

Humedales antrópicos: su contribución para la conservación de la biodiversidad en los dominios subtropical y pampásico de la Argentina

Juan A. Schnack¹, Fernando O. De Francesco^{1,3}, Ubaldo R. Colado^{2,3}, María L. Novoa⁴ y Enrique J. Schnack²

1. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Paseo del Bosque s/n, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. Email: js@netverk.com.ar. 2. Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires. Calle 526 entre 10 y 11, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. 3. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 118, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina. 4. Unidad Ejecutora, Programas Ambientales. Ente de Reconstrucción del Gran Buenos Aires, Torre 2, Calle 12 y 53, 1900 La Plata, Buenos Aires, Argentina.

Resumen. *En áreas de llanura las obras civiles y actividades asociadas generan barreras que favorecen la formación de humedales, siendo consideradas como elementos de perturbación ambiental. Proponemos, empero, que los humedales antrópicos pueden, bajo determinadas condiciones, contribuir a conservar la biodiversidad. Los taludes de terraplenes, los recintos de defensa contra inundaciones, autovías, cunetas, áreas de préstamo y canteras generan, con el aporte simple o combinado de precipitaciones o afloramientos freáticos, importantes humedales, tanto por extensión, número o permanencia. Dentro del Dominio Subtropical, en el Sistema Paraná-Paraguay se han construido numerosas obras para mitigar los efectos del comportamiento pulsátil de estos grandes ríos sobre las poblaciones humanas. Al pie de terraplenes y en áreas recintadas, pueden generarse limnótopos capaces de almacenar elevada biodiversidad. Merece también destacarse la importancia que en la conservación de la biodiversidad desempeñan otros tipos de humedales antrópicos en este dominio biogeográfico; tal es el caso de los canales de irrigación de los arrozales. El Dominio Pampásico provee las condiciones básicas, dadas sus características litológicas y topográficas, para que los alteos de redes viales puedan interferir el escurrimiento superficial, generándose humedales semipermanentes. Estos, además de evitar extinciones locales, albergan numerosas comunidades e interactúan con otros ecosistemas, siendo áreas de cría, refugio y escala migratoria de fauna. En zonas costeras e interiores de la llanura pampeana existen lagunas que se originan por actividades extractivas que mantienen su volumen por aporte pluvial y de aguas freáticas y contienen asociadas de vegetación acuática y palustre e invertebrados asociados, algunas de cuyas especies solo se adaptan a ambientes acuáticos estables, destacándose, asimismo, la abundante presencia de una diversa fauna de peces y aves acuáticas.*

Abstract. *In low areas, civil works which are mostly regarded as actions of environmental negative effects, commonly generate barriers which favor wetlands formation. Conversely, we postulate that anthropic wetlands can, within special circumstances, contribute to biodiversity conservation. Terrepleins slope bases, defence enclosures against floodings, excavated areas and road drains, have generated, aided by rains and by ground water outcrops, important wetlands, considering their extent, number and permanence. Within the Subtropical Dominion and the Paraná-Paraguay System, numerous civil works have been made to mitigate the deleterious effects of river pulses on human settlements. At the base of terrepleins in enclosed protected areas, it is frequent to observe the formation of wetlands which house high biodiversity. It is also worth considering the importance of other type of anthropic environments, e.g. rice irrigation systems. In the Pampas, the lithological characteristics and topography bring the basic conditions by which the elevations related to road*

construction interfere with superficial runoff, generating semi permanent wetlands. These limnotopes may contribute to prevent local species extinctions. Furthermore, they house numerous biotic communities, and interact with other ecosystems, constituing faunal rearing sites, refuges and migratory scales. In these environments either on the coastal plain or in the interior areas permanent water bodies are originated by extractive activities. Their volume is maintained by rainfall and groundwater contribution. These limnotopes contain aquatic and emergent plant communities and associated macroinvertebrates. Among the latter there are species which are only found in stable and permanent aquatic environments. In addition it is remarkable the abundance of fishes and waterfoul fauna.

Introducción

Los cuerpos de agua generados por intervención humana están comprendidos en la definición de humedales adoptada por la Convención sobre los Humedales (Davis et al. 1996) y en la clasificación de sus diferentes tipos (Frazier 1998). Esta clasificación comprende tres grandes categorías: marino-costeros, continentales y artificiales. En la última categoría, se reconocen nueve tipos de humedales (Tabla 1). Los considerados en este trabajo han sido generados por actividades extractivas, agrícolas u obras de ingeniería.

El análisis de la tipología de obras de control de inundaciones permitiría considerar nuevas causas de formación antrópica de humedales y otros tipos no contemplados en la Tabla 1. Entre ellos, se destacan charcas al pie de taludes de terraplenes y acumulaciones de volúmenes variables de agua en obras de alteo de vías y distribuidores de autopistas en zonas llanas. A estos ambientes pueden incorporarse nutrientes de origen diverso, los que contribuyen al establecimiento de organismos productores, iniciándose así una sucesión secundaria con incorporación de otros niveles tróficos formándose humedales que pueden comportarse en algún estado de su evolución como ecosistemas naturales.

De los humedales reconocidos como sitios Ramsar (Se reconocen 1018 Sitios Ramsar, los que ocupan 73010534 ha y se distribuyen en 119 países del mundo, Ramsar Convention Bureau 2000), alrededor de 10% corresponde a humedales artificiales, porcentaje equivalente al de humedales marinos y ligeramente superior al de los estuariales. Considerando las regiones contempladas por la Convención Ramsar, la del Neotrópico estaría comparativamente sub-representada en humedales artificiales, conteniendo alrededor de 5 % del total de sitios Ramsar (Frazier 1998).

Las funciones, atributos y aplicaciones de los humedales antrópicos, así como sus efectos en el medio natural, han sido tratados en varias regiones del mundo (Campbell y Ogden 1999), especialmente en América del Norte (Mitsch 1993), Europa (e.g. Hensel y Miller 1991) como así también en otras regiones geográficas, por ejemplo, Africa Occidental (Atekwana et al. 1995),

Tabla 1. Tipos de humedales artificiales, según Frazier (1998). Destacados en negrita se incluyen todos los tipos de humedales considerados en este trabajo.

Table 1. Types of artificial wetlands (source: Frazier 1998). All wetland types referred to in this work are remarked in black types.

Código	Tipos de Humedal	Ejemplos
1	Estanques de acuicultura	Estanques de peces y camarónicas
2	Estanques artificiales	Incluye estanques de granjas, estanques pequeños (generalmente < 8 ha)
3	Zonas de riego	Incluye canales de regadío y arrozales
4	Tierras agrícolas inundadas estacionalmente	Incluye praderas y pasturas inundadas utilizadas de manera intensiva
5	Zonas de explotación de sal	Salinas artificiales, salineras
6	Áreas de almacenamiento de agua	Reservorios, diques, represas hidroeléctricas, estanques artificiales (generalmente > 8 ha)
7	Excavaciones	Canteras de arena y grava, piletas de residuos mineros
8	Plantas de tratamiento de aguas servidas	"sewage farms", piletas de sedimentación, piletas de oxidación.
9	Canales de transportación y drenaje	Zanjas

Australia y Medio Oriente (Ramsar Convention Bureau 2000). En el último caso, es destacable que los dos únicos sitios Ramsar del Estado de Israel han sido construidos por el hombre. La literatura referida a humedales creados o construidos está extensamente desarrollada en Erwin (1996), quien al 1 de enero de 1996 reunía más de 1000 títulos referidos a la creación y restauración de humedales.

En este trabajo se describen humedales artificiales de los Dominios Pampásico y Subtropical de la Argentina, los que a nuestro juicio contribuirían a conservar la biodiversidad, en sus diferentes niveles organizativos. En el Dominio Subtropical Oriental, se consideran humedales generados a partir de obras ingenieriles, en especial de control de inundaciones, así como otros formados en áreas de riego de cultivos de arroz.

Area de Estudio

El área estudiada corresponde a la Llanura Chaco Paranense al norte, y a la Llanura Pampeana al sur, ambas desarrolladas en una amplia extensión conocida como Llanura Chaco Pampeana (Russo et al. 1979). Comprende partes de las provincias de Formosa, Chaco, Corrientes, Santa Fe y Entre Ríos, ubicadas en el ámbito de la cuenca del río Paraná y el sector oriental de la provincia de Buenos Aires aldaño al Río de la Plata y litoral atlántico (Figura 1).

Características Climáticas

El gran desarrollo latitudinal (26° S a 38° S), el relieve montañoso de importancia regional en el límite occidental de la Llanura Chaco Pampeana y la naturaleza y dinámica de las masas de aire, son factores determinantes de los rasgos climáticos del área de estudio. Con relación a las temperaturas medias anuales existe un gradiente definido decreciente en sentido norte-sur (22° C en Formosa,



Figura 1. Localización del área de estudio.

Figure 1. Study area.

14.5° C en Mar del Plata). Las precipitaciones medias anuales dentro del área estudiada en el Dominio Subtropical varían entre 1300 mm al norte y 1.000 mm al sur, mientras que en el Dominio Pampásico lo hacen entre 1000 mm al noreste y 700 mm al sudoeste (Figura 2).

Con base en la clasificación de Köppen (en Trewartha 1943), el ámbito geográfico analizado presenta dos tipos de climas. El sector ubicado al norte de la confluencia de los ríos Paraná-Paraguay está definido por un clima lluvioso con invierno seco y veranos calurosos, correspondiéndole la notación Cwa. Hacia el sur pasa a ser templado, húmedo en todas las estaciones con veranos calurosos, es decir Cfa (Figura 3).



Figura 2. Precipitaciones y temperaturas medias anuales del área de estudio (período 1901-1995).
Figure 2. Rainfall and annual mean temperatures in the study area (1901-1995).

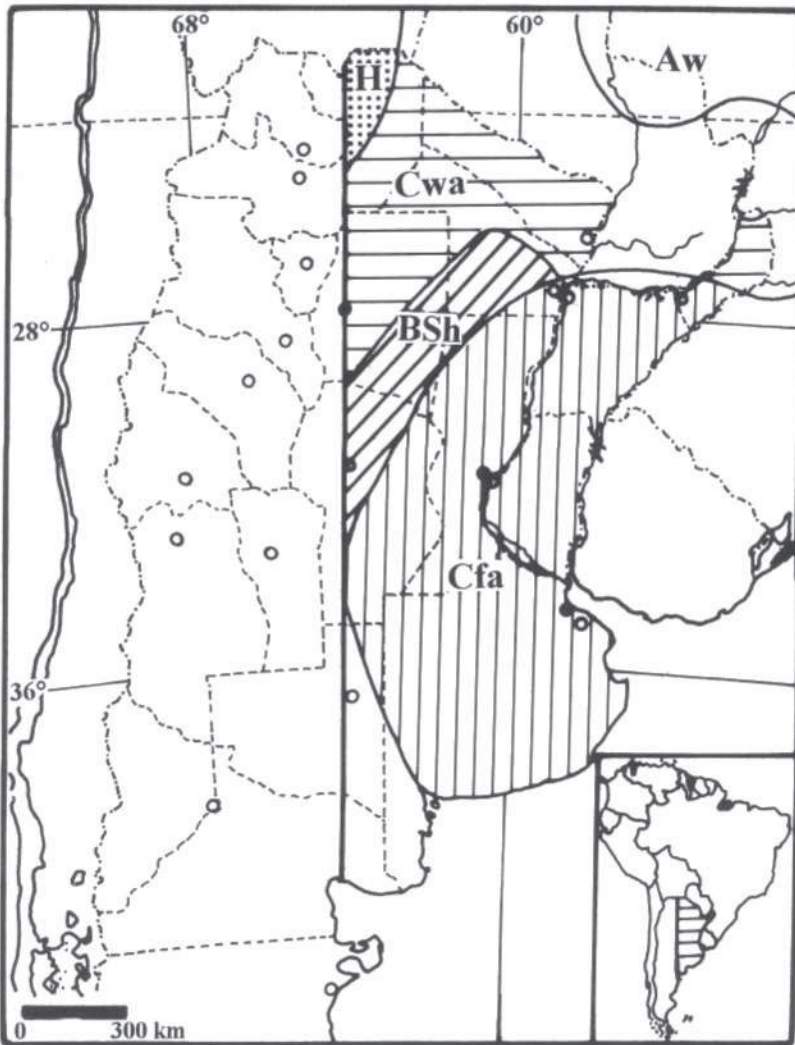


Figura 3. Regiones climáticas del ámbito geográfico analizado de acuerdo al criterio de Köppen: AW: sabana tropical lluviosa; BSh: estepa muy cálida; Cfa: templado lluvioso (mesotermal húmedo) con verano muy cálido; Cwa: invierno seco con verano muy cálido; H: clima de altas alturas

Figure 3. Köppen's climatic regions within the study area. AW: tropical rainy savanna; BSh: hot steppe; Cfa: temperate, rainy (wet mesothermal) hot summer; Cwa: dry winter and hot summer; H: climate of high altitude

Geología, Geomorfología e Hidrología

La extensión territorial analizada, se encuentra conformada por diferentes sectores, los que presentan sucesiones estratigráficas, estilos estructurales y rasgos geomórficos con límites definidos y una historia geológica particular. De acuerdo con la historia geológica regional, puede establecerse que toda el área ha sido tectónicamente estable desde el Terciario. Desde ese momento y como consecuencia de una lenta y suave subsidencia se acumularon sedimentos continentales y marinos de dos transgresiones atlánticas, que finalmente fue cubierto por sedimentos continentales

cuaternarios. En esta etapa comenzó a instalarse la red de drenaje actual ajustada a las condiciones impuestas por una muy escasa pendiente.

Con referencia a los humedales artificiales, se considera que los elementos más importantes del sustrato sobre los que se desarrollan son depósitos relativamente modernos (Pleistoceno y Holoceno). Por sus características y yacencia han sido factibles de ser utilizados por el hombre (canteras, áreas de prestamos, arrozales), o se han visto afectados por diferentes obras civiles, dando origen a los cuerpos lénticos que aquí se tratan.

Dos factores fundamentales regulan el comportamiento hidrológico de los ríos Paraná y Paraguay dentro del sector aquí considerado: las condiciones geomórficas regionales y locales y las condiciones hidrometeorológicas en las altas cuencas. Las características hidrológicas están definidas por un comportamiento normal del alto Paraná en cuanto a la distribución del patrón estacional de las precipitaciones, ocurriendo los mayores caudales promedio durante el período estival (diciembre-abril). En el río Paraguay el esquema se revierte, ya que si bien los flujos de entrada en la alta cuenca (El Pantanal) coinciden con la distribución estacional de las precipitaciones, el almacenamiento que allí se produce retarda el flujo de salida hasta seis meses, determinando que en el Paraguay medio e inferior los mayores caudales se observen entre agosto y noviembre.

Desde la confluencia con el río Paraguay hasta Rosario, el Río Paraná fluye por más de 1100 km formando una planicie aluvial que oscila entre 6 y 40 km de anchura desarrollada extensamente sobre la margen derecha, hasta la localidad de Diamante, donde comienza el "Delta entrerriano". El diseño es predominantemente anastomosado con numerosas islas y bancos de arena. Su caudal medio es de 16000 m³.s⁻¹, aunque con valores mínimos y máximos históricos de 4000 m³.s⁻¹ y 60000 m³.s⁻¹ (Drago 1990).

El área sufre excesos hídricos periódicos, mayormente asociados al fenómeno El Niño (Andersen et al. 1993, Depetris et al. 1996, Schnack et al. en prensa). Estos fenómenos pulsátiles, registrados desde hace más de cien años, han producido importantes daños económicos debido al incremento de la ocupación humana en las últimas décadas. La inundación 1982/1983 fue la más severa del siglo XX, tanto por su magnitud como por su duración (3373000 ha y daños económicos de 1800 millones de US\$, Bergman 1994) y sus impactos motivaron medidas de protección de numerosas localidades. Otro exceso hídrico se produjo en 1992 (3126000 ha y US\$ 900 millones de perjuicio económico). Debe notarse que estos datos corresponden a todas las provincias afectadas, incluyendo el río Uruguay, no considerado en este estudio. Se entiende que el mayor porcentaje de afectación pertenece a la cuenca del Paraná-Paraguay. Los impactos ambientales de tales fenómenos, así como de las futuras obras de protección (terraplenes, canalizaciones, entre otras), fueron evaluados por Schnack et al. (1995) y De Francesco et al. (en prensa).

En un contexto geológico-geomorfológico, el Dominio Subtropical se desarrolla en un sector más restringido de la Llanura Chaco Pampeana, denominada Llanura Chaco Paranense. Comprende el tramo inferior de la red hidrográfica que conforma la Cuenca del Plata. Los ejemplos que se incluyen en este dominio se relacionan con el sistema Paraguay-Paraná.

El curso inferior del río Paraguay discurre con escasa pendiente en una amplia planicie de inundación desarrollada en ambas márgenes. En este ámbito, los humedales permanentes o transitorios generados por la actividad humana están definidos generalmente por obras de defensa contra las inundaciones donde existen importantes asentamientos urbanos (e.g. Formosa, Resistencia). Estas obras interfieren el escurrimiento superficial natural generando acumulaciones lénticas en las que también se registran interacciones con el nivel freático. Además, la escasa pendiente y las características granulométricas de los depósitos aluviales, constituidos por sedimentos finos a muy finos, determinan permeabilidades que condicionan la transitoriedad o permanencia de estos humedales, conjuntamente con la evaporación.

En el caso de los humedales relacionados con el río Paraná, deben destacarse las diferentes condiciones geomórficas existentes entre ambas márgenes desde las proximidades de la localidad de Posadas hasta el delta entrerriano, caracterizadas por un amplio desarrollo de la planicie aluvial sobre la margen derecha. Esta es afectada por inundaciones recurrentes, presentando depósitos aluviales y pendientes de características similares a las descriptas para el río Paraguay. Del mismo

modo, los humedales artificiales generados por distintas obras civiles (viales, de defensa) y por las actividades extractivas de materiales asociadas, muestran características similares.

La margen izquierda prácticamente carece de planicie aluvial y está caracterizada por el desarrollo de barrancas de altura variable, interrumpidas por los valles de los tributarios del Paraná que generan su propia planicie inundable. En la zona interior se desarrollan humedales artificiales asociados al cultivo de arroz. También se verifica la presencia de humedales antrópicos en otras localidades vinculadas a obras de defensa (e.g. Goya, Gualeguay).

El Dominio Pampásico, desde una perspectiva geológica-geomorfológica, se extiende al sur del Dominio Subtropical (Figura 1), restringiéndose a la denominada Llanura Pampeana. En él se reconocen fundamentalmente tres ambientes fisiográficos distintivos: la Pampa Ondulada, hacia el nor-noreste; la Pampa Deprimida, que comprende a la Cuenca del río Salado en la provincia de Buenos Aires y la Planicie Costera desarrollada en la margen derecha del Río de la Plata y vinculada a los dos primeros ámbitos (Fidalgo y Martínez 1983).

Tanto la Pampa Ondulada como la Deprimida están constituidas superficialmente por sedimentos loésicos de edad cuaternaria, genéricamente conocidos como "Sedimentos Pampeanos" (Fidalgo et al. 1975, De Francesco et al. 1999) cuyas características composicionales le confieren baja permeabilidad. Los humedales generados dentro de este dominio, con excepción de aquellos vinculados a la planicie costera, están relacionados a obras viales ("cunetas, alcantarillas y préstamos"), o bien a actividades extractivas, tales como explotación de canteras o "tosqueras" y conchillas. En este último caso, los materiales carbonáticos están relacionados a una ingresión marina pleistocena (Colado et al. 1995). El contacto con el nivel freático derivado de estas actividades extractivas, además del aporte de las aguas pluviales, puede otorgar a estos humedales carácter permanente.

En la Planicie Costera, cuya anchura puede llegar a 15 km, se encuentran depósitos litorales relacionados a una ingresión marina holocena asociada a una fluctuación positiva del nivel del mar (Fidalgo et al. 1973). Estos depósitos sedimentarios están constituidos por componentes carbonáticos (conchas de moluscos) que forman cordones litorales de franca manifestación topográfica, los que han sido intensamente explotados, originando cuerpos lénticos asociados principalmente a afloramientos freáticos y acumulaciones pluviales, estando expuestos excepcionalmente, a conexiones con el Río de la Plata durante las crecientes extraordinarias.

Aspectos Biogeográficos

Adoptando un criterio zoogeográfico, el área de estudio se enmarca en los dominios Subtropical y Pampásico (Ringuelet 1961) (Figura 1). El límite meridional del primero incluye el margen rioplatense de la provincia de Buenos Aires (Ringuelet 1955) y comprende cuatro distritos: a) Misionero, b) Chaqueño, c) Tucumano-salteño y d) Mesopotámico. Este último incluye tres sectores: uno Septentrional, desde el sur de la provincia de Misiones a Entre Ríos, siendo su límite sur la faja del Espinal; el sector Meridional, que bordea los ríos Paraná y Uruguay, incluye el Delta y termina en la franja rioplatense en el partido de La Plata, y el tercer sector, denominado Entrerriano está ocupado por estepa herbácea.

El dominio Pampásico se ha diferenciado faunísticamente en escasa medida, desde mediados a fines del Cuaternario, con la retracción de la fauna subtropical en general y chaqueña en particular, acompañando cambios ecológicos. Por tal motivo, se lo incluye en la Subregión Guayano-brasileña. Diferencias palpables permitirían distinguir un sector Tandílico, determinado por el sistema serrano septentrional y un sector Costero que coincide con la faja litoral de médanos y acumulaciones conchiles cubiertos por talaes.

Desde el punto de vista fitogeográfico, el área de estudio abarca cuatro provincias (Cabrera y Willink 1973): Chaqueña, Paranense, del Espinal y Pampeana. El dominio zoogeográfico Subtropical abarca las cuatro provincias fitogeográficas, mientras que el pampásico se extiende en las provincias Chaqueña, del Espinal y Pampeana.

Casos de Estudio

Dominio Pampásico y Ecotono subtropical-Pampásico

Humedales Originados por Excavaciones

Una referencia a lagunas artificiales que han adoptado rasgos naturales en las inmediaciones de La Plata puede encontrarse en Scott y Carbonell (1986), bajo la denominación de “Sistema de Berisso”. Estas han sido incluidas en el inventario por “tener valor especial en el mantenimiento de la diversidad genética y ecológica de una región debido a la calidad y peculiaridades de su fauna y flora” (Criterio 2b de inclusión en el inventario) (Figura 4). Las lagunas del Sistema de Berisso fueron canteras (Humedal Tipo 7, Tabla 1) generadas hace unos 100 años para extraer materiales conchiles para la construcción de edificios y pavimentación de la ciudad de La Plata. Actualmente se conocen 47 limnótopos de este origen, con una superficie promedio de alrededor de 1 ha, variando la profundidad entre 0.5 y 2.4 m (Gabellone et al. 1994). El aporte hídrico es freático y pluvial. También reciben aportes por desbordes discontinuos de cursos de agua naturales y artificiales, afluentes del Río de La Plata (Domizi et al. 1978) y, eventualmente, de grandes inundaciones generadas por sudestadas o combinación de éstas con crecidas de la cuenca de los ríos Paraná y Uruguay.

Menni y Almirón (1994) realizaron, en el período 1984-1986, un pormenorizado estudio referido a la ictiofauna de cuatro de estas lagunas. Estas han adquirido una ictiofauna típicamente paranense, con 53 especies, las que representan un 37% del correspondiente a las existentes en el Río de La Plata (140 spp.), porcentaje del mismo orden al observado en ambientes lénticos naturales asociados al Río Paraná (30-34%) (Almirón 1989). Asimismo, los valores de diversidad (Shannon y Weaver 1963) de las comunidades de peces estudiadas (2.5-2.8) son similares a los obtenidos en comunidades muy ricas en especies de extracción subtropical en la provincia argentina de Formosa.

Solari (1984) ha registrado en estas lagunas 89 taxa pertenecientes al fitoplancton. La mayor abundancia numérica corresponde a las cianofitas, siendo frecuentes sus floraciones, en tanto que las clorofitas constituyen el taxon más biodiverso, siendo elevada la concentración de nutrientes. La composición de esta comunidad en estas lagunas, de características eutróficas, es similar a la de lagunas naturales de la Pampa deprimida (Gabellone et al. 1994).

La meiofauna está representada por numerosas especies principalmente asociadas a la vegetación acuática, con dominancia de insectos, crustáceos y moluscos (Schnack obs. pers.). Su riqueza específica es relativamente elevada, destacándose su similitud en cuanto a la composición familiar, genérica y específica con la documentada por Ronderos et al. (1967) y Schnack (1972) en limnótopos lénticos permanentes de origen natural de la pampa deprimida.

En las lagunas del Sistema de Berisso, a diferencia de otros sistemas similares de la pampasia, se aprecia una representación algo mayor de taxa de extracción subtropical, los que en parte han accedido a este sistema por fitocoria. Por ejemplo, en las raíces de *Eichornia crassipes* y otras pontederiáceas, son transportadas desde el sistema del río Paraná al estuario del río de la Plata. Allí las especies subtropicales más meridionales, encuentran condiciones favorables para establecerse. Estos rasgos transicionales llevaron a Ringuelet (1981) a referir gran parte de la Planicie Costera del Río de La Plata como “ecotono faunístico subtropical pampásico”.

La relación entre estrategias poblacionales y estabilidad ecosistémica fue sugerida y sustentada por datos de campo y de laboratorio en un trabajo referido a “chinches acuáticas” del género *Belostoma* (Insecta, Heteroptera, Belostomatidae), de una laguna del Sistema de Berisso, en el período 1977-1979 (Schnack et al. 1981). El espejo de agua, durante el período de estudio, se encontraba casi enteramente cubierto por una asociación de vegetación flotante, constituida principalmente por *Spirodela intermedia*, *Azolla filliculoides*, *Lemna* sp., *Wolffia* sp., *Wolffiella* sp., *Ricciocarpus natans*, *Hydrocotyle* sp., así como por vegetación emergente, en especial *Typha* sp. La presencia permanente y dominancia de *Belostoma oxyurum* sobre otras especies cogenéricas identificadas en esta laguna, en general dominantes en limnótopos temporarios, sustenta el carácter estable de la laguna estudiada. *B. oxyurum* es una especie indicadora de ecosistemas estables - y por

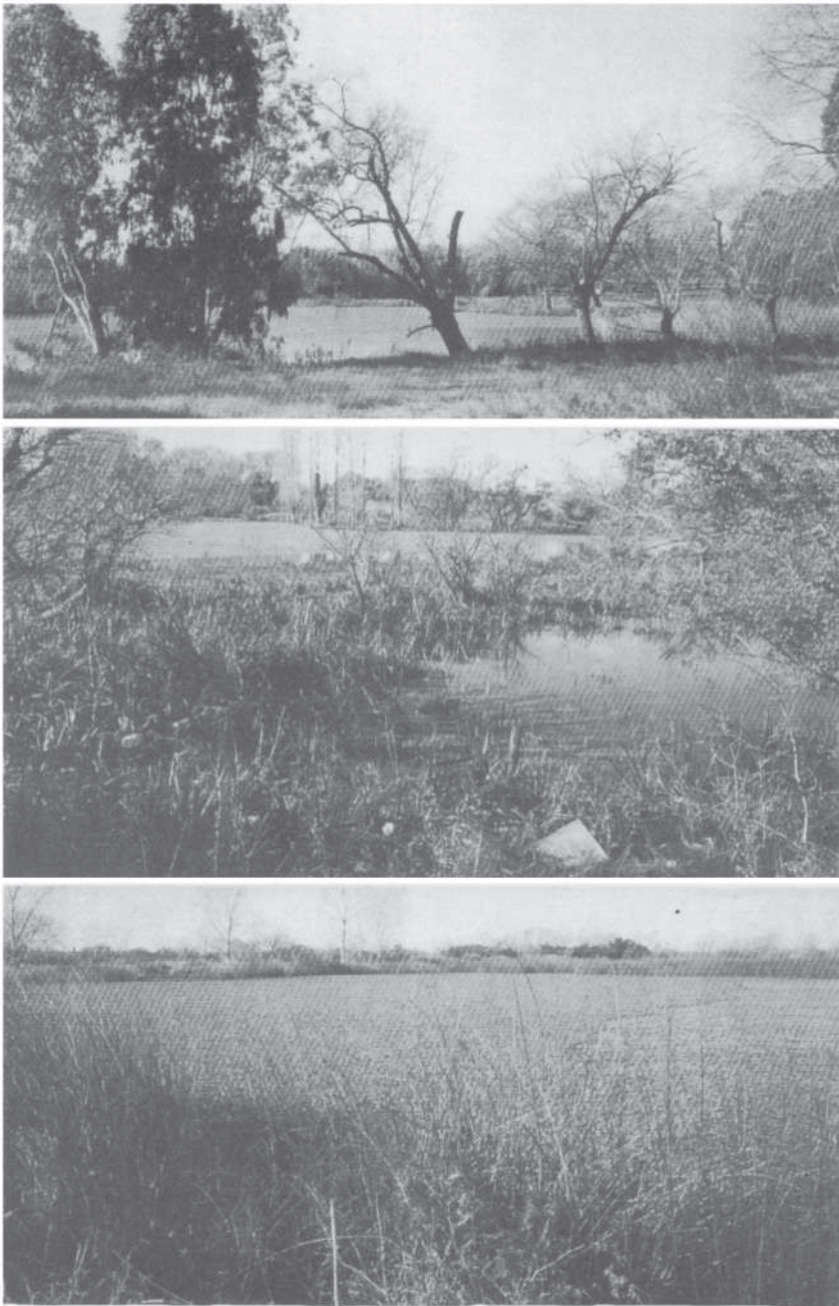


Figura 4. Humedales de la localidad de Los Talas en canteras del “Sistema de Berisso”.

Figure 4. Anthropic wetlands in Los Talas (“Sistema de Berisso”).

ende biodiversos - al exhibir una serie de atributos que comparativamente la erigen como una típica “K estratega” (sensu MacArthur y Wilson 1967) (Domizi et al. 1978, Schnack et al. 1981).

Desde el punto de vista de la diversidad específica de la meiofauna vinculada a la vegetación flotante, esta laguna exhibe valores en los índices que superan ampliamente la unidad, siendo muy similares los que se obtuvieran tanto utilizando el índice de Margalef (1951) (amplitud =1.68-1.81, promedio=1.75) como el de Shannon y Weaver (1963) (amplitud= 1.52-1.82, promedio=1.71) (Schnack et al. 1977). Si bien los valores referidos no son expresivos de una elevada diversidad específica, tampoco indican condiciones del deterioro ambiental por contaminación, situación esta

última definida por valores del índice, especialmente el de Shannon y Weaver, inferiores a la unidad.

Obras de Arte de Proyectos Viales

La reciente finalización de la construcción de autovías en el Dominio Pampásico originó un conjunto de humedales (“alcantarillas y cunetas”) (Humedal Tipo 9, Tabla 1), que en poco tiempo se han poblado de vegetación palustre (e.g. *Typha* sp.) y acuática (e.g. *Azolla filliculoides*, *Lemna* sp., *Hydrocotyle* sp.). Un interesante ejemplo lo constituye la Autovía Buenos Aires-Mar del Plata, especialmente en el tramo de alrededor de 380 km que separa las ciudades de La Plata y Mar del Plata, atravesando en sentido norte-sur, áreas de la Pampa Ondulada, Pampa Deprimida y la Pendiente Atlántica (Figura 5). En cinco años, estos humedales se hallan profusamente vegetados, siendo notable la presencia de una variedad de aves acuáticas, en particular las especies del orden Ciconiiformes, *Egretta thula*, *Casmerodius albus egretta* (Ardeidae), *Ciconia maguari* (Ciconiidae), *Plegadis chihi* (Threskiornithidae) y varias especies del orden Anseriformes.

Un área de características transicionales que incursiona parcialmente en este dominio, es el “Ecotono Faunístico Subtropical-Pampásico”, el que se inicia en la porción meridional el norte de la provincia de Buenos Aires donde ingresa como selva en galería empobrecida, marginal al bajo Paraná y al estuario del Río de la Plata, formando un ecotono fisiográfico con los pastizales del Dominio Pampásico. En esta zona se han analizado con detalle, la composición, riqueza y diversidad específica de insectos acuáticos de los órdenes Odonata (Ellenrieder et al. 2000), Heteroptera (Ellenrieder y Perez Goodwyn, en prensa) y Coleoptera (Ellenrieder y Fernández 2000), en diferentes limnótopos del ecotono. De los ambientes analizados por estos autores, se hará referencia puntual a un pequeño humedal antrópico delimitado por el terraplén que margina la ruta provincial Nro. 19 y un sendero elevado, en la localidad de Punta Lara, 10 km al este de la ciudad de La Plata.

El humedal está ubicado a unos 5 m de la ruta y a unos 500 m de la costa del río de la Plata (Figura 6). Su profundidad está influida por el ciclo de mareas del estuario que incursiona en el humedal. La cobertura de hidrófitas está generalmente constituida por *Hydromistria laevigata*, *Salvinia herzogii*, *Pistia stratiotes*, *Spirodela* sp., *Lemna* sp. y, ocasionalmente, *Azolla filliculoides*. Está rodeada por pajonales de *Scirpus giganteus*, y por un denso bosque de *Salix humboldtiana*, *Pouteria salicifolia*, *Ocotea acutifolia*, *Sebastiania brasiliensis* y la exótica *Ligustrum lucidum*. En dos años de muestreos (julio de 1996-junio de 1998) se registraron 24 especies de Odonata, 11 especies de Heteroptera y 30 especies de Coleoptera.

En general, tanto la riqueza como la diversidad específicas del humedal antrópico de la Selva Marginal no son remarcablemente elevadas; se observan, no obstante, características de estabilidad en entomofauna y flora acuática, expresada por su permanencia a lo largo del año, siendo destacable la influencia de especies de extracción netamente subtropical.

Dominio Subtropical

Canales de Irrigación y Arrozales

La provincia de Corrientes ocupa en la Argentina el primer lugar como productora de arroz (Rumí y Hamann 1990). Pese a haberse realizado extensivos relevamientos de moluscos planórbidos (hospedadores intermediarios de *Schistosoma mansoni*) en el Noreste argentino (Bonetto et al. 1982, Paraense 1975, Rumi 1986, Rumi y Tassara 1985) y de las larvas de *S. mansoni* (Ostrowski et al. 1990), son muy escasos los antecedentes referidos a estos componentes faunísticos en arrozales y sus canales de irrigación (Humedal Tipo 3, Tabla 1) de esta provincia.

Entre noviembre de 1987 y marzo de 1988, Rumi y Hamann (1990) realizaron un relevamiento en 16 arrozales, 15 de ellos vinculados a la cuenca del río Paraná, los que fueron agrupados en dos zonas, una de ellas correspondiente al tramo del Alto Paraná, entre Ituzaingó y Corrientes (Zona A), la restante ubicada en parte del Paraná Medio, entre Corrientes y Goya (Zona B). Ambas zonas convergen marginando la confluencia entre los ríos Paraná y Paraguay (Figura 7).

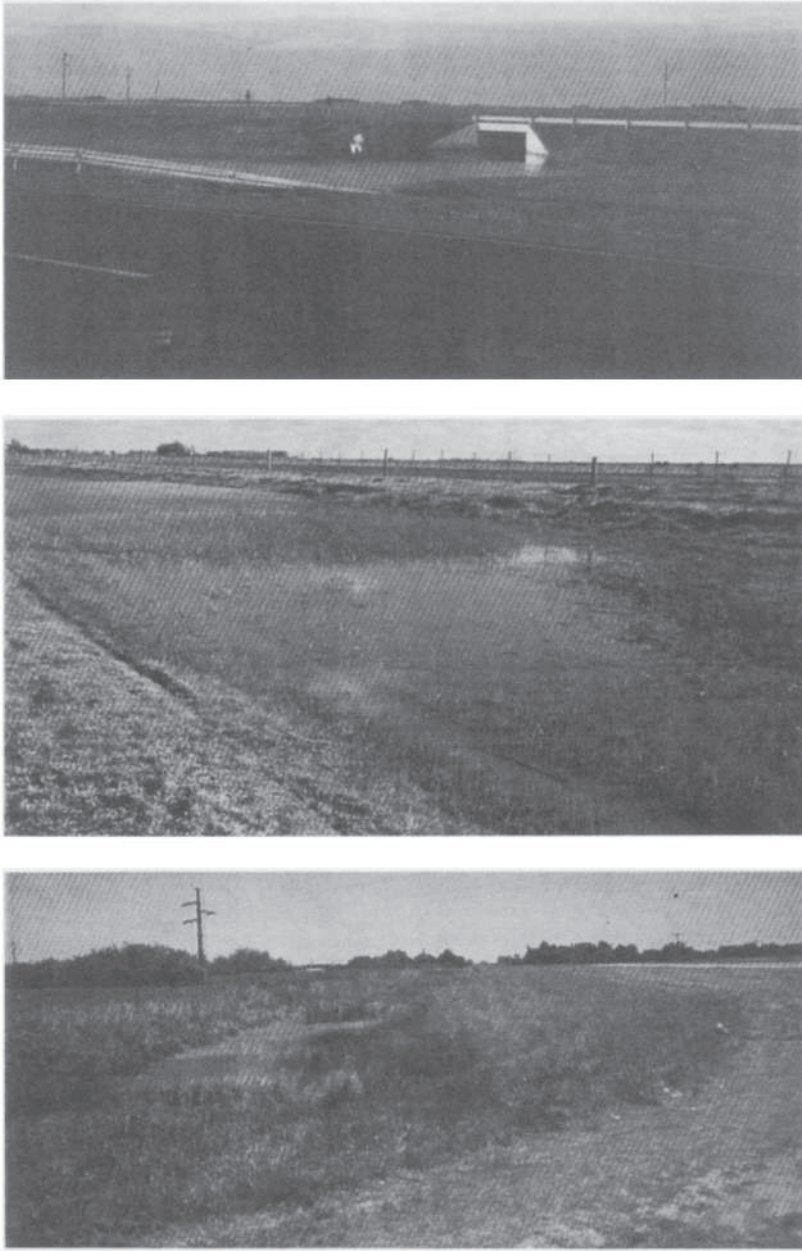


Figura 5. Humedales generados por obras de arte representando distintos estados tróficos representativos de la Pampa Deprimida.

Figure 5. Pampasic wetlands generated by road constructions representing different trophic stages.

Se encontraron ocho especies de Planorbidae pertenecientes a dos géneros: *Biomphalaria* y *Jrepanotrema*, cada uno incluyendo cuatro especies: *Biomphalaria tenagophila*, *B. straminea*, *B. peregrina*, *B. orbigny*, *Drepanotrema anatinum*, *D. lucidum*, *D. kermatoides* y *D. depressissimum*. La malacofauna acompañante estuvo representada por unas pocas especies: *Pomacea canaliculata* (Ampullariidae), *Gundlachia concentrica* (Ancylidae), *Stenophysa* cf. *marmorata* (Physidae) y *Lymnaea columella* (Lymnaeidae). Las especies de *Biomphalaria* fueron las más frecuentes y abundantes, estando presentes en 52.8% de las muestras, con un promedio de abundancia de 200.4



Figura 6. Humedales antropogénicos en la Selva Marginal de Punta Lara.

Figure 6. Anthropic wetlands within the Marginal Forest of Punta Lara.

individuos por hora de colecta (ind.h^{-1}). En tanto que las especies de *Drepanotrema* estuvieron presentes en 36% de las muestras, con un promedio de 38 ind.h^{-1} .

La mayoría de los canales de irrigación, con excepción de aquellos de reciente llenado, estaban colonizados por vegetación hidrofílica del área, especialmente *Ludwigia peploides*, *Sagittaria montevidensis* e *Hydrocotyle ranunculoides*. En contraposición, los arrozales irrigados por estos canales no presentaban vegetación y, como consecuencia, mucho menor abundancia de planórbidos.

Los resultados obtenidos en este trabajo mostraron la presencia de tres vectores potenciales de esquistosomiasis : *B. straminea*, *B. tenagophila* y *B. peregrina*. No obstante, *B. orbigny*, especie refractaria a *S. mansoni*, aparenta ser la especie más exitosa en los arrozales de la provincia de Corrientes, especialmente en la zona B (Figura 7).

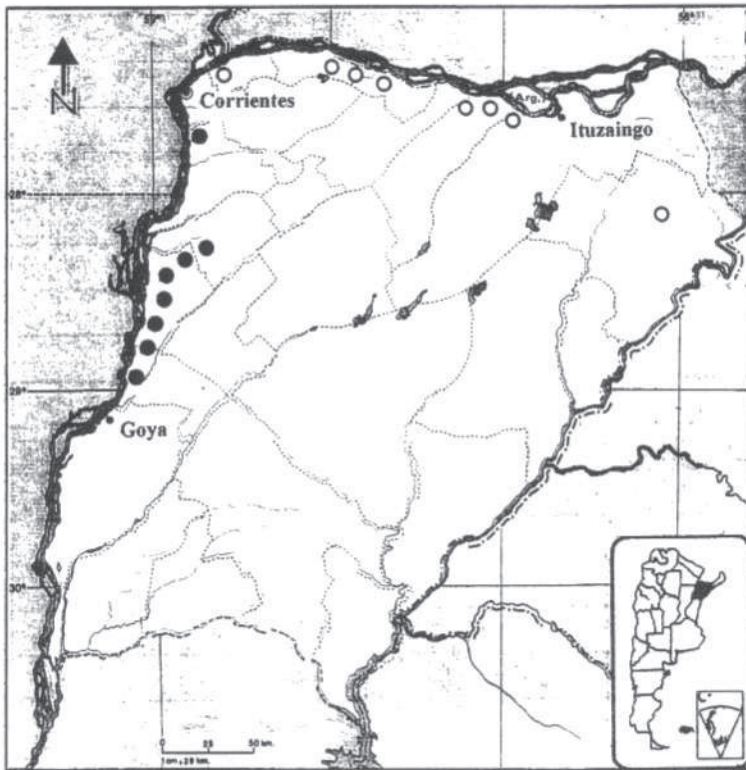


Figura 7. Ubicación de estaciones de muestreo de arrozales de la provincia de Corrientes en sectores del Alto Paraná y Paraná medio (adaptado de Rumi y Hamann 1990). Zona A: Alto Paraná, entre las ciudades de Ituzaingo y Corrientes (círculos abiertos). Zona B. Paraná Medio—entre las localidades de Corrientes y Goya (círculos rellenos).

Figure 7. Rice fields and its sampling sites location in the province of Corrientes in the High and Middle Paraná (adapted from Rumi y Hamann 1990). A Zone: High Paraná, between Ituzaingo and Corrientes (open circles). B Zone: Middle Paraná, between Corrientes and Goya (closed circles).

Acumulaciones de Agua por Drenaje Impedido Debido a Obras de Defensa contra Inundaciones

La ejecución de obras de protección contra inundaciones recurrentes, en las cuencas de los ríos Paraná, Paraguay y Uruguay en provincias del noreste argentino ha contribuido significativamente a la generación de humedales. Este tipo de humedal, relativamente frecuente en áreas urbanas de planicies inundables, no ha sido incluido en la Tabla 1, por tratarse, probablemente, de un nuevo tipo de húmedal artificial, siendo actualmente objeto de estudio, para definir con grado satisfactorio de detalle sus rasgos y proponer, de ser pertinente, su incorporación al listado de Frazier (1998). Especialmente ilustrativa es la formación de humedales semi-permanentes que se desarrollan al pie de los taludes secos de terraplenes, los que al interrumpir el drenaje hacia los cursos fluviales favorecen la acumulación de grandes volúmenes de agua, especialmente en épocas de lluvias. Estos humedales son comunes en áreas recintadas de varias localidades del noreste argentino (Resistencia, Formosa, Clorinda, Goya, Gualeguay, entre otras). Así como pueden contribuir a compensar la pérdida de otros y, como consecuencia, a conservar la biodiversidad que alberga y el recurso agua, el establecimiento de hidrófitas observado en muchos de ellos (Schnack, obs. pers.) (Figura 8), puede constituir un substrato apto para su colonización por una rica fauna de macroinvertebrados, algunos de ellos vectores de importancia sanitaria, como así también ser un potencial foco de contaminación del recurso hídrico (superficial y subterráneo) por recepcionar parte de ellos, efluentes domiciliarios e industriales.



Figura 8. Humedal generado al pie de talud de defensa en la localidad de Gualeguay, provincia de Entre Ríos.

Figure 8. Wetland generated at the base of a defense slope at Gualeguay, Entre Rios.

Discusión

Varios de los aspectos analizados precedentemente deberían estimular un ejercicio intelectual entre los científicos dedicados a temas ambientales, sean éstos geólogos, biólogos o ecólogos en sentido general, o limnólogos en un sentido más restringido, para sentar las bases de una discusión y obtener conclusiones respecto de la necesidad de mantener, en la medida de lo posible, la supervivencia de determinados tipos de humedales artificiales.

Probablemente sea un despropósito promover la generación de humedales como un objetivo en sí mismo, siendo deseable que la biodiversidad almacenada en los humedales sea un atributo natural y no consecuencia de cambios inducidos por el hombre. Sin embargo, al enfrentarnos a la pérdida de superficie ocupada por humedales, como ocurriera principalmente en el siglo XX, es esperable que la protección y conservación de determinados tipos de humedales antrópicos sea una de las formas de compensar las pérdidas aludidas, más aun si la generación de estos ecosistemas puede suplir, en parte, las funciones, valores y atributos que caracterizan a los humedales naturales.

El rol de los humedales creados como oferta de hábitats susceptibles de ser colonizados por vectores de enfermedades es un tema que amerita consideración. Desde el punto de vista de la integridad ecológica, la estrategia adecuada consiste en conservar la diversidad resultante de un proceso evolutivo natural. No sería, entonces, plausible promover la eliminación de poblaciones de especies consideradas perjudiciales, si éstas contribuyen a mantener la integridad ecológica en ambientes alejados de toda influencia humana. Sería razonable, en contraposición, el control de especies vectores, cuya presencia se verifique en ecosistemas en los cuales el “desorden ecológico” provocado por la urbanización tenga influencia sobre asentamientos humanos.

Un aspecto que no ha sido aún considerado concierne a la importancia científica *sensu stricto* de los limnótopos antrópicos, siendo destacable, en tal sentido, la inauguración de líneas de investigación y diferentes enfoques disciplinarios, que podrían ejemplificarse en un mismo humedal del Dominio Pampásico. Tal es el caso de la “laguna Los Talas”, del Sistema de Berisso ya descrito anteriormente. En esta laguna se realizaron las primeras investigaciones de entomología acuática en la Argentina referidas a ecología de poblaciones (Domizi et al. 1978, Schnack et al. 1981, Fernández 1990) y genética de poblaciones (Schnack et al. 1994). Investigaciones muy recientes han volcado un interés remarcable en la estructura y dinámica de taxocenosis de vertebrados e invertebrados de humedales antrópicos, particularmente referidas a interacciones entre aves (predadores) e invertebrados béntónicos (presas) (e.g. Ashley et al., en prensa). Todos estos aspectos, referidos tanto a poblaciones, como a comunidades son pertinentes a la problemática de la biodiversidad de ecosistemas acuáticos.

Una recomendación que debería formularse es la promoción de investigaciones básicas para actualizar el inventario de humedales artificiales. Es indudable, al menos en lo que respecta a la Argentina, que su conocimiento es fragmentario, siendo asimismo probable que en muchos de los países que integran la región neotropical se adolezca de la misma falta de conocimientos. Estas investigaciones no deberían restringirse a la nómica de humedales, sino a una descripción de sus funciones, valores y atributos, para así tener una idea más ajustada de su aporte a la conservación de la diversidad, en sus aspectos locales y regionales.

La experiencia obtenida a través de estudios realizados en limnótopos artificiales de la Argentina, permitiría adicionar nuevos tipos de humedales a los consignados en la Tabla 1; tal es el caso de numerosas áreas urbanas recintadas del noreste argentino (e.g. Formosa, Resistencia, Goya, Gualeguay). También puede mencionarse el caso de humedales naturales que son ocupados por pobladores marginales en épocas de estiaje, cuando el escaso caudal lo permite. Para evitar estos asentamientos se han realizado acciones de manejo que regulan el caudal de salida de las estaciones de bombeo, permitiendo la permanencia de agua en sectores más amplios, generándose antrópicamente humedales más amplios, de carácter permanente. Un ejemplo de este tipo de humedal lo constituye el área ubicada al noreste del sector metropolitano del Gran Resistencia, en el curso inferior del río Negro, afluente del Paraná.

Corresponde destacar la importancia que revisten las investigaciones referidas a humedales construidos o restaurados, especialmente cuando de ellas surgen recomendaciones de diseño que permiten que éstos adopten características hidrológicas, geomorfológicas y bióticas similares a las de los humedales naturales. Estudios de esta índole requieren observaciones en períodos prolongados y análisis comparativos. La reciente investigación realizada por Williams y Zedler (1999) es un ejemplo compatible con esta idea. Estos autores realizaron muestreos anuales en un período de 8 años (1989-1996), en canales artificiales y cursos naturales en la Bahía de San Diego, California, USA, estimando tasas de colonización, densidad poblacional y riqueza específica de asociaciones de peces, no habiendo detectado diferencias significativas entre ambos tipos de ambientes, con excepción de la mayor densidad alcanzada por la especie costera *Fundulus parvipinnis* (Cyprinodontidae) en los canales construidos.

Agradecimientos. A la Comisión Organizadora del I Taller Internacional de Contaminación y Medio Ambiente (CONyMA99) (La Habana, Cuba, 26 al 30 de octubre de 1999), por haber invitado a los autores de este trabajo a su exposición en calidad de Conferencia Magistral Inaugural. A María Adela Casco y Néstor Gabellone por haber aportado a los autores material bibliográfico específico.

Bibliografía

- Almirón, A.E. 1989. Estudios ictiológicos en ambientes leníticos de los alrededores de la Plata. Tesis doctoral N°552. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 247 pp.
- Andersen, R.J., N. Santos y H.F. Díaz. 1993. An Analysis of Flooding in the Paraná-Paraguay River Basin. LATER Dissemination, Note N°5. The World Bank, Latin American Technical Department, Environmental Div. September 1993. 19 pp.
- Ashley, M.C., J.A. Robinson, L.W. Oriñg y G.A. Vinyard. (en prensa). Dipteran standing stock biomass and effects on aquatic bird predation at a construeted wetland. *Wetlands* 20.
- Atekwana, E.A., P.L. Agendia, E.S. Atekwana y T.H. Fonkou. 1995. Wetland vegetation colonization and expansion in small impoundments in Yaounde, Cameroon, West Africa. *Wetlands* 15:354-364.
- Bergman, R. 1994. Informe sobre Daños. Recopilación de antecedentes de los daños de crecidas de 1983 y 1992. Evaluación Económica. Secretaría de Asistencia para la Reforma Económica Provincial. Ministerio del Interior. Subunidad Central de Coordinación para las Emergencias, Buenos Aires, Argentina. 107 pp.
- Bonetto, A.A., J.A. Bechara y M.P. Tassara. 1982. Los moluscos de la familia Planorbidae en el área del río Paraná Medio. *Physis*, Sec. B 41:1-6.
- Cabrera, A.L. y A. Willink. 1973. Biogeografía de América Latina. Serie Biológica 13. OEA, Washington, D.C., EE.UU. 117 pp.
- Campbell, C. y M. Oggen. 1999. *Constructed Wetlands in the Sustainable Landscape*. John Wiley y Sons, Londres, Reino Unido. 288 pp.
- Colado, U.R., A. Figini, F. Fidalgo y E. Fucks. 1995. Los Depósitos Marinos del Cenozoico Superior Aflorantes en la Zona Compreendida entre Punta Indio y el Río Samborombón, Provincia de Buenos Aires. *Actas IV Jornadas Geológicas y Geofísicas Bonaerenses* 1:151-158.
- Davis, T.J., D. Blasco y-M. Carbonell. 1996. *Manual de la Convención Ramsar. Una Guía a la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional*. Oficina de la Convención de Ramsar, Dirección General de Conservación de la Naturaleza, Ministerio de Medio Ambiente, España. 211 pp.
- De Francesco, F.O., U.R. Colado, E.J. Schnack, J.A. Schnack y L.C. Garcia Lozano. (en prensa). Obras de Protección contra las Inundaciones en las Planicies Aluviales de los Ríos Paraguay y Paraná (sector Argentino). *Sus Implicancias Ambientales*. *Revista de Geología Aplicada a la Ingeniería y al Ambiente* 14.
- De Francesco, F.O., O. Gentile, G.A. Nuccetelli, E. Fucks y U.R. Colado. 1999. Mapa Geológico de las Hojas Buenos Aires y Chascomús. Escala 1:250.000. *Actas del XIV Congreso Geológico Argentino*, Salta. Acta 1:287-290.
- Depetris, P.J., S. Kempe, M. Latif y W.G. Mook. 1996. ENSO-controlled-flooding in the Paraná River (1904-1991). *Naturwissenschaften* 83:127-129.
- Domizi, E.A., A.L. Estévez, J.A. Schnack y G.R. Spinelli. 1978. Ecología y estrategia de una población de *Belostorna oxyuruz* (Dufour) (Hemiptera, Belostomatidae). *Ecosur* 5:157-168.
- Drago, E.C. 1990. Geomorphology of large alluvial rivers: lower Paraguay and middle Paraná. *Interciencia* 15:373-387.
- Ellenrieder, N. von. 2000. Species composition and temporal variation of Odonata assemblages in the subtropical-pampasic ecotone (Buenos Aires, Argentina). *Odonatologica* 29:17-30.
- Ellenrieder N. von y L.A. Fernández. 2000. Aquatic Coleoptera in the subtropical-pampasic ecotone (Argentina, Buenos Aires): species composition and temporal changes. *The Coleopterists Bulletin* 54:23-35.
- Ellenrieder, N. von y P.J. Pérez Goodwyn. (en prensa). Species composition and temporal variation of aquatic Heteroptera in the subtropical-pampasic ecotone (Buenos Aires, Argentina). *Revista Brasileira de Entomologia*.
- Erwin, K.L. 1996. *A Bibliography of Wetland Creation and Restoration Literature*. Wetlands International, Wageningen, The Netherlands and The Association of State Wetland Managers, Inc., Berne, N.J. EE.UU. 54 pp.
- Fernández, L.A. 1990. Aspectos sobre la ecología poblacional de *Helochaeres talarum* Fernández (Coleoptera: Hydrophilidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 48:161-165.
- Fidalgo, F., U.R. Colado y F.O. De Francesco. 1973. Sobre Ingresiones Marinas Cuaternarias en los Partidos de Castelli, Chascomús y Magdalena. V Congreso Geológico Argentino. Pp. 227-240.
- Fidalgo, F., F.O. De Francesco y R. Pascual. 1975. Geología Superficial de la Llanura Bonaerense. *Relatorio de la Geología de la Provincia de Buenos Aires*. VI Congreso Geológico Argentino. Pp. 103-139.

- Fidalgo, F. y O. Martínez. 1983. Algunas características geomorfológicas dentro del Partido de La Plata (Provincia de Buenos Aires). *Revista de la Asociación Geológica Argentina* 38:263-279.
- Frazier, S. 1998. Visión General de los Sitios Ramsar. Una Sinopsis de los Sitios Ramsar. Wetlands International, Convención Sobre los Humedales, Wageningen, Holanda. 42 pp.
- Gabellone, N.A., A. Almirón y L. Solari. 1994. Desarrollo de estanques como ecosistema alternativo a partir de canteras de conchillas. *Tankay* 1:308-310.
- Hensel, B.R. y M.V. Miller. 1991. Effects of wetlands creation on groundwater flow. *Journal of Hydrology* 126:293-314.
- MacArthur, R. y E.O. Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press, Nueva Jersey, EE.UU. 203 pp.
- Margalef, R. 1951. Diversidad de especies en las comunidades naturales. *Publicaciones del Instituto de Biología Aplicada* 9:5-27.
- Menni, R. y A. Almirón. 1994. Reproductive seasonality in fishes of manmade ponds in temperate South America. *Neotrópica* 40:75-85.
- Mitsch, W.J. 1993. *Wetlands*. John Wiley y Sons, Londres. 736 pp.
- Ostrowski, M., M.I. Hamann y A. Rumi. 1990. Larval trematoda of *Biomphalaria* spp. in northeast area from Corrientes province, Argentina. *Acta Parasitologica Polonica* 36:159-166.
- Paraense, W.L. 1975. *Biomphalaria orbigny* sp. n. from Argentina (Gastropods: Basommatophora: Planorbidae). *Revista Brasileira de Biologia* 35:211-222.
- Ramsar Convention Bureau. 2000. The Annotated Ramsar List. The List of Wetlands of International Importance designated by the Contracting Parties to the Convention of Wetlands (Ramsar, Iran, 1971). Annotated Version, update February 9, 2000. Convention of Wetlands, Gland, Suiza. 276 pp.
- Ringuelet, R.A. 1955. Panorama zoogeográfico de la provincia de Buenos Aires. *Not. Mus. La Plata* 18:1-15.
- Ringuelet, R.A. 1961. Rasgos fundamentales de la zoogeografía de la Argentina. *Physis* 22:151-170.
- Ringuelet, R.A. 1981. El ecotono faunístico subtropical-pampásico y sus cambios históricos. *Symposia. VI Jornadas Argentinas de Zoología, La Plata, Argentina, 1981*. Pp. 75-80.
- Ronderos, R.A., L.A. Bulla, J.A. Schnack y J.C. Ves Losada. 1967. Composición y variación estacional del pleuston y bafon en las lagunas de Chascomús y Yalca. *Anales de la Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires* 7:311-390.
- Rumi, A. 1986. Estudio morfológico, taxionómico y bio-ecológico de los planorbidos argentinos. Tesis Doctoral Nro. 461, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 208 pp.
- Rumi, A. y M.I. Hamann, 1990. Potential schistosome-vector snails and associated trematodes in ricefields of Corrientes Province, Argentina. Preliminary results. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz, Río de Janeiro* 85:321-328.
- Rumi, A. y M.P. Tassara. 1985. *Biomphalaria occidentales* Paraense, 1981 (Gastropods: Planorbidae) en el noreste argentino-cuenca del río Paraná Medio. *Museo Argentino de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia, Hidrobiología* 2:154-158.
- Russo, A., R. Ferello y G. Chebli. 1979. Llanura Chaco Pampeana. Segundo Simposio de Geología Regional Argentina. *Academia Nacional de Ciencias de Córdoba* 139:183.
- Schnack, E.J., F.O. De Francesco, U.R. Colado, J.A. Schnack y L.C. García Lozano. (en prensa). El Niño y las Inundaciones en el Río Paraná, Argentina. Pp. In: Tarazona, J. (ed.). *Taller Internacional sobre El Niño en América Latina, sus Impactos Biológicos y Sociales. Bases para un Monitoreo Regional*. Lima, Perú, 9 al 13 de noviembre de 1998.
- Schnack, J.A. 1972. El complejo pleuston de las lagunas bonaerenses. Ensayo de una problemática general de la mesofauna Arthropoda. *Revista del Museo de La Plata. Zoología* 11:233-263.
- Schnack, J.A., F.O. De Francesco, E.J. Schnack, L.C. García Lozano y U.R. Colado. 1995. *Proyectos Específicos de Protección contra las Inundaciones*. Subunidad Central de Coordinación para las Emergencias-Banco Mundial, Buenos Aires, Argentina. 105 pp.
- Schnack, J.A., E.A. Domizi, A.L. Estévez y G.R. Spinelli. 1977. Diversidad específica en comunidades naturales. Análisis comparativo de métodos y su aplicación con referencia a la mesofauna de limnótopos bonaerenses. *Limnobiología* 1:141-152.
- Schnack, J.A., E.A. Domizi, G.R. Spinelli y A.L. Estévez. 1981. Influencia de la densidad sobre la fecundidad y competencia interespecífica con referencia especial a una población de Belostomatidae (Insecta, Hemiptera). *Limnobiología* 2:239-246.
- Schnack, J.A., R.L. Smith y E.A. Domizi. 1994. Mode of inheritance of the phenotype "stripe" and survey of its frequency in a natural population of *Belostoma oxyurum* (Dufour) (Heteroptera: Belostomatidae). *Neotrópica* 40:3-8.

- Scott, D.A. y M. Carbonell (eds.). 1986. Inventario de Humedales de la Región Neotropical. International Waterfowl Resource Bureau, Slimbridge, Reino Unido y Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, Cambridge, Reino Unido. 684 pp.
- Shannon, C.E. y W. Weaver. 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana, EE.UU. 177 pp.
- Solari, L. 1984. Ecología de Cyanophyta en algunos ambientes lénticos rioplatenses. Tesis Doctoral Nro. 420, Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata; La Plata, Argentina. 232 pp.
- Trewartha, G.T. 1943. An Introduction to Weather and Climate. 2nd Edition. McGraw-Hill Book Company, Nueva York, EE.UU. 545 pp.
- Williams, G.D. y I.B. Zedler. 1999. Fish assemblage composition in constructed and natural tidal marshes of San Diego Bay: relative influence of channel morphology and restoration history. *Estuaries* 22:702-716.

Recibido: Noviembre 12, 1999

Aceptado: Agosto 24, 2000