

RIQUEZA DE ESPECIES Y SIMILARIDAD DE LOS INVERTEBRADOS QUE VIVEN EN PLANTAS FLOTANTES DE LA PLANICIE DE INUNDACIÓN DEL RÍO PARANÁ (ARGENTINA)

Alicia Poi de Neiff y Juan José Neiff

RESUMEN

Un estudio intensivo fue realizado en 5 sitios de la planicie de inundación del río Paraná con similares condiciones físicas y químicas del agua, dominados por diferentes especies de macrófitas. Para probar la hipótesis que la riqueza de especies de invertebrados está influenciada por la composición específica de las macrófitas, se comparó la similaridad de grupos taxonómicos entre 7 especies de plantas flotantes libres y arraigadas con diferente bioarquitectura. El número de especies dentro de cada grupo trófico fue usado para elucidar la importancia de las macrófitas como sustrato. La vegetación y los invertebrados fueron colectados con una red de 962cm² y 500µm de apertura de malla.

SUMMARY

An intensive survey was carried out in 5 sites of the Paraná River floodplain with similar physical and chemical water condition, dominated by different macrophytes. To test the hypothesis that the invertebrate species richness is affected by the specific composition of the dominant macrophytes, the similarity of taxonomic groups among 7 species of free and rooted floating plants with different bioarchitecture was compared. The number of species within each trophic groups was used to elucidate the importance of the macrophytes as substrate. Invertebrates were collected by enclosing 962cm² of macrophyte stands with a 500µm mesh

net. At the study area, 8 major groups of invertebrates were found encompassing 53 families and 152 species. The rank of species richness was Eichhornia azurea >Eichhornia crassipes >Paspalum repens >Pistia stratiotes >Salvinia biloba >Azolla caroliniana >Lemna sp. The complete linkage showed a moderate and high level of distinctness between the invertebrates related to aquatic floating macrophytes in the study area. The relationship between the number of species of invertebrates and the plant biomass was tested. The results indicated that in the vegetated area there were a high number of species of collectors or predators.

net. At the study area, 8 major groups of invertebrates were found encompassing 53 families and 152 species. The rank of species richness was Eichhornia azurea >Eichhornia crassipes >Paspalum repens >Pistia stratiotes >Salvinia biloba >Azolla caroliniana >Lemna sp. The complete linkage showed a moderate and high level of distinctness between the invertebrates related to aquatic floating macrophytes in the study area. The relationship between the number of species of invertebrates and the plant biomass was tested. The results indicated that in the vegetated area there were a high number of species of collectors or predators.

Introducción

Los invertebrados que viven en las plantas acuáticas flotantes libres o arraigadas integran colectivamente denominadas pleuston (Ringuelet, 1962; Margalef, 1983), pleustal (Por y Rocha, 1998) o perizoo (Junk y Robertson, 1997). En las aguas continentales tropicales y subtropicales las macrófitas constituyen la fuente más importante de producción primaria y su papel en las mallas tróficas es equivalente al del fitoplancton en los lagos templados (Heckman, 1998).

En los humedales de la planicie de inundación del río Paraná, aguas abajo de su confluencia con el río Paraguay, la frecuencia y diversidad de plantas flotantes es alta (Neiff, 1986). Los hábitat acuáticos con alta complejidad estructural constituyen sitios donde los peces se alimentan y áreas de refugio de los depredadores (Agostinho *et al.*, 2003).

El tamaño de las plantas que integran el pleuston varía en un amplio intervalo, desde pequeñas con hojas de 3,5mm (lentejas de agua) hasta aque-

llas con hojas que pueden superar 1,15m de longitud (camalote o jacinto de agua). A su vez, las raíces péndulas pueden medir desde pocos centímetros hasta 80cm y llegan a representar, en biomasa, hasta 364g·m⁻² (Poi de Neiff y Carignan, 1997).

Aun cuando la arquitectura de las macrófitas es muy variable, Dioni (1967) registró alta afinidad (mayor de 80%) entre los microinvertebrados de plantas flotantes libres (*Pistia*, *Azolla*, *Salvinia* y *E. crassipes*). Poi de Neiff y Neiff (1984) encontraron que la similaridad de los invertebrados

(mayores de 125µm) estuvo comprendida entre 0,51 y 0,84 en carpetas pluriespecíficas de *Lemna* sp., *Azolla caroliniana*, *Hydromistria laevigata* y *Pistia stratiotes* que crecen en ambientes temporarios.

Los estudios referidos a los invertebrados que viven en las plantas acuáticas de la planicie de grandes ríos como el Paraná y el Orinoco han sido enfocados en la influencia de las condiciones abióticas sobre la abundancia de las poblaciones animales (Poi de Neiff y Bruquetas, 1983, 1989; Poi de Neiff y Carignan, 1997; Blanco-Belmonte

PALABRAS CLAVE / Biodiversidad / Macroinvertebrados / Plantas Flotantes / Río Paraná /

Recibido: 01/06/2005. Modificado: 23/01/2006. ACEPTADO: 25/01/2006.

Alicia S.G. Poi de Neiff. Bióloga y Doctora en Ciencias Biológicas. Profesora, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). Investiga-

dor, CONICET, Argentina. Dirección: Casilla de Correo 291 (3400) Corrientes, Argentina. e-mail: apoi@cecoal.com.ar

Juan José Neiff. Master en Ecología Acuática Continental y Doctor en Biología. Director, del Centro de Ecología Aplica-

da e investigador, CONICET, Argentina. e-mail: neiff@arnet.com.ar, www.neiff.com.ar

RESUMO

Um estudo intensivo foi realizado em 5 sítios da planície de inundação do rio Paraná com similares condições físicas e químicas da água, dominados por diferentes espécies de macrófitas. Para provar a hipótese de que a riqueza de espécies de invertebrados está influenciada pela composição específica das macrófitas, se comparou a similaridade de grupos taxonômicos entre 7 espécies de plantas flotantes livres e arraigadas com diferente bio arquitetura. O número de espécies dentro de cada grupo trófico foi usado para elucidar a importância das macrófitas como substrato. A vegetação e os invertebrados foram recolhidos com uma rede de 962cm² e 500µm de abertura de malha. Na área estudada

se registraram 8 grupos maiores de invertebrados que compreenderam 53 famílias e 152 espécies. O nível de riqueza de espécies foi Eichhornia azurea >Eichhornia crassipes >Paspalum repens >Pistia stratiotes >Salvinia biloba >Azolla caroliniana >Lemna sp. O acorreamento completo mostrou um moderado a alto nível de distinção entre os invertebrados relacionados a plantas aquáticas flotantes na área estudada. Analisou-se a relação entre o número de espécies de invertebrados e a biomassa das plantas. Os resultados indicam que nas áreas vegetadas da planície de inundação do rio Paraná houve um alto número de espécies de coletores ou de depredadores.

et al., 1998; Poi de Neiff, 2003; Takeda et al., 2003). Son escasos los trabajos donde se comparan los invertebrados fitófilos en diferentes especies de plantas acuáticas, con un número alto de muestras estudiadas (Cyr y Downing, 1988). Esto se debe al tiempo que consume la separación de los invertebrados y a las dificultades que plantea la identificación de taxa presentes en estadio de larva.

Para probar la hipótesis que la riqueza de especies de invertebrados está influenciada por la composición específica de las macrófitas, se midió la afinidad entre 7 especies de plantas acuáticas flotantes (libres y arraigadas) con diferente arquitectura que crecían en similares condiciones limnológicas y en carpetas monoespecíficas. La categorización en grupos tróficos fue utilizada para elucidar la importancia de las macrófitas como sustrato para los invertebrados.

Métodos

Para este estudio se escogieron 5 lagunas ubicadas en la planicie de inundación del río Paraná, aguas abajo de su confluencia con el río Paraguay (Tabla I), que presentaban simultáneamente carpetas dominadas por una o dos especies de plantas acuáticas con cobertura mayor al 30%. La riqueza de especies de invertebrados relacionados a la vegetación acuática flotante (libre o arraigada) se realizó consi-

derando 105 muestras tomadas entre diciembre 1995 y febrero 1996. Las macrófitas escogidas fueron Eichhornia crassipes (Mart.) Solms, conocida como jacinto de agua, camalote o aguapé (Sitio 1: 27°29'00"S, 58°53'28"O); Pistia stratiotes L., conocida como repollito de agua, llantén de agua o lechuga de agua (Sitio 2: 27°27'40"S-58°51'50"O); Eichhornia azurea (Sw.) Kunth o camalote (Sitio 3: 27°29'44"S, 58°51'50"O); Salvinia biloba Raddi, helecho de agua, oreja de gato o acordeón de agua y Paspalum repens Berg canutillo (Sitio 4: 27°27'45"S, 58°51'50"O);

Azolla caroliniana Willd o helechito de agua y Lemna sp. o lenteja de agua (Sitio 5: 27°28'00"S, 58°50'10"O). En el área cubierta por cada especie vegetal se midieron las condiciones físicas y químicas del agua (temperatura, pH, conductividad eléctrica y concentración de O₂ disuelto) con medidores portátiles. En cada sustrato se tomó el mismo número de muestras (15) utilizando la misma técnica.

Los organismos asociados a las partes sumergidas fueron colectados con una red de 35cm de diámetro y 500µm de apertura de malla que delimita un área de 962cm² (Poi de Neiff y Ca-

rignan, 1997). La red, con un mango de 1,5m de largo, operada desde un bote, se introdujo verticalmente debajo de las raíces hasta aproximadamente 70cm de profundidad, levantándola en posición horizontal para favorecer la captura de los organismos que viven en las raíces.

Las muestras fueron fijadas con formaldehído 4%. En el laboratorio, las plantas fueron agitadas repetidas veces en un recipiente con agua y su contenido fue filtrado por tamices de diferente tamaño de malla (1mm y 500µm) para facilitar la separación y clasificación de los invertebrados.

TABLA I
VARIACIONES DE LAS CONDICIONES FÍSICAS Y QUÍMICAS DEL AGUA EN EL ÁREA VEGETADA Y PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA VEGETACIÓN

Vegetación	Sitio 1 <i>E. crassipes</i>	Sitio 2 <i>P. stratiotes</i>	Sitio 3 <i>E. azurea</i>	Sitio 4 <i>P. repens</i> <i>S. biloba</i>	Sitio 5 <i>A. caroliniana</i> <i>Lemna sp.</i>	Varianza entre sitios
Cobertura de la vegetación (%)	40-70	30-40	30-40	30-40	50-80	-
Temperatura del agua (°C)	24-28	24-27,9	23,7-27,9	23-28,6	22,9-31,5	F ₄₋₁₄ =0,18 ns
O ₂ disuelto (mg·l ⁻¹)	0,5-2,4	2,7-5,3	3,9-5,8	1,5-3,9	0,3-2,7	F ₄₋₁₄ =4,55 ns P>0,01
Conductividad (µS·cm ⁻¹)	131-230	135-210	120-162	90-197	130-358	F ₄₋₁₄ =1,75 ns
pH	6,0-7,0	6,4-7,4	6,4-7,1	6,8-7,2	6,7-7,3	F ₄₋₁₄ =0,83 ns
Peso seco de las plantas (g·m ⁻²)	474,6-1274	237-427	450-1100	900 - 1200 50,3-149,5	20-50 15-20	F ₆₋₁₀₄ =175,37 Significativo p<0,01
Largo de las raíces (cm)	30-80	9-61	12-20	2-10 2-5	0,5-1,0 0,1	

Las plantas de cada especie fueron secadas en estufa a 105°C para obtener la biomasa en peso seco (g·m⁻²). Previamente, se midió la longitud de sus raíces. La biomasa obtenida fue clasificada como baja (0-49g·m⁻²), media (50-450g·m⁻²) y alta (451-1200g·m⁻²).

Los organismos que viven en la parte aérea de las plantas fueron colectados con una red de 55cm de diámetro (Poi de Neiff *et al.*, 1977) con la que se recorrió la misma distancia (10m) en cada sitio y sustrato.

Debido a que se utilizaron distintas técnicas para el muestreo de la parte aérea y sumergida de las plantas no se realizaron estimaciones de la abundancia de las poblaciones.

La identificación taxonómica se realizó siguiendo a Bachmann (1981), Brinkhurst y Marchese (1989), Oliva (1989), Angrisano (1992), Domínguez *et al.* (1992), y Trivinho-Strixino y Strixino (1995). Parte del material fue identificado con la ayuda de especialistas: Chironomidae (A. Paggi), Tabanidae (S. Coscarón), Hemiptera y Coleoptera (A. Bachmann y A. Oliva), Ephemeroptera (W. Peters), Curculionidae (Ch. O'Brien), Trichoptera (E. Angrisano) y Ostracoda (N. Würdig).

La asociación entre los invertebrados que viven en 7 sustratos vegetales fue analizada entre pares sobre datos binarios con el índice de Jaccard (Legendre y Legendre, 1998):

$$\frac{c}{a+b+c}$$

donde c: especies comunes, a: especies exclusivas de la planta a, y b: especies exclusivas de la planta b.

La regresión lineal simple entre el número de especies de invertebrados y el logaritmo natural de la biomasa de las plantas fue calculada con el programa InfoStat Versión 2002 1.1 (Di Rienzo *et al.*, 2002) y la corre-

lación entre estas variables fue medida con el coeficiente de Pearson.

La categorización funcional de las especies de invertebrados se realizó de acuerdo a Merritt y Cummins (1996). Esta información morfológica basada en el aparato bucal fue complementada con la observación del material en el laboratorio. Algunos taxa fueron asignados a más de un grupo funcional, otros se comportan de manera diferente en distintos estadios de desarrollo y a veces en distintos períodos hidrológicos. Por ejemplo, la especie *Macrobrychium borelli* fue clasificada como omnívora por ingerir algas, macrófitas y microcrustáceos, sin embargo se alimenta preferentemente de oligoquetos y larvas de quironómidos (Collins y Paggi, 1998). Para este trabajo se consideró la categoría más frecuente, que figura en la Tabla II en primer lugar.

Resultados

Las lagunas de espiras, ubicadas entre 500 y 100m de distancia del río Paraná, son poco profundas (entre 0,6 y 1,8m) y se conectan dos o tres veces al año cuando el agua de las crecidas del río penetra en la planicie. Debido a que los muestreos se realizaron durante un período de aguas bajas, las lagunas presentaban elevada cobertura por plantas flotantes libres y arraigadas de hojas flotantes (Tabla I). La temperatura del agua en el área vegetada fluctuó entre 22,9°C y 31,5°C, la conductividad eléctrica alcanzó 358µS·cm⁻¹ en el sitio 5, el pH fue ácido o neutro y la concentración del O₂ disuelto fue muy variable (Tabla I). El análisis de la varianza (ANOVA) entre sitios figura en la última columna de la Tabla I. En las áreas vegetadas por distintas macrófitas las variables abióticas no tuvieron diferencias significativas en-

tre sitios (p >0,01), si bien la concentración de O₂ presentó diferencias a p<0,05.

Una de las plantas de mayor biomasa fue *E. crassipes* (Tabla I) cuyas raíces llegan a alcanzar 80cm de longitud. Esta especie está adaptada a las fluctuaciones del nivel del agua que se producen en las lagunas de espiras, donde crecen limitadas por la concentración de nitrógeno en el agua durante el período de aislamiento (Carignan y Neiff, 1992). Las plantas de *E. azurea* y *P. repens* tuvieron elevada biomasa, pero la longitud de sus raíces fue muy inferior a la del sistema radicular de *E. crassipes* (Tabla I). En comparación, *P. stratiotes* tuvo menor peso seco por unidad de área, pero la longitud máxima de las raíces fue 61cm. Las restantes especies ofrecen un menor soporte para los invertebrados en función de los parámetros registrados.

El perizoo estuvo integrado por 8 grupos mayores de invertebrados que comprendieron 53 familias y 152 morfoespecies (Tabla II). Los insectos estuvieron bien representados especialmente Hemiptera (17 especies que corresponden a 11 familias), Coleoptera (45 especies reunidas en 9 familias) y Diptera (35 especies comprendidas en 8 familias).

Del total de especies registradas, 79 estuvieron asociadas a *E. crassipes*, 84 a *E. azurea* y 77 especies fueron colectadas en *Paspalum repens*. Los restantes sustratos vegetales estudiados tuvieron menor riqueza de especies (Tabla II). Las especies de mayor biomasa sirven de sustrato a un mayor número de especies de invertebrados especialmente de oligoquetos y de larvas de Chironomidae. La regresión lineal simple entre el número de especies y la biomasa de las macrófitas, incluyendo la totalidad de los datos (Figura 1), tuvo un moderado valor predictivo (r²= 0,69). La ecuación del modelo ajustado fue y= 9,45+7,45x.

No obstante, la correlación entre las dos variables fue de r= 0,84.

Los resultados obtenidos con el coeficiente de Jaccard indican 55% de afinidad entre las dos especies de *Eichhornia* y 47% entre las dos especies de helechos (*Azolla caroliniana* y *Salvinia biloba*). En ambos casos las poblaciones vegetales crecían en distintos sitios de la planicie. Las especies de mayor afinidad comparten algunas especies de herbívoros (Tabla II).

La similitud entre los invertebrados asociados a plantas con extenso sistema radicular como *P. stratiotes* y *E. crassipes* fue 42%. Plantas estoloníferas con menor desarrollo de raíces, tales como *E. azurea* y *P. repens*, tuvieron también baja similitud de invertebrados (33%).

El encadenamiento completo (Figura 2) formó dos grupos que asocian a las especies con biomasa media y alta y segregó a la especie con menor biomasa. Los invertebrados encontrados en formaciones mono-específicas que coexistían en el momento de los muestreos en el mismo sitio, como por ejemplo *P. repens* y *S. biloba* (Sitio 4) o *Lemna* sp. y *A. caroliniana* (Sitio 5) tuvieron baja similitud.

La mayoría de las especies registradas (62) son colectores que utilizan la materia orgánica particulada fina (menor de 1mm) de los cuales 48 especies pertenecen a la categoría funcional de recolectores y 14 especies fueron clasificadas como colectores filtradores. Se registraron 23 especies de herbívoros, 13 de raspadores que utilizan el perifiton y 51 especies son depredadoras. La mayor proporción de especies de recolectores se registró en *E. crassipes* y *E. azurea*, sin embargo ambas difieren en la proporción de colectores filtradores y raspadores. En los demás sustratos estudiados la proporción de especies que se alimentan de otros invertebrados fue superior al 36%.

Los cladóceros y copépodos no fueron incluidos en la cuantificación de la biodiver-

TABLA II
 CUADRO COMPARATIVO DE LAS ESPECIES DE INVERTEBRADOS ENCONTRADAS EN LAS SIETE ESPECIES (1 - 7)
 DE MACRÓFITAS ESTUDIADAS

Especies	CT	1	2	3	4	5	6	7	Especies	CT	1	2	3	4	5	6	7
OLIGOCHAETA									<i>Dicotendipes</i> sp.	Re	-	+	-	-	-	-	+
<i>Slavina evelinae</i> (Marcus)	Re	+	+	+	-	-	-	+	<i>Zavreliella</i> sp.	Re	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dero (Dero) cooperi</i> Stephenson	Re	+	+	+	-	-	-	-	<i>Harnischia</i> sp.	Re	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dero (Dero) multibranchiata</i> Stieren	Re	+	+	-	-	-	-	+	<i>Tanytarsini</i>	Cf	-	-	+	-	+	+	-
<i>Dero (Aulophorus) furcatus</i> Müller	Re	-	-	+	-	-	-	-	<i>Rheotanytarsus</i> sp.	Cf	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dero (Aulophorus) sp.</i>	Re	+	+	-	-	-	-	+	<i>Corynoneura</i> sp.	Ra	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dero (Dero) evelinae</i> Marcus	Re	-	-	+	-	-	-	+	<i>Cryptotylus unicolor</i> (Wiedemann)	Pr	-	-	+	-	-	-	-
<i>Dero (Aulophorus) pectinatus</i> Stephen	Re	+	+	-	-	-	-	-	<i>Lepiselaga crassipes</i> Fabricius	Pr	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pristina leidy</i> Smith	Re	+	+	-	+	+	+	+	<i>Myiotabanus barretto</i> Fairchild	Pr	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pristina macrochaeta</i> Stephen.	Re	+	+	+	+	+	+	+	<i>Tabanidae</i>	Pr	-	-	-	-	-	-	+
<i>Aulodrilus pigueti</i> Kowalewski	Re	-	-	-	+	-	-	-	<i>Eristalis</i> sp.	Re	+	-	+	-	-	-	-
<i>Dero (Dero) nivea</i> Aiyer	Re	-	-	-	-	-	-	+	Stratiomyidae	Ra, Re	+	-	+	+	+	+	+
<i>Chaetogaster</i> sp.	Pr	-	-	-	-	+	-	-	<i>Hydrellia</i> sp.	He	+	-	-	-	+	+	+
<i>Allonais paraguayensis</i> Michaelsen	Re	-	-	+	+	-	-	-	<i>Brachydeutera</i> sp.	Re	+	+	+	+	-	-	+
Lumbriculidae	Re	+	-	-	-	-	-	-	Tipulidae (<i>Limonia</i> ?)	He	-	-	-	-	-	-	+
OSTRACODA									COLEOPTERA Adultos								
<i>Cypricercus</i> sp.	Cf	-	+	-	-	-	-	-	<i>Hydrocanthus</i> sp.	Pr	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cytheridella ilosvayi</i> Daday	Cf	+	+	+	+	+	+	+	<i>Hydrocanthus debilis</i> Sharp	Pr	-	-	-	+	-	-	-
<i>Chlamydotheca mckenziei</i> Kotzian	Cf	-	-	+	-	+	+	+	<i>Suphis cimicoideus</i> Aubé	Pr	+	+	+	+	+	+	+
<i>Candonopsis brasiliensis</i> Sars	Cf	-	+	-	-	-	-	-	<i>Suphisellus grossus</i> Sharp	Pr	+	-	-	-	+	-	-
CONCHOSTRACA									<i>Suphisellus flavopictus</i> (Regimn.)	Pr	-	-	+	-	-	-	+
<i>Cyclestheria hislop</i> (Baird)	Cf	+	+	+	-	-	-	+	<i>Scirtes</i> sp.	He, Re	+	+	+	+	+	+	+
AMPHIPODA									<i>Desmopachria</i> sp.	Pr	+	+	+	+	+	+	+
<i>Hyalella curvispina</i> Shoemaker	Re, Ra	+	+	+	+	+	+	+	<i>Celina</i> sp.	Pr	-	-	-	+	-	-	+
DECAPODA									<i>Laccophilus</i> sp.	Pr	+	+	+	-	-	-	+
<i>Trichodactylus borellianus</i> Nobili	Om	+	+	-	-	-	-	-	<i>Pachydrus globosus</i> (Aubé)	Pr	+	+	+	-	-	-	-
<i>Macrobrachium</i> sp.	Om, Pr	-	+	-	-	-	-	-	<i>Pachydrus obesus</i> Sharp	Pr	-	-	-	-	-	-	+
INSECTA									<i>Pachydrus</i> sp.	Pr	+	-	-	+	+	+	+
HEMIPTERA Adultos									<i>Copelatus</i> sp.	Pr	-	+	+	+	+	+	+
<i>Pelocoris nigriculus</i> Berg	Pr	+	+	+	+	-	-	+	<i>Neochetina brucchi</i> Hustache	He	+	+	-	-	-	-	-
<i>Belostoma elegans</i> (Mayr)	Pr	+	-	-	-	-	-	-	<i>Neochetina eichhorniae</i> Warner	He	+	+	-	-	-	-	-
<i>Belostoma micantulum</i> (Stal)	Pr	+	-	+	+	+	-	-	<i>Neohydronomus pulchellus</i> Hustache	He	-	-	+	+	-	-	-
<i>Belostoma elongatum</i> Montandon	Pr	-	-	+	-	-	-	-	<i>Argentinorhynchus squamosa</i> (Hust)	He	-	-	+	+	-	-	-
<i>Belostoma discretum</i> Montandon	Pr	-	-	-	-	-	+	+	<i>Argentinorhynchus breyeri</i> (Brethes)	He	-	-	+	+	-	-	-
<i>Microvelia</i> sp.	Pr	+	-	+	-	+	+	+	<i>Ochetina bruchi</i> Hustache	He	-	-	-	+	-	+	+
<i>Mesovelia mulsanti</i> White	Pr	-	-	+	+	-	+	+	<i>Cyrtobagous singularis</i> Hustache	He	-	+	-	+	-	-	-
<i>Buenoa salutis</i> Kirkaldy	Pr	-	-	-	-	-	+	+	<i>Stenopelmus minutus</i> Hustache	He	-	-	+	+	+	+	-
<i>Ranatra sjostdti</i> Montandon	Pr	-	-	-	-	-	-	+	<i>Onychylis cretata</i> Champion	He	-	-	+	-	+	+	-
<i>Lipostemata humeralis</i> Berg	Pr	-	-	+	+	+	+	+	<i>Tanytsphiroideus parvulus</i> Hustache	He	-	+	-	+	+	+	-
<i>Neoplea maculosa</i> Berg	Pr	+	-	+	+	+	+	+	<i>Paracymus</i> sp.	Re	+	+	+	+	+	-	-
<i>Neoplea argentina</i> (Drake et Chapman)	Pr	-	-	+	+	-	-	-	<i>Hydrochus richteri</i> Bruch	He	+	+	-	-	-	-	+
Saldidae	Pr	-	+	-	-	-	-	-	<i>Tropisternus lateralis</i> Brullé	Re	+	+	-	-	-	-	-
<i>Tenagobia selecta tarahui</i> Bachmann	Re	+	-	-	-	-	-	-	<i>Tropisternus ovalis</i> Castelnau	Re	-	-	+	+	+	-	+
<i>Tenagobia selecta</i> White	Re	-	-	-	-	-	-	+	<i>Tropisternus laevis</i> (Sturm)	Re	-	-	-	-	-	-	+
<i>Tenagobia schadei</i> Lundblad	Re	-	+	-	-	+	-	-	<i>Tropisternus dilatatus</i> Bruch	Re	-	-	+	+	-	-	-
<i>Lipogomphus lacunifera</i> Berg	Pr	+	+	+	+	+	+	+	<i>Derallus rudis</i> Sharp	Re	+	+	+	+	+	+	+
ORTHOPTERA									<i>Derallus angustus</i> Sharp	Re	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cornops aquaticum</i> (Bruner)	He	+	+	-	-	-	-	-	<i>Derallus paranensis</i> Oliva	Re	-	-	-	+	-	-	-
<i>Paulinia acuminata</i> (De Geer)	He	-	-	-	+	+	-	-	<i>Enochrus vulgaris</i> Steinheil	Re	+	+	+	+	+	+	+
ODONATA Ninfas									<i>Enochrus circumcinctus</i> Bruch	Re	-	-	+	-	-	-	-
<i>Perithemis</i> sp.	Pr	+	+	-	-	+	-	-	<i>Enochrus</i> sp.	Re	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oxyagrion</i> sp.	Pr	-	+	+	-	-	-	+	<i>Helochares pallipes</i> Brullé	Re	+	+	+	+	+	+	+
<i>Aeschna</i> sp.	Pr	+	-	+	-	-	-	+	<i>Helochares femoratus</i> Brullé	Re	-	-	+	-	-	-	-
<i>Telebasis</i> sp.	Pr	+	+	+	+	+	+	+	<i>Helochares mini</i> Fernández	Re	-	-	+	-	+	-	-
<i>Miathyria marcella</i> Selys	Pr	+	+	+	+	-	-	+	<i>Berosus coelacanthus</i> Oliva	He	+	+	+	+	+	+	+
<i>Micrathyria</i> sp.	Pr	-	-	-	-	-	+	+	<i>Berosus minimus</i> Knisch	He	-	-	-	-	+	-	-
EPHEMEROPTERA Ninfas									<i>Berosus masculinus</i> Knisch	He	-	-	-	+	-	-	-
<i>Caenis</i> sp.	Re	+	+	+	+	+	+	+	<i>Berosus patruelis</i> Berg	He	+	+	+	+	+	+	+
<i>Callibaetis</i> sp.	Re	+	+	-	-	-	-	+	Staphylinidae	Pr	+	+	+	+	+	+	+
<i>Asthenopus curtus</i> Eaton	Cf	-	+	-	-	-	-	+	Lampyridae	Pr	+	+	+	+	+	+	+
TRICHOPTERA Larvas									Dryopidae	Ra	-	+	-	+	+	-	-
<i>Cynellus</i> sp.	Re	+	-	-	-	-	-	-	Elmidae	Ra	-	+	-	-	-	-	-
Polycentropodidae									MOLLUSCA								
<i>Neotrichia</i> sp.	Ra, Re	+	+	-	-	-	-	-	<i>Drepanotrema anatinum</i> (d'Orb.)	Ra	+	+	+	+	+	+	+
<i>Oxyethira</i> sp.	Re	+	+	+	-	+	+	+	<i>Drepanotrema lucidum</i> (Pfeiffer)	Ra	+	+	+	-	-	+	-
<i>Smicridia</i> sp.	Cf	-	+	-	-	-	-	-	<i>Drepanotrema depressissimum</i> Moric.	Ra	-	-	-	-	-	-	+
DIPTERA Larvas									<i>Biomphalaria straminea</i> (Dunker)	Ra	+	+	-	-	-	-	+
<i>Bezzia</i> sp.	Pr	+	+	+	-	-	+	+	<i>Biomphalaria tenagophila</i> d'Orb.	Ra	-	-	+	+	-	-	+
<i>Dasyhelea</i> sp.	Re, Ra	+	-	+	-	-	+	+	<i>Pomacea canaliculata</i> Lamark	Om	+	+	+	+	+	-	-
<i>Forcipomyia</i> sp.	Ra	+	-	+	-	-	+	+	<i>Gundlachia moricandi</i> d'Orb.	Ra	-	+	-	-	-	-	+
<i>Mansonia</i> sp.	Re, Cf	+	+	+	+	+	+	+	<i>Omalonyx unguis</i> (d'Orb.)	He	+	+	-	-	-	-	+
<i>Anopheles darlingi</i> Root.	Cf	+	+	-	-	+	+	+	<i>Littoridina guaranitica</i> (Doering)	Ra	+	+	-	-	-	-	-
<i>Uranotaenia</i> sp.	Cf	-	-	-	-	+	+	+	<i>Eupera platensis</i> Doello-Jurado	Cf	-	+	-	-	-	-	-
<i>Culex</i> sp.	Cf	-	+	-	-	+	-	+	HIDRACARINA								
<i>Larzia</i> sp.	Pr	-	-	+	+	+	+	+	Sp. 1	Pr	+	+	+	+	+	+	+
<i>Procladius</i> sp.	Re, Pr	+	-	-	-	-	-	-	Sp. 2	Pr	+	-	+	+	+	-	-
<i>Labrundinea</i> sp.	Pr	+	+	-	-	-	-	+	Sp. 3	Pr	+	+	+	+	+	-	-
<i>Ablabesmyia</i> sp.	Pr	+	+	+	-	-	-	+	Sp. 4	Pr	+	-	+	+	+	-	-
<i>Monopelopia</i> sp.	Pr	+	+	+	+	+	+	+	Sp. 5	Pr	-	-	+	+	+	-	+
<i>Chironomus</i> sp.	Re	+	+	+	+	-	-	+	Número total de morfoespecies		79	84	74	62	53	30	77
<i>Tribelos</i> sp.	Re?	+	+	-	-	-	-	-	n		15	15	15	15	15	15	15
<i>Polypedilum</i> sp.	He	+	+	-	+	-	-	+	+: presencia, -: ausencia, n: número de muestras.								
<i>Goeldichironomus</i> sp.	Re	+	-	-	+	-	-	+	CT: categoría trófica; Cf: colectores filtradores, He: herbívoros, Om: omnívoros,								
<i>Parachironomus</i> sp.	Pr, Re	-	+	-	+	-	-	+	Pr: depredadores, Ra: raspadores, Re: recolectores.								
<i>Stenochironomus</i> sp.	Re	+	+	-	-	-	-	-	1 - 7: macrófitas estudiadas; 1: <i>Eichhornia crassipes</i> , 2: <i>Eichhornia azurea</i> ,								
<i>Microtendipes</i> sp.	Cf, Re	+	+	-	-	-	-	-	3: <i>Pistia stratiotes</i> , 4: <i>Salvina biloba</i> , 5: <i>Azolla caroliniana</i> , 6: <i>Lemma</i> sp., y								
<i>Cricotopus</i> sp.	He	-	+	-	-	-	-	-	7: <i>Paspalum repens</i> .								
<i>Micropsectra</i> sp.	Re	-	+	+	+	-	-	+									

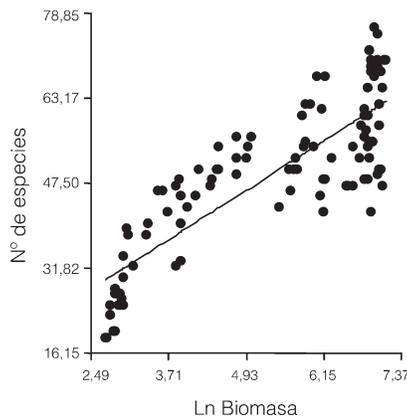


Figura 1. Regresión lineal simple entre el número de especies de invertebrados y la biomasa de las macrófitas considerando el total de muestras ($r^2= 0,69$, $n= 105$).

sidad debido al tamaño de las redes utilizadas en este estudio. Aún con esta limitación, varias especies fueron constantes en las muestras de la fauna asociada a la vegetación flotante, tales como *Simosa serrulata* Koch, *Euryalona occidentalis* Sars, *Diaphanosoma brachyurum* Fischer, *Leydigia striata* Biraben, *Ceriodaphnia cornuta* Sars, *Pseudosida* spp., *Mesocyclops longisetus* Thiebaut, *Mesocyclops meridianus* Kiefer, *Mesocyclops anceps* (Richar), *Mesocyclops varicans* Sars y *Eucyclops* sp.

Entre las especies que viven en la vegetación acuática flotante figuran larvas de dípteros (Ceratopogonidae, Chironomidae, Tabanidae y Culicidae) y moluscos (Planorbidae), algunas de cuyas especies revisten importancia epidemiológica. Las larvas de *Anopheles darlingi*, *Culex* sp. y *Mansonia* sp. fueron encontradas en la mayoría de las especies estudiadas excepto en *Lemna*. Las tres especies de larvas de Tabanidae (*C. unicolor*, *L. crassipes* y *M. barretto*) estuvieron relacionadas con *E. crassipes* y *P. stratiotes*. Entre los moluscos se registraron *Biomphalaria straminea* y *B. tenagofila* potenciales hospedadoras de *Schistosoma mansoni*, tremátode que ocasiona una parasitosis ampliamente difundida en América tropical.

Discusión

La riqueza de invertebrados del área estudiada fue elevada y estuvo aportada por las macrófitas de mayor biomasa que presentan mayor oferta de hábitat. La diversidad del pleuston fue destacada por Rocha y Por (1998) para las áreas vegetadas de la cuenca del río Paraguay y por Junk y Robertson (1997) para la planicie de inundación de distintos ríos de la región amazónica.

La colectividad de invertebrados que viven en las plantas acuáticas del área estudiada tiene ensambles característicos para cada especie vegetal a juzgar por el número de especies (12) presentes en todos los sustratos. La semejanza entre las comunidades de invertebrados que habitan determinada macrófita es frecuentemente mencionada para el pleuston, tal como lo señalan Por y Rocha (1998). Las colectividades asociadas a *E. crassipes* son muy similares cuando se compara la planicie de inundación de los ríos Paraná y Orinoco (Blanco-Belmonte *et al.*, 1998). La información del presente trabajo referida a *E. azurea* tiene ensambles de gran similitud con los encontrados para el mismo sustrato en sitios muy distantes como el Pantanal (Poi de Neiff, 2003).

La semejanza en la composición de los insectos que viven relacionados a *P. stratiotes*

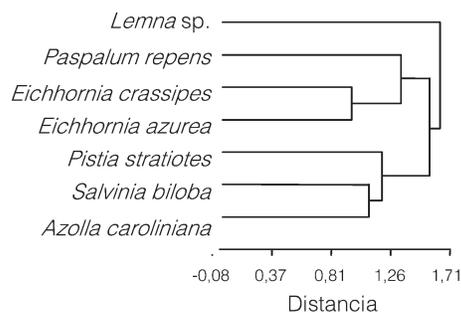


Figura 2. Disimilaridad o distancia entre las especies de invertebrados encontradas en las macrófitas acuáticas dominantes obtenidas por el método del encadenamiento completo.

fue destacada por Escher y Lounibos (1993) para ambientes situados en Florida (EEUU) en comparación con los de Chaco (Argentina).

La afinidad de los invertebrados entre distintas especies de macrófitas, considerando formaciones monoespecíficas como las estudiadas, fue inferior a la encontrada por otros autores en carpetas pluriespecíficas (Dioni, 1967; Poi de Neiff y Neiff, 1984). En el caso de Dioni (1967) los resultados del trabajo están basados en la información taxonómica del micropleuston, que no fuera considerado en nuestro estudio.

La riqueza de especies de invertebrados varía entre especies de macrófitas y guarda relación con la biomasa de las plantas. La variable biomasa por unidad de área fue tomada en este trabajo como indicadora de la complejidad estructural de las carpetas de macrófitas flotantes en el área de estudio. La riqueza de especies de invertebrados está relacionada, probablemente, con un grupo de factores que incluye la morfología de las plantas, la textura del sustrato, la transmisión de la luz, la circulación del agua, la colonización por el perifiton y la capacidad de retención de materia orgánica particulada. Desafortunadamente la mayoría de estos datos no están disponibles para la totalidad de las macrófitas estudiadas en el área.

La información basada en presencia o ausencia de especies asume que todas las que se hallan dentro de una colectividad contribuyen del mismo modo a la diversidad de grupos taxonómicos y funcionales, lo cual es cuestionable (Hammond, 1995). Sin embargo, la abundancia de las poblaciones de los diferentes grupos tróficos obtenida para *E. crassipes* en el área estudiada

(Poi de Neiff y Carignan, 1997) da cuenta de la dominancia de los depredadores y recolectores, lo que coincide con los resultados de este trabajo. La baja proporción de raspadores registrada en estos ambientes con dominancia de *E. crassipes* puede estar relacionada con el escaso crecimiento del perifiton debido a la interferencia de la luz que producen las hojas de estas plantas (Planas y Neiff, 1998). Por otra parte 100g (peso seco) de raíces de *E. crassipes* pueden retener 170g de materia orgánica particulada fina (Poi de Neiff *et al.*, 1994), lo que representa una importante oferta para los recolectores. Plantas de baja biomasa y escaso desarrollo de raíces, con menor capacidad para retener sedimentos, como por ejemplo *Lemna* sp., sirven de soporte a un mayor número de especies depredadoras y herbívoras que recolectoras.

En las formaciones de *E. azurea* del río Paraguay, recolectores, colectores filtradores y raspadores son los grupos tróficos más abundantes dependiendo del sitio de muestreo y de la situación hidrológica (Poi de Neiff, 2003).

La gran diversidad y abundancia de microcrustáceos del pleuston en el río Paraná ha sido señalada en distintos trabajos (José de Paggi, 1993; Lansac Toha *et al.*, 2003) lo que explica la presencia de un elevado número de invertebrados que utilizan este recurso trófico. Este hecho está indicando que, si bien la vegetación acuática constituye un área de refugio de los invertebrados para evitar la predación por peces, representa una oferta importante para los invertebrados depredadores.

La categorización por grupos tróficos ayuda a explicar la afinidad encontrada entre plantas de muy diferente arquitectura. En los sitios estudiados de la planicie del río Paraná se registró un número alto de especies que predan sobre otros invertebrados o que utilizan la materia orgánica particulada fina en comparación con el número de

especies que consumen las macrofitas o el perifiton que tienen mayor especificidad por el sustrato.

REFERENCIAS

- Agostinho AA, Gomes LC, Julio HF (2003) Relações entre macrofitas e fauna de peixes. En Thomaz SM, Bini LM (Eds) *Ecología e Manejo de macrofitas aquáticas*. EDUEM. Maringá, Brasil. pp. 261-279.
- Angrisano EB (1992) El orden Trichoptera en la Argentina y países limítrofes. *Physis (B)* 50: 118-119.
- Bachmann A (1981) Insecta, Hemiptera, Corixidae. En Ringuet RA (Ed.) *Fauna de agua dulce de la República Argentina*. FECIC. Buenos Aires, Argentina. 270 pp.
- Blanco-Belmonte L, Neiff JJ, Poi de Neiff A (1998) Invertebrate fauna associated with floating macrophytes in the floodplain lakes of the Orinoco (Venezuela) and Paraná (Argentina). *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2030-2034.
- Brinkhurst RO, Marchese MR (1989) *Guía para la identificación de Oligoquetos acuáticos continentales de Sud y Centroamérica*. Asociación Ciencias Naturales del Litoral (Colección Climax). Santa Fe, Argentina. 207 pp.
- Carignan R, Neiff JJ (1992) Nutrients dynamics in the floodplain ponds of the Paraná River (Argentina) dominated by the water hyacinth (*Eichhornia crassipes*). *Biogeochemistry* 17: 85-121.
- Cyr H, Downing JA (1988) The abundance of phytophilous invertebrates on different species of submerged macrophytes. *Freshwat. Biol.* 20: 365-374.
- Collins PA, Paggi JC (1998) Feeding ecology of *Macrobrachium borelli* (Nobili) (Decapoda Palaemonidae) in the flood valley of the Paraná River, Argentina. *Hydrobiologia* 362: 21-30.
- Dioni W (1967) Investigación preliminar de la estructura básica de las asociaciones de la micro y mesofaunas de las raíces de las plantas flotantes. *Acta Zool. Lilloana* 23: 111-138.
- Di Rienzo JA, Balzarini M, Casanoves F, González L, Tablada M, Robledo CW (2002) *InfoStat Profesional*. Versión 1.1. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- Domínguez E, Hubbard MD, Peters W (1992) *Clave para ninfas y adultos de las familias y géneros de Ephemeroptera (Insecta) sudamericanos*. Biología Acuática 16. Instituto de Limnología Dr. Raúl A. Ringuet. 31 pp.
- Escher RL, Lounibos LP (1993) Insects associates of *Pistia stratiotes* in Southeastern Florida. *Fla. Entomol.* 76: 473-500.
- Hammond PM (1995) Practical approaches to the estimation of the extent of biodiversity in species groups. En Hawksworth D (Ed.) *Biodiversity measurement and estimation*. Chapman y Hall. Londres, RU. pp 119-136.
- Heckman CW (1998) Ecosystem dynamics in the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 1343-1347.
- José de Paggi S (1993) Composition and seasonality of planktonic rotifers in limnetic and littoral regions of floodplain lakes (Paraná river systems). *Rev. Hydrobiol. Trop.* 2: 53-63.
- Junk WJ, Robertson BA (1997) Aquatic invertebrates. En Junk W (Ed.) *The Central Amazon Floodplain*. Springer. Berlin, Alemania. pp. 279-298.
- Lansac-Toha F, Machado Velho LF, Costa Bonecker C (2003) Influencia de macrofitas acuáticas sobre a estrutura da comunidade zooplanctónica. En Thomaz SM, Bini LM (Eds) *Ecología e Manejo de Macrofitas Aquáticas*. EDUEM. Maringá, Brasil. pp 231-242.
- Legendre P, Legendre L (1998) *Numerical ecology*. 2nd ed. Elsevier. Nueva York, EEUU. 853 pp.
- Margalef R (1983) *Limnología*. Omega. Barcelona, España. 1010 pp.
- Merritt R, Cummins W (1996) *An introduction to the aquatic insects of North America*. 3rd ed. Kendall Hunt. Nueva York, EEUU. 862 pp.
- Neiff JJ (1986) Aquatic plants of the Paraná system. En Davies BR, Walker KF (Eds) *The ecology of River Systems*. Junk. Dordrecht, Holanda. pp 557-571.
- Oliva A (1989) El género *Berosus* (Coleoptera: Hydrophilidae) en América del Sur. *Rev. Mus. Arg. Ciencias Naturales B. Rivadavia* 6: 57-235.
- Planas D, Neiff JJ (1998) Is perifiton important in the *E. crassipes* meadows?. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 26: 1865-1870.
- Poi de Neiff A (2003) Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay River. *Acta Limnol. Bras.* 15: 55-63.
- Poi de Neiff A, Bruquetas IY (1983) Fauna fitófila de *Eichhornia crassipes* en ambientes leníticos afectados por las crecidas del río Paraná. *Ecosur* 10: 127-137.
- Poi de Neiff A, Bruquetas IY (1989) Efecto de las crecidas sobre las poblaciones de invertebrados que habitan macrofitas emergentes en islas del río Paraná. *Rev. d'Hydrobiol. Trop.* 22: 13-20.
- Poi de Neiff A, Carignan R (1997) Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná River floodplain. *Hydrobiologia* 345: 185-196.
- Poi de Neiff A, Neiff JJ (1984) Dinámica de la vegetación acuática y su fauna. *Physis* 42: 53-67.
- Poi de Neiff A, Neiff JJ, Bonetto AA (1977) Enemigos naturales de *Eichhornia crassipes* en el nordeste argentino y posibilidades de su aplicación al control biológico. *Ecosur* 4: 137-156.
- Poi de Neiff A, Neiff JJ, Orfeo O, Carignan R (1994) Quantitative importance of particulate matter retention by the roots of *Eichhornia crassipes* in the Paraná floodplain. *Aquatic Bot.* 47: 213-223.
- Por FD, Rocha CE (1998) The Pleustal, a third limnic biochore and its neotropical centre. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 1876-1881.
- Ringuet RA (1962) *Ecología acuática continental*. Eudeba. Buenos Aires, Argentina. 207 pp.
- Rocha CE, Por FD (1998) Preliminary comparative data on the fauna of the pleuston in the southern Pantanal, Brazil, with emphasis on the microcrustaceans. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2137-2140.
- Takeda AM, Souza Franco GM, Melo SM, Monkloski A (2003) Invertebrados asociados a macrofitas acuáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). En Thomaz SM, Bini LM (Eds) *Ecología e Manejo de macrofitas aquáticas*. EDUEM. Maringá, Brasil. pp 243-260.
- Trivinho-Strixino S, Strixino G (1995) *Larvas de Chironomidae (Diptera) do estado de São Paulo: guia de identificação e diagnose dos géneros*. Univ. Federal de São Carlos. São Carlos, Brasil. 229 pp.