictiofauna (Bonetto, 1978c) se han registrado más de 70 especies resultando muy frecuentes y abundantes las "pirañas" del género *Serrasalmus*. Los resultados obtenidos por Bonetto en 1980 dan cuenta de una productividad neta muy elevada para las poblaciones de sábalo (*Prochilodus lineatus*) que habría alcanzado a 250 kg/ha/años en la laguna González (Corrientes).

La tasa total de acumulación anual de materia orgánica en estas lagunas no ha sido establecida cuantitativamente, si bien parece baja a juzgar por el escaso desarrollo de sedimentos orgánicos que, en muchas de ellas sólo se localiza en las áreas centrales, a manera de un sapropel muy desagregado y móvil.

Bonetto y colaboradores (Bonetto, A., 1978b y Bonetto, C., 1980) calificaron a dos de estas lagunas de eutróficas o de "moderadamente eutróficas". En muchos ambientes se advierten condiciones de distrofia, por la escasa vehiculización de la productividad primaria a los consumidores, la prevalencia de los procesos de acumulación de materia orgánica y la depleción del oxígeno disuelto en profundidad aún en ambientes playos.

### **Lagunas aisladas, con baja productividad primaria neta**

Se trata de lagunas chaqueñas cuya morfometría es similar a la de las que se describieran anteriormente. Su origen sería semejante, es decir, atribuido a la evolución de fenómenos pseudokársticos (Popolizio, 1975).

La diferencia principal se halla en las propiedades del sistema litoestructural que las sustenta. La cubeta se asienta sobre suelos de textura fina, con alto contenido de calcio y sulfatos.

El ambiente más típico corresponde a la localidad de Las Viruelas (Sur del Chaco) cuya toponimia hace alusión a las características del paisaje, perforado por lagunas pequeñas, redondas, de 100 a 300 m de diámetro, playas, de apenas un metro de profundidad o menor, por lo que en años de escasas precipitaciones pueden quedar sin agua.

A diferencia de las lagunas correntinas descritas anteriormente, tienen baja transparencia (3-20cm) y el pH se mantiene en el rango alcalino. La conductividad con frecuencia supera los 500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

La biota de estos ambientes es casi desconocida. La vegetación acuática es poco frecuente. Cuando existe se limita a pequeños juncuales de *Scirpus californicus californicus* o a plantas aisladas de *Ludwigia peploides*, *Polygonum punctatum* y/o *Solanum glaucophyllum*. Los "cascarudos" (*Hoplosternum* sp.) y las "tarariras" (*Hoplerythrinus* sp) constituyen una fracción importante de la escasa ictiofauna de estas lagunas.

Están incluidas en terrenos planos, anegables por lluvias, con concentración salina en los horizontes superiores, por lo que la vegetación dominante que circunda a las lagunas son los "espartillares" de *Spartina argentinensis* o de "pasto amargo" (*Elionurus muticus*) con ausencia de árboles. Esporádicamente se encuentran plantas de palma (*Copernicia alba*) que tienen gran plasticidad ecológica.

Están sobre suelos salinos, en clima con fuerte estacionalidad de las lluvias. La evapotranspiración determina el ascenso de las sales a la superficie por lo que el agua de algunas lagunas y bañados pueden tener conductividad de 45.000  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ .

La capacidad biogénica del ecosistema es muy baja y reside principalmente en el desarrollo del espartillar perisférico que determina un escurrimiento laminar

difuso, retardando así el proceso de colmatación. En otros sitios, las lagunas tienden a unirse encauzando el escurrimiento.

### **Lagunas aisladas con alta productividad primaria neta a nivel de las plantas vasculares; con tendencia a la acumulación de materia orgánica muerta**

En esta tipología se incluyen algunas lagunas de la cuenca del Riachuelo, como La Brava (Bonetto *et al.*, 1978a), las del macrosistema Iberá y otros sistemas hidrográficos de la provincia de Corrientes que en la actualidad aparecen incluidas en extensos esteros.

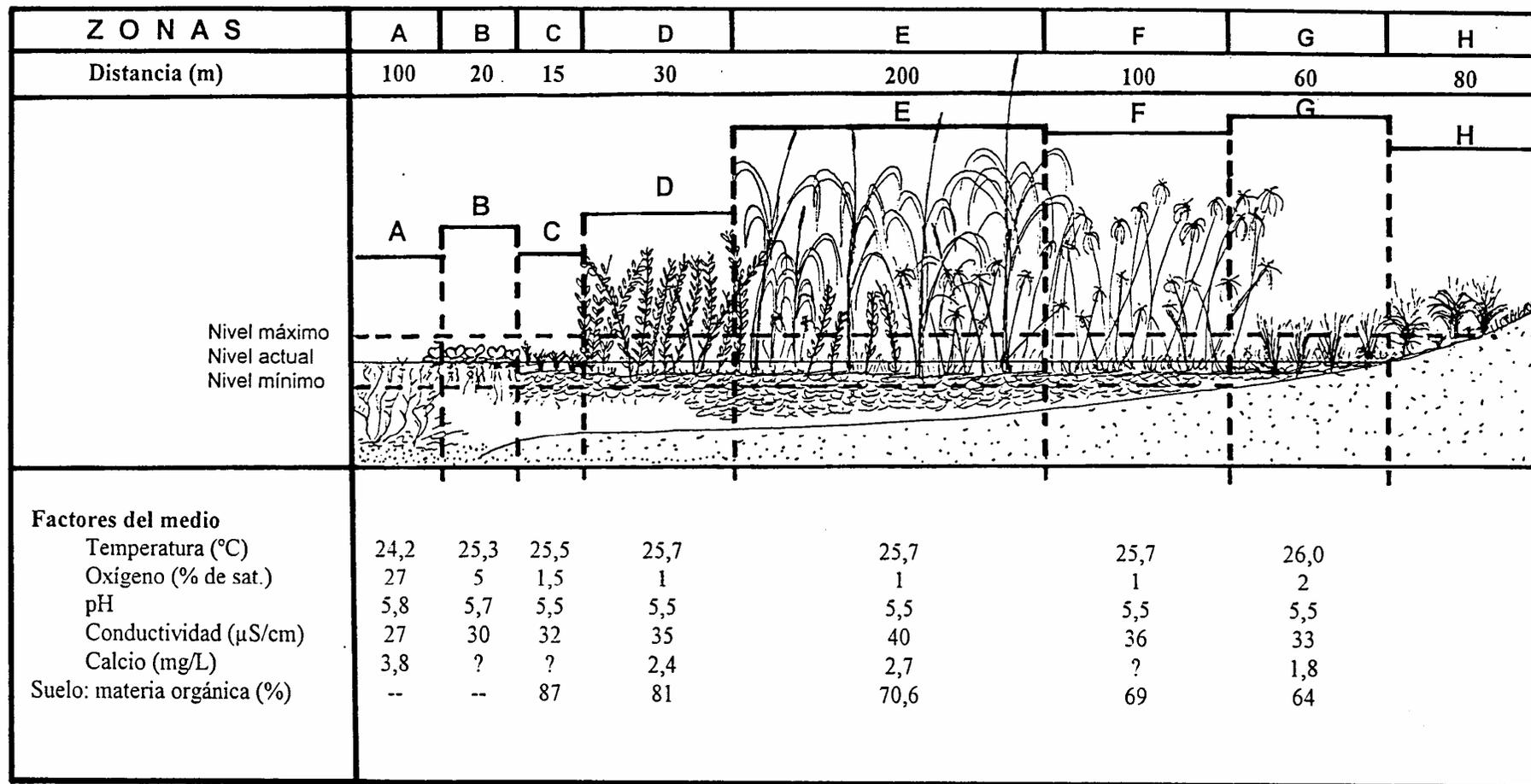
En el macrosistema Iberá los espejos de agua ocupan actualmente menos de un 20% de la superficie, en razón del avance gradual de los esteros sobre las aguas libres.

El paisaje comprende extensas áreas deprimidas, pobladas por vegetación palustre que, en las partes más bajas del gradiente presenta lagunas, con dimensiones variables, desde redondas con escasos 30 m de diámetro a elongadas o irregulares que superan los 19 km de largo (Neiff, 1997). La vegetación palustre de los esteros marginales tiende a crecer sobre el espejo de las lagunas terminando con el cegamiento de los espejos de agua (Neiff, *op. cit.*).

El perfil vertical de los cuerpos lacunares tiene por lo general forma de cajón, dado que las márgenes actuales están ocupadas por embalsados, debajo de los cuales circula el agua en una orla perimetral de unos 300 a 1000 m.

Están asentadas sobre fondo arenoso o areno-arcilloso que presenta un horizonte superficial de espesor variable (0,10-2,0 m) compuesto por detritos vegetales en distinto grado de desintegración, constituyendo un "ooze" fácilmente movilizable por la circulación del agua originada por el viento.

En las pequeñas lagunas incluidas en esteros, la profundidad es generalmente menor de 80 cm aunque en las grandes (Galarza, Luna, Iberá, Fernández, Trin, Medina, La Brava, Sirena, La Hermosa, etc.), con frecuencia es de 2 a 3 m. No es habitual la estratificación térmica a no ser en sitios densamente vegetados. Tampoco es frecuente la estratificación vertical del oxígeno disuelto que, generalmente supera el 80 % de saturación. Las aguas oscilan de neutras (a fines de verano) a ligeramente ácidas al promediar el invierno); son poco tamponadas registrándose variaciones de hasta dos unidades en el transcurso del día a causa del consumo de dióxido de carbono durante la fotosíntesis. En repetidas oportunidades el pH fue próximo a 8,0 después del medio día bajando a 6 unidades al amanecer. Las áreas marginales vegetadas tienen un medio más ácido con pH de 5,5-7,0 unidades.



Referencias: A = Vegetación sumergida    B = Vegetación flotante    C = Embalsado incipiente    D = Embalsado de *Fuirena robusta*  
 E = Embalsado de *Typha latifolia*    F = Embalsado de *Cyperus giganteus*    G = Juncal (*S. c. californicus*)    H = Bañado con pajonal de *Rhynchospora*

Figura 2: Perfil esquemático de los esteros de Santa Lucía: tipos de vegetación, características físicas y químicas. (Modificado de Neiff, 1981)

La salinidad es baja, debido a que están alimentadas directamente por lluvias y por la prolongada lixiviación de los suelos circundantes. La conductividad se encuentra en el rango de 15 a 60  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ . Hacia el invierno la conductividad tiende a incrementarse a consecuencia de la bajante del nivel hidrométrico. Otro incremento se produce con la llegada de las lluvias por movimiento del agua desde los esteros perimetrales a las lagunas.

La tipología iónica relativa es bicarbonatada-sódica-cálcica o bicarbonatada-cálcica-sódica, llegando a 20-30 mg/l de sales.

La transparencia es elevada con valores de disco de Secchi de 70 al 100 % de la profundidad del cuerpo de agua. En días ventosos, la turbulencia genera la remoción de los materiales orgánicos particulados del fondo decreciendo la transparencia más de un 50%.

El agua filtrada tiene color ambarino que denota la presencia de compuestos orgánicos en disolución.

Muchas de las "grandes lagunas" de la provincia de Corrientes, incluidas en esta tipología, presentan extensos sectores poblados con vegetación sumergida, llegando en algunas a cubrir el 50 % o más, del fondo (Ej. lagunas Fernandez, Trin, Medina), manteniéndose con poca variación a lo largo del año.

En estas condiciones se genera un microclima que se aparta significativamente de la zona limnética. En el centro de estas praderas sumergidas integradas por "mosaicos" monoespecíficos de hasta 15 especies. La circulación del agua se atenúa sensiblemente, la transmisión de la luz es impedida por la densidad de plantas y esto determina que, a profundidades inferiores a 50 cm llegue menos del 20% la radiación recibida en superficie.

En aguas calmas, puede encontrarse en el perfil térmico una diferencia de hasta dos grados (Fig. 4) entre la superficie y el fondo.

El oxígeno disuelto en días soleados y calmos experimenta variaciones nictimerales importantes advirtiéndose distinto comportamiento entre los estratos superficiales que se hallan casi permanentemente próximos a la saturación y los más cercanos al fondo donde puede descender a menos del 20%.

El pH es más variable que en las áreas limnéticas, con valores que van desde 5,5 a 6,5 al amanecer, hasta 7,5 luego del medio día en relación estrecha con la actividad fotosintética. Además de las fluctuaciones horarias, el pH tiene diferencias estacionales marcadas con valores generalmente más ácidos hacia el invierno y primavera y tendencia neutra hacia el verano y otoño. Estas últimas parecen relacionarse con el ciclo biológico de las plantas que da lugar al aporte de cantidades considerables de materia orgánica muerta en el seno de los cuerpos de agua.

El plancton es cuali-cuantitativamente distinto del de las áreas no vegetadas. Los trabajos de Zalocar, Corrales y Frutos (Corrales de Jacobo *et al.* 1981, Zalocar, 1981) dan cuenta de menor densidad y mayor diversidad específica en el fito y el zooplancton de las praderas de vegetación sumergida al compararlas con las áreas centrales de las lagunas. La fauna de insectos es rica y registra algunas diferencias en función del microclima que generan distintas poblaciones de plantas sumergidas (Poi de Neiff, 1981).

Las comunidades bentónicas y las extensas praderas sumergidas encuentran un ambiente pobre en oxígeno, con abundantes detritos finamente particulados, en el que la remoción del fondo es baja y la mayoría de los parámetros físicos y químicos susceptibles de influir en la distribución, abundancia y diversidad de las poblaciones, fluctúan con tendencia estacional en vinculación estrecha con los ritmos de los hidrófitos del bafon. Las praderas de vegetación sumergida y los

juncuales constituyen las primeras etapas en la colonización de la vegetación palustre marginal sobre los espejos de agua.

Estas lagunas tienen una elevada capacidad biogénica. Sin embargo no pueden ser considerados *eutróficos*. La vehiculización de la energía a niveles tróficos superiores es muy baja y los procesos de reciclaje son lentos dando lugar a la acumulación de materia orgánica en el fondo y disuelta en el agua, que se acrecienta ostensiblemente por aportes alóctonos provenientes de los esteros perimetrales. En razón de lo expresado podría asignarse a estos cuerpos de agua condición de distróficos por su semejanza funcional con algunos lagos subtropicales.

### **Humedales fluviales con alta productividad y poca acumulación de materia orgánica muerta.**

Incluye una amplia gama de ambientes acuáticos y palustres situados en las planicies de desborde de los ríos Paraguay, Paraná, Uruguay y otros ríos de la Argentina.

Drago (1976) estableció una clasificación de utilidad para los ambientes lénticos del valle del Paraguay inferior y Paraná sobre la base del origen y topología de los mismos.

La frecuencia con que las lagunas reciben las aguas del río, el nivel hidrométrico que las mismas alcanzan y su tiempo de permanencia en los ambientes lénticos, constituyen un complejo de "factores clave" que influyen marcadamente en las características metabólicas y en la sucesión de estos limnotopos (Neiff, 1990; 1996; Malvarez, 1997).

La transparencia del agua y la cantidad de materia orgánica en el fondo se incrementa en las lagunas que tienen una conexión más esporádica con el ambiente lótico. El nivel de organización biótica experimenta en general una tendencia similar, y las afinidades cenóticas con las aguas lóticas resultan obviamente menores. En lagunas como La Hermosa, Sirena, y Cambá Cue (Corrientes), con frecuencia el pH se mantiene en el rango ligeramente ácido y los tenores de materia orgánica en agua resultan más elevados que en el río. Por el contrario, en lagunas vinculadas más estrechamente a la hidrodinámica fluvial la integración biótica presenta menores diferencias (CECOAL, 1977; EBY, 1979), al menos en aquellas lagunas que presentan una vinculación directa y prolongada con las aguas del río.

Hay alternancia de fases de inundación y de aislamiento de las lagunas, con una secuencia característica para cada tramo del río. La configuración de estos pulsos en una serie de tiempo, conforma lo que se llama régimen de pulsos (Neiff, 1990, 1996, 1997) que tiene gran importancia en la selección adaptativa de las bioformas que habitan estos humedales (Malvarez, 1997).

La dinámica de las poblaciones de algunas comunidades como el plancton resulta muy compleja al superponerse la influencia del régimen hidrológico del río y la estacionalidad climática. Es corriente observar:

- un "potamociclo" en que la laguna se halla conectada al río.
- un "limnociclo" en que se halla aislada, manifestando una estructura biótica potencialmente distinta de las demás y, apartándose progresivamente de la del río.
- un período de "estiaje", generalmente corto e irregular, ocurre solo esporádicamente. La laguna se seca totalmente.

Los derrames laterales del Paraná y del Paraguay (lagunas de espora, *in sensu* Drago) tienen forma elongada, curva o semilunar; con perfil batimétrico en forma de "U" o de "V" y profundidad de 1 a 3 m. La permeabilidad lumínica es baja y el pH

ligeramente ácido a neutro. La conductividad frecuentemente alcanza a  $150 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$  aunque con marcadas fluctuaciones diarias y estacionales en relación a la dinámica de la vegetación.

En estos madrejones la vegetación flotante llega a cubrir completamente la superficie del agua. La especie dominante suele ser *Eichhornia crassipes* que se yergue hasta un metro sobre el agua, con raíces que exploran hasta 80 cm de profundidad.

El desarrollo de estas praderas flotantes (*camalotales*) determina la existencia de un microclima definido básicamente por la atenuación de la permeabilidad luminica, acidificación del agua, estratificación térmica y del oxígeno disuelto que puede aproximarse a cero a pocos centímetros de la superficie. Estos procesos adquieren relevancia en función que un camalotal de *Eichhornia* puede tener más de 30 tn/ha de peso seco y su producción anual superar las 20 tn/ha/año (Neiff y Poi de Neiff, 1984).

Cuando los madrejones se hallan poblados por *Pistia stratioides* o *Victoria cruziana* como plantas dominantes, no se dan condiciones tan extremas aunque la incidencia de la vegetación en el metabolismo de los cuerpos de agua es también manifiesta por su elevada biomasa y elevada tasa de renovación anual.

El desarrollo de la vegetación acuática, las especies dominantes y la productividad, son diferentes entre lagunas próximas, en relación al número y duración de los pulsos del río. En estos humedales (lagunas, bañados) el nutriente limitante es el nitrógeno, por lo que el crecimiento de las plantas depende de los flujos y reflujos del río durante las inundaciones (Carignan y Neiff, 1992; Carignan *et al.*, 1994).

El desarrollo del pleuston mencionado anteriormente, puede generar interferencia sobre el desarrollo de otras comunidades. El plancton experimenta cambios cuali-cuantitativos respecto de la situación previa de aguas no vegetadas (Zalocar, 1993; Frutos, 1993, comunicación personal). La fauna de insectos y moluscos adquiere mayor importancia en presencia masiva de plantas flotantes. Muchos organismos relacionados a la vegetación constituyen consorcios de alta especificidad que regulan en cierta medida el crecimiento de los "camalotes" (Poi de Neiff *et al.*, 1977). Las poblaciones animales relacionadas a la vegetación flotante muestran especificidad por el sustrato flotante y las condiciones de microclima que él genera. Es habitual que al ser desplazada una población de *Pistia* por una de *Eichhornia* se opere un reordenamiento en la estructura de la comunidad de organismos fitófilos (Poi de Neiff y Neiff, 1978).

## Esteros

Este término al igual que el de "cañada" son de uso generalizado en el nordeste sin que exista una acepción clara para ambos. Se refiere generalmente a áreas anegables de las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa y norte de Santa Fé, incluyendo algunos ambientes insulares de los ríos Paraguay y Paraná.

Son *extensos paisajes densamente vegetados con dominancia de plantas palustres (geófitos), de pendiente muy escasa, que presentan depresiones de agua estancada en forma permanente o semi-permanente, y hasta lagunas densamente vegetadas, con alta producción de plantas acuáticas, que se descomponen lentamente, dando origen a la formación de suelos con horizonte orgánico superficial. En los sitios deprimidos del paisaje hay tendencia a la formación de turba con la peculiaridad de estar originada en la senescencia de plantas vasculares (y no musgos). Hay permanente deficiencia de oxígeno disuelto y abundante materia orgánica particulada y disuelta. El agua tiene permanente carácter ácido,*

*transparencia alta, color castaño, y carece de materiales inorgánicos suspendidos* (Neiff, 1997).

Procurando clarificar las diferencias ecológicas de estos humedales del nordeste argentino se presenta una breve descripción de los principales rasgos que permitirán diferenciar los esteros correntinos y chaqueños. A tal efecto se considerarán dos situaciones típicas: el macrosistema Iberá (Corrientes) y los esteros del sudeste del Chaco (sistema de los Bajos Submeridionales).

## **Iberá**

Generalmente "cañada" y "estero" se usan para denominar sitios bajos permanentemente o semipermanentemente inundados, densamente poblados por vegetación hidrófila.

Ocupan la mayor extensión del humedal que es, a su vez, la más dilatada del norte de la Argentina. Localizados principalmente en la depresión central de la provincias de Corrientes, si bien se prolongan a manera de dendritas o de franjas acompañando a los ríos.

En la zona, generalmente se prefiere el término "estero" para grandes extensiones que no ofrecen delimitación visual, anegadas permanentemente, aunque con fluctuaciones aperiódicas de nivel que pueden ocasionalmente dejar el suelo descubierto de agua.

Los "esteros" del Iberá, de aguas permanentes, son densamente vegetados, con dominancia de plantas anfibias que poseen una importante tasa de renovación estacional, aportando abundante materia orgánica que se degrada muy lentamente y da origen a suelos orgánicos de espesor creciente; este último rasgo indica su antigüedad y modalidad del proceso sucesional que en ellos se opera. El sustrato es muy poroso en superficie (con una trama algo más cerrada en los horizontes inferiores). El volumen de poros se encuentra en parte ocupado por agua de origen pluvial. El aporte hídrico principal del "suelo" proviene de las lagunas, generado por el ascenso capilar tal como ocurre con la capa freática en ambientes terrestres.

Esta agua intersticial tiene salinidad algo más elevada que las lagunas del sistema, y se mantiene constantemente en el rango ácido, con pH de 4 a 6 unidades (Fig. 2). El agua filtrada tiene color castaño a castaño oscuro, por la abundancia de compuestos húmicos en disolución. Las aguas de los esteros tienen menor amplitud diaria y estacional respecto de las lagunas.

Existen características, de anoxia y frecuentes condiciones reductoras. Superficialmente quedan definidos charcos de distinta profundidad (20-100 cm), en los que se desarrolla una biota bastante rica en especies (Varela *et al.*, 1978). En el Iberá las cañadas tienen un ancho a veces mayor de 1 km, y constituyen esteros de recarga. Están en el valle formado por dos colinas, donde hay permanente vertiente de agua, estancada o semiestancada, donde se desarrolla la vegetación palustre. No hay en estas cañadas (esteros de recarga) espejos de agua permanentes, desprovistos de vegetación, como en los esteros antes descritos.

Ringuelet (1962) al referirse a los esteros, opina que es adecuado utilizar esta denominación para ambientes que reúnan las características de los que describieran Carter y Beadle (Carter y Beadle, 1930 y 1931) para el Chaco Paraguayo. A la vez, expresa sus dudas respecto que los esteros correntinos puedan asimilarse a los del Chaco y enfatiza la necesidad de un mayor conocimiento de estos ambientes. Entre los rasgos que definirían el estero (Carter y Beadle, 1930) se halla la presencia de estratificación térmica y muy baja concentración de oxígeno disuelto. Además las aguas de aquellos esteros son muy pobres en plancton

(especialmente en fitoplancton), y tienen abundantes sedimentos orgánicos en descomposición.

Con posterioridad a los trabajos mencionados, Varela *et al.* (1978) describe esteros perilacunares de la cuenca del Riachuelo (Corrientes) en las que se manifiestan bajos tenores de oxígeno, atenuación térmica y una rica y variada biota acuática; con un zoo y un fitoplancton propio. En este último se destaca la abundancia de flagelados y otras bioformas planctónicas propias de aguas con elevado contenido de materia orgánica.

El plancton es una comunidad constante en los esteros del nordeste argentino y en sí no es un carácter distintivo para calificar estos ambientes. La estratificación térmica no parece un rasgo útil para tipificar estas áreas anegables ya que la misma depende en parte, de las condiciones climáticas generales y de la profundidad de los cuerpos de agua. La deficiencia de oxígeno de estos humedales es una consecuencia del metabolismo de los esteros pero puede aparecer enmascarada durante el período de las lluvias.

Un rasgo más útil para diferenciar *esteros* de los demás humedales es la existencia de un suelo definitivamente orgánico derivado de la actividad metabólica de las plantas superiores.

Este estrato orgánico en los ambientes anegables resulta un indicador muy útil pues concentra información relativa al metabolismo del sistema durante un tiempo prolongado. Del espesor del mismo, del porcentaje de materia orgánica, de la proporción de ácidos orgánicos, del grado de desintegración de los tejidos vegetales, de la mineralización y de la posible estratificación, se puede inferir características respecto de la antigüedad relativa, de los ciclos biogeoquímicos, de la disponibilidad de oxígeno, de la actividad de los descomponedores y otros indicadores que permitirán calificar al estero con relativa independencia del momento hidrológico en que se encuentre y de factores de acción circunstancial.

Estos esteros poseen un sistema de escurrimiento difuso que funciona en tres capas diferentes: superficial, intersticial y profundo.

El suelo orgánico corresponde a los Histosoles, integrado fundamentalmente por tejidos vegetales en distinto grado de desintegración (materiales fibrícos, hémicos y sápricos). La formación de este sustrato orgánico tiene origen en la alta productividad de materia orgánica a nivel de las plantas vasculares, que es escasamente utilizada por los consumidores y descomponedores.

Los esteros corresponden a un estado muy avanzado de senescencia de lagunas distróficas o, más propiamente: saprotroficas (Ringuelet, 1962).

La distrofia es motivada por la conjunción de un complejo de factores en que la elevada relación carbono/nitrógeno en las plantas y de componentes muy estables; el escaso contenido de nutrientes en el agua de los esteros, así como la interferencia lumínica por la vegetación, y la escasés o carencia de oxígeno disuelto determinan una deficiente mineralización de la materia orgánica con producción de compuestos intermedios (ácidos fúlvicos, húmicos pardos, lignina), algunos de los cuales tienen definido papel bacteriostático.

Resultante de la interacción de los procesos comentados, se opera una creciente acidificación del agua y el avance del proceso de colmatación de las cubetas. En el proceso de evolución de los suelos orgánicos se producen sucesivos relevos en la flora, que van desde plantas acuáticas a bioformas anfibias con variable grado de especialización.

La definición comentada pone de relevancia la compleja y dinámica interacción de los factores abióticos y bióticos en los esteros de Corrientes, donde ocupan gran extensión.

Los esteros actúan como retardadores del escurrimiento, modifican la capacidad de almacenaje de agua, y la evapotranspiración (Neiff, 1997), constituyen una reserva potencial de nutrientes, que son liberados parcial y lentamente para ser reciclados. Esto resulta muy importante para un sistema biótico, que se encuentra asentado en arenas lixiviadas durante largo tiempo, puesto que los esteros actuarían como una trampa de minerales retardando su exportación a través del Corriente, efluente del Iberá.

En épocas de aguas altas, los esteros están cubiertos por una película de distinto espesor de agua. En tal situación, se solubilizan sales liberadas en el proceso de degradación de materia orgánica, y también otro stock considerable proveniente de los incendios (naturales o inducidos) que ocurren en los embalsados. Lentamente, el agua de los esteros escurre superficial y subsuperficialmente hacia sus colectores naturales (arroyos) para enriquecer las lagunas y finalmente egresar por los ríos o arroyos efluentes.

En los períodos de estiaje, la circulación horizontal del agua es poco evidente. El nivel del agua del sistema desciende unos 50 cm y la cúpula de los embalsados y otros suelos con alto contenido de materia orgánica en superficie, pueden quedar al descubierto, por lo cual la tasa de desintegración de la materia orgánica es mayor. También puede ocurrir que este horizonte orgánico, ahora emergente y seco, se quemara durante los incendios naturales o intencionales.

La descripción de los esteros del Iberá es válida para aquellos del triángulo NW de Corrientes, que forman una macrounidad de humedales dentro del antiguo abanico fluvial del Paraná. Durante fases hiperhúmedas del clima (eventos El Niño de 1982-83 y de 1997-98 por ej.) los esteros del NW de Corrientes, entraron en coalescencia dando cuenta que pertenecen a un mismo macrosistema de humedales: la Región del Iberá.

El crecimiento vertical de los suelos de los embalsados (similar al de las turberas) determina períodos más prolongados de emergencia de los horizontes superficiales, con lo que la velocidad de degradación de la materia orgánica y el riesgo de exposición al fuego se acentúan actuando como retardadores de la sucesión natural.

### **Esteros de la región Chaqueña**

Las características de los esteros del Chaco Oriental (Formosa, Chaco, norte de Santa Fe) se apartan significativamente de las comentadas para los de la provincia de Corrientes.

En el Sudeste del Chaco se encuentra la mayor ecodiversidad, por lo que se hará referencia a esa área como caso típico.

En estos humedales, se destaca su condición de aguas temporarias o semi-permanentes, con suelo inundado generalmente entre seis y diez meses del año, en estrecha relación con la estacionalidad cismática y la baja capacidad de almacenaje de agua conferida por el perfil topográfico casi plano.

El período de emergencia del suelo con frecuencia ocurre entre fines de mayo y agosto pudiendo desplazarse en función de la irregularidad en la distribución y abundancia de las lluvias.

La cubeta se caracteriza por su suave pendiente o, por constituir la parte más baja del gradiente topográfico, sin borde neto entre lo terrestre y lo acuático. El declive del fondo puede ser del orden del uno por mil o menor, sin microrrelieve aparente, excepto en la periferia donde pueden existir tacurúes (hormigueros) cupuliformes de hasta 80 cm de alto.

Como se dijera, el suelo está integrado con dominancia de materiales finos (limo y arcilla) que llegan al 90 %, confiriéndole muy baja capacidad de infiltración y lo torna fácilmente agrietado durante los estiajes.

La transparencia del agua es baja (medida del disco de Secchi entre 2 y 15 cm) advirtiéndose una disminución de la turbidez en los esteros densamente vegetados por gramíneas hidrófilas. A pesar de la escasa profundidad (generalmente inferior a 80 cm) es posible constatar una marcada estratificación térmica que puede acusar diferencias de 4°C entre la superficie y fondo en relación a la densidad de la vegetación, a las bioformas dominantes y a la amplitud térmica diaria de la temperatura ambiente.

En estos esteros la vegetación interfiere con la radiación que llega a la superficie del agua (Tabla 5).

Tabla 5

Formación vegetal dominante	Porcentaje de luz recibida en la superficie del agua, respecto de la luz incidente
“totorales” de <i>Typha latifolia</i>	menor que el 5%
“pirizales” de <i>Cyperus giganteus</i>	7 al 15%
“juncales” de <i>Scirpus californicus</i>	17 al 30%
“canutillares” de <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	17 al 30%
debajo de “camalotal” de <i>Pistia stratiotes</i>	3 al 6%

El volumen de sólidos en suspensión, puede ser de 100 a 450 mg/l con abundancia de la fracción coloidal.

Las aguas tienen tendencia a la acidez (pH 5-7 unidades), más manifiesta hacia fines de verano. La salinidad es con frecuencia moderada (conductividad de 150 a 500  $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ) con valores más elevados en momentos previos a la desecación de las charcas. Los tenores de nitrógeno y fósforo son altos pudiendo duplicar los hallados en esteros correntinos.

El agua tiene gusto desagradable y generalmente es maloliente, por abundancia de compuestos de azufre, y por la abundante materia particulada en suspensión.

El oxígeno disuelto se mantiene en muy baja concentración durante todo el año, siempre por debajo del 50% de saturación, y generalmente próximo a cero. La diversidad específica del fitoplancton sería menor que en los esteros correntinos y con dominancia de euglenofíceas que llegan al 50-90% de la comunidad. Este grupo se ve favorecido por su metabolismo heterótrofo en condiciones de luz limitante para la fotosíntesis. El zooplancton, tiene baja diversidad específica y está dominado por rotíferos, con escasa numerosidad de cladóceros.

La fauna fitófila que se desarrolla en estos humedales es muy variada y depende en gran medida de la integración estructural de la vegetación acuática y anfibia y de la estacionalidad en la oferta de hábitat. Muchos artrópodos aceleran el envejecimiento de las plantas (insectos minadores) y hay más de ciento cincuenta especies de aves avistadas en una sola estación del año.

Muy pocas especies de peces habitan los esteros chaqueños. Las poblaciones más abundantes corresponden a los “cascarudos” (*Hoplosternum littorale*), “morenas” (*Eingenmannia* sp.), “tarariras” (*Hoplerythrinus unitaeniatus*) y, con menor frecuencia: y *Lepidosiren paradoxa* (dipnoo) que han sido halladas en charcos de agua permanentes dentro de los esteros.

De los peces nombrados, los “cascarudos” tienen la mayor plasticidad ecológica que les permite vivir en un medio muy fluctuante. Su cuerpo presenta adaptaciones morfoanatómicas y funcionales (87) que les permite sobrevivir por cortos períodos en suelo seco y, aún desplazarse en esas condiciones en busca de

nuevos charcos. Hemos comprobado en campo que, de un lote de 100 ejemplares, 27 sobrevivieron fuera del agua durante 18 horas habiendo soportado una amplitud térmica entre  $-1^{\circ}\text{C}$  y  $23^{\circ}\text{C}$ , con cuatro horas de exposición directa al sol.

Con la bajante progresiva del nivel de los esteros se produce la concentración de los cardúmenes, habiéndose capturado 2.600 individuos en un charco de 4 metros de diámetro; en aguas cuyo contenido de oxígeno disuelto era equivalente al 20 % de saturación.

Una de las características más salientes de estos esteros es la elevada productividad de las plantas acuáticas y anfibias. Algunos datos para las pasturas hidrófilas que se transcriben a continuación:

**Tabla 6**

Pastizales de <i>Echinochloa helodes</i>	476 g/m <sup>2</sup> /año
Pastizales de <i>E. Polystachya</i>	510 g/m <sup>2</sup> /año
Pastizales de <i>Hymenachne amplexicaulis</i>	2095,84 g/m <sup>2</sup> /año
Pastizales de <i>Panicum elephantipes</i>	1187,40 g/m <sup>2</sup> /año

Las poblaciones de hidrófitos se distribuyen en estrecha relación con la forma de la depresión del estero, es decir, con la disponibilidad de agua durante el año.

Estas plantas tienen una elevada tasa de renovación anual que se acrecienta por la alternancia de períodos de sequía e inundación y la presencia del fuego (con frecuencia inducido) que determina un "rejuvenecimiento" al retardar el proceso de acumulación de materia orgánica muerta en los esteros.

El espesor del estrato orgánico del fondo de estos esteros es marcadamente inferior al de los "esteros" de Corrientes: 4 cm en el estero Chajá; ídem en el estero Feldman (ambos en la cuenca del río Negro, Chaco); 3 cm en el estero Cuatro Diablos (Gral. San Martín, Chaco). Ello se debe a que, si bien la productividad primaria neta es elevada, el proceso de degradación en los ambientes chaqueños es más rápido en razón de las concentraciones más elevadas de nutrientes y del tiempo de emergencia más prolongado de la fitomasa muerta.

Por su elevada productividad y mayor eficiencia de reciclaje los esteros chaqueños pueden ser incluidos entre los ambientes eutróficos.

Otra diferencia entre los esteros de Chaco y de Corrientes es que los esteros chaqueños tienden a colmatarse con sedimentos inorgánicos, y los de Corrientes con materia orgánica turbosa.

La colmatación de los esteros chaqueños conduce a la instalación de palmares, algarrobales, vinalares y finalmente, del monte fuerte (Morello y Adámoli, 1974). En esta etapa sucesional, el agua tiende a ocupar nuevas vías de escurrimiento y se produce el encharcamiento de otros sectores de la llanura dando lugar al avance del estero sobre las formaciones arbóreas del periestero. Esta etapa ha sido denominada de "esterización".

El paisaje es muy dinámico y se manifiesta por la retracción o avance de plantas leñosas o herbáceas, lo que depende de la abundancia de las lluvias en años sucesivos.

## Bañados

En el nordeste argentino tienen una menor extensión que los esteros, si bien revisten particular significación por su productividad primaria neta generalmente alta, que los torna utilizables para la ganadería. Los bañados, por su difícil drenaje configuran en oportunidades una seria limitación para la agricultura; otras veces son usados (mediante obras simples de regulación) para la plantación de arroz, como

ocurre en los bañados del río Uruguay en la zona de desborde de numerosos arroyos situados en el NE entrerriano.

Los bañados de la Argentina tienen diferencias ecológicas y en la potencialidad de manejo dependientes de la fuente de agua y de la calidad del agua:

- bañados de desbordes fluviales (agua dulce)
- bañados de aportes pluviales (agua dulce)
- bañados salinos (agua salada)

En ambos casos se ajustan a las características señaladas por Ringuelet (1962) quien realizó una aguda descripción de los humedales de la Argentina. Se trata de aguas temporarias que ocupan terrenos bajos, planos o ligeramente cóncavos sin un horizonte orgánico turboso definido superficialmente. El contenido de materia orgánica en los cinco primeros centímetros del suelo no sobrepasa el 10%.

En el perfil edáfico de estos bañados los horizontes superficiales proporcionan una valiosa información sobre el lapso de permanencia del agua. En los ambientes chaqueños suelen encontrarse estructuras piramidales columnares, unidas por sedimentos más finos que se disponen de manera anastomosada. Las primeras se forman al cuartearse el suelo por desecación del bañado. Sobre esta matriz se incorporan los materiales pelíticos que provienen de la degradación de los suelos en los sectores más altos del gradiente.

Los bañados se caracterizan por la densa vegetación que sustentan y cuya descomposición se encuentra en relación al tiempo de permanencia del agua en el suelo y a la regularidad de los periodos de sequía e inundación alternantes.

Cuando la fase de anegamiento es prolongada, puede encontrarse un fitoplancton rico en algas filamentosas y un zooplancton numeroso que se desarrollan luego de escasos 30 días posteriores al encharcamiento del suelo. A nivel de los insectos es posible encontrar microsucesiones (Poi de Neiff y Neiff, 1984).

La presencia de peces está condicionada a la conexión de los bañados con ambientes lénticos permanentes. En los bañados alimentados por lluvias próximos a Puerto Velaz (Chaco) es frecuente hallar "tarariras", "lizas", y "bagres" provenientes de los arroyos cercanos.

Un tipo particular de "bañados" lo constituyen los denominados "malezales" que ocupan considerable extensión en el N-NE de Corrientes y menor importancia en el Este de Chaco y Formosa.

Son alimentados por lluvias que mantienen inundado el suelo alrededor de seis meses al año. En ellos las fases de sequía e inundación tienen límites difusos que dan lugar a reemplazos graduales en la integración florística. De tal manera se pasa de un ambiente dominado por hidrófitos (*Nymphoides indica*, *Reussia rotundifolia*, *Ludwigia peploides* y otras) a una fisonomía caracterizada por ciperáceas de amplio nicho ecológico, de los géneros *Cyperus*, *Carex*, *Eleocharis*, *Rhynchospora* y otras que rápidamente cubren el suelo. Al acrecentarse el descenso del agua aparecen *Paspalum dilatatum*, *P. vaginatum*, *Axonopus compressus*, *Cynodon dactylon* y otras gramíneas que contribuyen a formar un tapiz cespitoso bajo, manteniéndose con algunas variantes hasta la próxima fase de anegamiento.

El aspecto más interesante de los "malezales" está referido a la rotación o alternancia natural de tres formas ecológicas o estados de vegetación: acuática-palustre-terrestre, determinando anualmente microsucesiones cuya modalidad se encuentra íntimamente relacionada con la dinámica del agua. Estos cambios en la vegetación van acompañados de importantes aportes de materia orgánica en los horizontes superficiales (que tienen un color castaño oscuro).

Los bañados "de desbordes fluviales" son funcionalmente distintos (Malvarez, 1997). En los descriptos anteriormente hay una mayor regularidad en las fases de sequía e inundación por lo que sus condiciones bióticas son más predecibles que en los de alimentación fluvial.

En los bañados de desborde, además de las fluctuaciones en el ingreso de energía al sistema (radiación y lluvias), se suman aquellas derivadas de la entrada de importantes aportes de materia (sedimentos) en períodos de crecientes y que tienen una elevada capacidad transformadora del medio.

Según las características enunciadas, los bañados de mayor variabilidad del NE se hallan en algunas islas del valle del Paraná, aguas abajo de su confluencia con el Paraguay, en el área en que aún no se han mezclado ambas corrientes. Las crecidas de uno u otro río determinan en los bañados (influenciados alternativamente por ambos ríos) numerosos pulsos de anegamiento en los que también la composición química del agua y la textura de los sedimentos que ingresan es diferente.

Como consecuencia, la integración biótica de estos bañados es muy variable y responde a patrones cambiantes en su organización. El componente biológico de mayor permanencia es la vegetación acuática vascular, con poblaciones especializadas que tienen ecofenos de inundación y otros adaptados a los períodos de estiaje (Neiff, 1978), entre otras estrategias adaptativas.

La fisonomía generalmente corresponde a maciegas compuestas por "carrizales" (*Panicum grumosum*) "verdolagales" (*Ludwigia peploides*) "cataizales" (*Polygonum stelligerum* y *P. acuminatum*). En los sectores de anegabilidad esporádica o aperiódica pueden encontrarse con frecuencia "pajonales" (*Panicum prionitis*) en los que la fase acuática es más corta y acíclica (Malvarez, 1997).

Los bañados salinos pueden ser continentales o costeros (marinos). En ambos casos se los encuentra sobre terrenos de muy baja pendiente (menor que 1:3000), por lo que su profundidad no pasa de 60 cm. Las aguas pueden tener 50 g de sales por litro, que le confieren fuerte alcalinidad al agua. Los bañados salinos continentales tienen suelos arcillo-limoso y los costeros, suelos de arena fina-limos, por lo que la transparencia del agua es menor en los primeros. La vegetación acuática y palustre es poco diversa, con dominancia casi absoluta de *Spartina argentinensis* o de *Spartina alterniflora*. La riqueza de aves es menor que en los bañados de agua dulce, excepto en los bañados costeros donde existen muchas especies ligadas a otros ambientes marinos.

## Mallines

Estos humedales son característicos de la Patagonia, especialmente en el área de los lagos andinopatagónicos (Iriondo *et al.*, 1974; Collantes y Faggi, 1999). Son planicies levemente cóncavas que pueden ocupar pocas hectáreas o varios kilómetros, en las adyacencias de lagos de origen glaciar, o también en el valle o corredor entre dos montañas.

Pueden tener características de *bañado* (sin cubeta propia, ni acumulación de sedimentos orgánicos sobre el suelo) o con características de turberas, pobladas por *Sphagnum*, o plantas vasculares helófitas (*Scirpus californicus*, *Eleocharis* spp. *Rhynchospora* spp).

Por lo general, los mallines son áreas temporalmente húmedas, que pueden tener medio metro de agua sobre el suelo y hasta pequeños ojos de agua. Están densamente poblados por gramíneas bajas y tiernas, por lo que son utilizados para la cría de ganado.

Tienen aguas de baja salinidad (conductividad menor de  $100 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ ), pH ácido, 6 a 4 unidades, este último valor en las turberas de *Sphagnum*. Tienen baja concentración de nutrientes y, habitualmente características distróficas (saprotóficas). Algunos mallines son ricos en fauna, especialmente en aves que visitan estos ambientes estacionalmente.

### **Algunos temas prioritarios en ecología y gestión de humedales de la Argentina**

Como ocurre en otros países de Sudamérica, el conocimiento de los humedales de la Argentina es puntual, fragmentario y los estudios existentes, en gran parte permanecen inéditos o en informes de circulación restringida. Esto requiere la compilación e interpretación de tales trabajos, para obtener una idea del estado del arte, antes de invertir recursos en obtener nuevos conocimientos, o en diagramar acciones de gestión.

Hasta hoy, los humedales de la Argentina, globalmente, han sido poco alterados, pero se ciernen sobre ellos amenazas debido a obras civiles y a siniestros cada vez más frecuentes, que pueden producir efectos catastróficos, por su acción puntual y/o por su efecto acumulativo sobre los ecosistemas.

El efecto de los embalses en las llanuras y, especialmente, el posible efecto de la represa de Yaciretá sobre el macrosistema Iberá requiere un tratamiento urgente, por haberse documentado un incrementado en un 60% el nivel del agua del humedal luego de la construcción de esta represa. Actualmente está proyectado aumentar siete metros el nivel del embalse, sin haberse realizado las comprobaciones necesarias para corregir posibles impactos negativos sobre el sistema. Actualmente ya se han constatado impactos desfavorables y un nuevo incremento en el nivel del humedal puede tener serias consecuencias para la agricultura, la ganadería y fundamentalmente sobre la estabilidad de este sistema único.

Una acción inmediata y complementaria, consiste en la valorización de este y otros grandes humedales de la Argentina, en el sentido de incluirlos como *sitios RAMSAR* y como *Reservas de la biosfera*, debido a que son patrimonios de la humanidad que no deben ser afectados por los intereses económicos de un país fuertemente endeudado.

Los humedales fluviales se encuentran seriamente amenazados por las distorsiones que producen los embalses hidreléctricos situados en la cuenca alta del Paraná. Es necesario promover estudios destinados a estimar la conectividad existente entre el régimen hidrológico del río y la distribución y cobertura de las distintas unidades del paisaje fluvial. Esto apunta a conocer el impacto de los disturbios de los embalses sobre la ecodiversidad y sobre la biodiversidad. Hoy se dispone de métodos simples, baratos y eficaces para realizar estas comprobaciones.

Los proyectos de desarrollo que involucran a los grandes humedales deben ser analizados en el marco de variabilidad temporal extrema de los mismos y no en función del estado hidrológico actual del sistema. Este criterio es especialmente válido para el diseño de rutas, puentes, canales y demás obras que comprometan a los humedales. En tal sentido, el denominado "canal federal" debería ser frenado hasta tanto se realicen estudios adecuados que aseguren que no se producirán efectos catastróficos sobre el gran humedal de la laguna de Mar Chiquita (Córdoba).

Es importante promover la valorización de los humedales, a través de las ONG, y mediante difusión masiva. La sociedad debería identificar adecuadamente las funciones y valores de los mismos, a los responsables de su preservación a nivel

de las provincias y del estado nacional, debería conocer los organismos ante los cuales radicar sus denuncias y ante qué organismos técnicos requerir información.

Debería implementarse un organismo no estructural –una red- que permita un efecto sinérgico de los esfuerzos locales. Esta red debería tener un directorio permanentemente actualizado y una página web que sirva de referencia para la sociedad.

Es fundamental revalorizar a los humedales en la perspectiva de los servicios que prestan a la sociedad. A partir de este conocimiento, analizar alternativas de manejo productivo que sean compatibles con su uso sostenible. La Convención RAMSAR (2000) ha producido un encuadre metodológico y conceptual de gran valor a este fin.

Los manuales de RAMSAR para el uso sostenible de humedales resultan útiles también para el análisis y gestión de impactos ambientales de proyectos de desarrollo.

Algunos aspectos, como la posición y dimensiones de las *zonas buffer*, la diagramación de *corredores* y los protocolos para peritajes en siniestros ambientales que comprometan a los humedales son una tarea pendiente y de gran repercusión para la conservación de los humedales de la Argentina y de otros países.

## Bibliografía

- Bonetto, A.A.; J.J. Neiff; A. Poi de Neiff; M.E. Varela; M.A. Corrales y Y. Zalakar, 1978a. Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo. III. Laguna Brava. *Ecosur*, 5 (9): 57-84.
- Bonetto, A.A.; M.A. Corrales; M.E. Varela; M.M. Rivero; C.A. Bonetto; E.R. Vallejos y Y. Zalocar, 1978b. Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo (Corrientes, Argentina). II: lagunas Totoras y González. *Ecosur*, 5 (9): 17-55.
- Bonetto, A.A.; D. Roldán y M.E. Oliver, 1978c. Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo. 1: Poblaciones de peces en ambientes leníticos y lóticos. *Ecosur*, 5 (9): 1-15.
- Bonetto, C., 1980. Densidad de población, crecimiento y producción del sábalo (*Prochilodus platensis*) en la laguna González (Corrientes, Argentina). *Historia Natural*, 1 (18): 121-136.
- Canevari, P.; D.E. Blanco; E.H. Bucher; G. Castro e I. Davidson, (Eds.) 1998. Los humedales de la Argentina. *Wetlands International, Publ. 46*: 1-208.
- Carignan, R. and J.J. Neiff, 1992. Nutrient dynamics in the floodplain ponds of the Paraná River (Argentina) dominated by *Eichhornia crassipes*. *Biogeochemistry*, 17: 85-121.
- Carignan, R.; J.J. Neiff y D. Planas, 1994. Limitation of water hyacinth by nitrogen in subtropical lakes of the Paraná floodplain (Argentina). *Limnol. Oceanogr.*, 39 (2): 439-443.
- Carter, G.S. y L.C. Beadle, 1930. The fauna of the swamps of the paraguayan chaco, in relation to its environment 1: Physico-chemical nature of the environment, *Journ. Limnol. Soc. London Zool.*, 37 (251): 205-258.
- Carter, G.S. y Beadie, L.C. 1931. The fauna of the swamps of the paraguayan Chaco in relation to its environment. 11 Respiratory adaptation of the fishes. *Journ. Limnol. Soc. London*, 37 (252): 327-368.
- CECOAL (Centro de Ecología Aplicada del Litoral); 1977. Estudios ecológicos en el área de Yaciretá. Informe de avance N° 2, Corrientes 204 p.
- Collantes, M.B. y Faggi, A.M. 1999. Los humedales del sur de Sudamérica. pp. 15-26, En: Malvárez, A.I. (ed.) Tópicos sobre humedales subtropicales y templados de Sudamérica. UNESCO-MAB-ORCYT. Montevideo, Uruguay. 224 pages.

- Corrales de Jacobo, M.A. y S.M. Frutos, 1981. Zooplankton del macrosistema de Iberá, Informe preparado para el convenio ICA -CECOAL, Corrientes.
- Cuadrado, G.A. and J.J. Neiff, 1993. Palynology of embalsados in dystrophic lakes in Northeastern of Argentina. *Rev. Brasil. Biol.*, 53 (3): 443-451.
- Depettris, C.; O. Orfeo y J.J. Neiff, 1992. Atenuación del escurrimiento fluvial por bosques de "aliso". *Ambiente Subtropical*, 2: 33-43.
- Di Persia, D.H. y J.J. Neiff, 1986. Pp. 599-621. In: Walker, K.F. & Davies, B.R. (eds.): *The Ecology of River Systems*. Dr. Junk Publ. The Netherlands. 793 p. The Uruguay River System.
- Drago, E.; 1976. Origen y clasificación de ambientes leníticos en llanuras aluviales. *Rev. Asoc. Cien. Nat. del Litoral*, 7: 723-737.
- EBY, Entidad Binacional Yaciretá, 1979. Estudios ecológicos en el área de Yaciretá. Informe de avance N° 3, Centro de Ecol. Apl. del Litoral, 152 p.
- Frutos, S.M., 1993. Zooplankton en cuerpos de agua isleños del Bajo Paraná. *Ambiente Subtropical* 3: 87-121.
- Hulbert, S.H., 1971. The neoconcept of species diversity: a critique and alternative parameters. *Ecology*, 4: 577-586.
- Huszar, V.L. de Moraes, 1994. Fitoplancton de um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita (lago Batata, Pará, Brasil): estrutura da comunidade, flutuações espaciais e temporais. Doctoral Tesis, Univ. of Sao Carlos - SP, Brasil. 219 p.
- Iriondo, M.; J.A. de Orellana y J.J. Neiff, 1974. Sobre el concepto de mallín cordillerano. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 5: 5-38.
- Lundberg, J.G.; L.G. Marchall; J. Guerrero; B. Horton; M.C. Malabarba and F. Wesseling, 1998. The Stage for Neotropical Fish Diversification; A History of Tropical South American Rivers. In: Malabarba, L.R.; Reis, R.E.; Vari, R.P.; Lucena, Z.M. and Lucena, C.A.S. (Eds.): *Phylogeny and Classification of Neotropical Fishes*. EDIPUCRS, Porto Alegre, Brasil, 1-603.
- Malvarez, A.I. 1997 Las comunidades vegetales del Delta del río Paraná. Su relación con factores ambientales y patrones del paisaje. Ph.D. Tesis, Univ. of Buenos Aires. 167 pages.
- Margalef, R., 1983. *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona, España.
- Morello, J. y J. Adámoli, 1974. Las grandes unidades de vegetación y ambiente del Chaco argentino. Segunda parte: Vegetación y ambiente de la provincia del Chaco. *INTA, Argentina, Ser. Fitogeogr.* 13: 125 p.
- Neiff, J.J., 1978. Fluctuaciones de la vegetación acuática en ambientes del valle de inundación del Paraná medio, *Physis*, 37 (95): 41-53.
- Neiff, J.J., 1981. Panorama ecológico de los cuerpos de agua del nordeste argentino. *Symposia, VI Jornadas Argentinas de Zoología*, La Plata: 115-151.
- Neiff, J.J., 1986. Sinópsis ecológica y estado actual del Chaco Oriental. *Ambiente Subtropical*, 1: 5-35.
- Neiff, J.J., 1990. Ideas para la interpretación ecológica del Paraná. *Interciencia*, 15 (6): 424-441.
- Neiff, J.J., 1996. Large rivers of South America: toward the new approach. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 167-180.
- Neiff, J.J., 1997. El régimen de pulsos en ríos y grandes humedales de Sudamérica. Pp. 1-49. En: Malvarez, A.I. y P. Kandus (eds.): *Tópicos sobre grandes humedales sudamericanos*. ORCYT-MAB (UNESCO) 106 p.
- Neiff, J.J., 2000. Diversity in some tropical wetland systems of South América. Pp. 1-32. En: B. Gopal & W. Junk (Eds.): *Wetlands Biodiversity, Vol II*. Backhuys Publish.: 31-60, The Netherlands.

- Neiff, J.J. y A. Poi de Neiff, 1978. Estudios sucesionales en los camalotales chaqueños y su fauna asociada. I etapa seral *Pistia stratiotes- Eichhornia crassipes*. *Physis*, 38 (95): 29-39.
- Neiff, J.J. y A. Poi de Neiff, 1984. Cambios estacionales en la biomasa de *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms y su fauna en una laguna del Chaco. *Ecosur*, 11 (21): 51-60.
- Neiff, J.J.; M.H. Iriondo and R. Carignan, 1994. Large tropical south american wetlands: an overview. Pp. 156-165. In: Link, G.L. and Naiman, R.J. (Eds.): *The Ecology and Management of Aquatic-terrestrial Ecotones*. Proceedings book, Univ. of Washington. 225 p.
- Poi de Neiff, A. 1979. Asociaciones faunísticas relacionadas a Egeria nalas en lagunas del NO de la provincia de Corrientes con especial referencia a los organismos fitófagos. *ECOSUR* 6 (11): 101-109.
- Poi de Neiff, A. 1981. Comunidades asociadas a la vegetación acuática y anfibia del macrosistema Iberá. Informe final convenio: ICA-CECOAL, Corrientes.
- Poi de Neiff, A.; J.J. Neiff y A.A. Bonetto, 1977. Enemigos naturales de *Echhornia crassipes* en el nordeste argentino y posibilidades de su aplicación al control biológico. *Ecosur*, 4 (8): 137-156.
- Poi de Neiff, A.S.G. e I.Y. Bruquetas de Zozaya, 1989. Efecto de las crecidas sobre las poblaciones de invertebrados que habitan macrófitas emergentes en las islas del río Paraná. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 22 (1): 13-20.
- Poi de Neiff, A. y J.J. Neiff, 1984. Dinámica de la vegetación acuática y su fauna en ambientes temporarios del SE del Chaco. *Physis*, 42 (103): 53-67.
- Popolizio, F., 1969. Contribución a la geomorfología de la provincia de Corrientes. Publ. Inst. Fislog. y Geol. Univ. Nac. del Litoral. Rosario.
- Popolizio, E., 1970. Algunos rasgos de la geomorfología del nordeste argentino. *Bol. Soc. Arg. de Bot.* 11 (suplemento): 17-36.
- Popolizio, E., 1975. El pseudokarst y importancia en los estudios hidrológicos del NEA. Publ. del Centro de Geocien. Apl.; Ser. Invest. N° 1, 14 págs. y láminas.
- Quirós, R., 1997. Classification and state of the environment of the Argentinean lakes. ILEC Workshop on Better Management of the Lakes of Argentina. San Martin de los Andes (en prensa).
- RAMSAR, 2000. Manuales RAMSAR para el uso racional de los humedales. Tomos 1-9.
- Ringuelet, R.A., 1962. *Ecología Acuática Continental*. Ed. Eudeba, Bs. As. 207 p.
- Ringuelet, R.A., 1975. Zoogeografía y Ecología de los peces de aguas continentales de la Argentina y consideraciones sobre las áreas ictiológicas de América del Sur. *Ecosur*, 2 (3):1-222.
- Varela, M.E.; M.A. Corrales; G. Tell; A. Poi de Neiff y J.J. Neiff, 1978. Estudios limnológicos en la cuenca del Riachuelo. V. Biota acuática de los embalsados de la laguna Brava y los caracteres del hábitat. *Ecosur*, 5 (9): 97-118.
- Zalocar de Domitrovic, Y., 1981. Fitoplackton del macrosistema Iberá. Informe Final convenio ICA-CECOAL, Corrientes, Vol. 1: 53-64.
- Zalocar de Domitrovic, Y., 1993. Fitoplancton de una laguna vegetada por *Eichhornia crassipes* en el valle de inundación del río Paraná (Argentina). *Ambiente Subtropical*, 3: 39-67.