
PATRÓN ESPACIAL Y TEMPORAL DE LAS COLECTIVIDADES DE ARTRÓPODOS ASOCIADOS A MACRÓFITAS EN UN RÍO SUBTROPICAL DE BAJO ORDEN (CHACO, ARGENTINA)

Miryam Pieri Damborsky, Alicia Susana Guadalupe Poi y Silvia Mazza

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue conocer la composición y abundancia del ensamble de artrópodos asociados a la vegetación acuática en diferentes tramos de un río de llanura, situado en la región Neotropical, provincia biogeográfica Chaco, Argentina. Los muestreos se efectuaron en cinco sitios localizados entre 27°06'49" y 27°25'47"S y entre 58°57'45" y 59°27'23"O, en el gradiente longitudinal del río Negro durante periodos lluviosos y de estiaje. De acuerdo a las características ambientales el análisis de componentes principales agrupó a los sitios del tramo medio y segregó los sitios del tramo bajo, los cuales tuvieron alta conductividad y salinidad. La densidad media de artrópodos varió entre 197 y 42775 individuos por m² cubierto por

vegetación y entre 79 y 45542 individuos por 100g de materia vegetal seca. La abundancia total difirió entre sitios, fechas de muestreo y en las diferentes especies de plantas, y el análisis de regresión múltiple indicó que el sustrato vegetal explicó el 46% de la variación de la densidad total. En los ensambles, *Chironomus sp.* y *Parachironomus sp.* fueron eudominantes, mientras que *Cytheridella ilosvayi* Daday, *Hyaella curvispina* Shoemaker, *Simocephalus serrulatus* Koch, *Callibaetis sp.* y *Ablabesmyia sp.* fueron dominantes. El análisis de ordenamiento mostró que las diferencias en la abundancia de los taxones dominantes en la colectividad de artrópodos fueron más importantes entre tramos que entre condiciones hidrológicas.

Introducción

Los cambios en la estructura de diferentes ensambles desde la cabecera a la desembocadura de los ríos, en relación a variables ambientales, persiste aún como un tema central en los estudios de la biología de los ambientes lóticos (Maamri *et al.*, 2005).

El curso principal de los grandes ríos es en general un hábitat poco adecuado para las macrófitas acuáticas (Davis *et al.*, 2008); no obstante, las plantas vasculares emergentes pueden crecer a lo largo de las márgenes de los ríos de bajo caudal (Hynes, 1970) o durante el período de bajante. La vegetación acuática tiene una función importante en los sistemas lóticos tanto para los invertebrados como para los peces dado que

proveen refugio de los depredadores (Allan y Castillo, 2007). Numerosas especies de peces viven entre las plantas acuáticas en la llanura de inundación de los grandes ríos, donde además de reducir el riesgo de depredación se alimentan de invertebrados fitófilos (Neiff *et al.*, 2009).

Diferentes estudios realizados en la planicie del Alto Paraná (Souza-Franco y Takeda, 2000), el Bajo Paraná (Paporello de Amsler, 1987; Poi de Neiff y Carignan, 1997; Poi de Neiff y Neiff, 2006) y el Paraguay (Poi de Neiff, 2003) indican que los insectos y los crustáceos son los dominantes numéricos entre las colectividades asociadas a la vegetación acuática. Su función en las tramas tróficas es importante porque son el enlace entre las algas y los mi-

croorganismos, los peces y otros vertebrados (Petts y Calow, 1996).

La información sobre ríos de bajo orden que atraviesan planicies en el Chaco, algunos de los cuales presentan influencia antrópica (Neiff, 1986a), es escasa. En estos ríos, las colectividades de invertebrados están reguladas por un complejo conjunto de variables que incluyen la salinidad del agua (Poi de Neiff, 1990) que a su vez es dependiente del régimen hidrológico.

Si bien se dispone de un relevamiento de la fauna del bentos (Varela *et al.*, 1980) en el cual se ha encontrado escasa abundancia de invertebrados, no existen antecedentes sobre los artrópodos que colonizan la vegetación acuática del río Negro.

El río Negro, en el Chaco argentino, recibe en su tramo bajo diferentes efluentes industriales, motivo por el cual la calidad del agua está deteriorada (Zabala, 1999). Los efectos de la alteración del hábitat en la vida de los vertebrados, como por ejemplo aves y peces, es fácilmente advertida y la información disponible es amplia (Agostinho *et al.*, 2004). En contraste, los impactos potenciales en la abundancia y diversidad de otros taxones, incluyendo los artrópodos, permanecen aún poco conocidos (Cartron *et al.*, 2003).

Los objetivos de este trabajo fueron analizar la composición y abundancia de la colectividad de artrópodos asociada a macrófitas en cinco sitios localizados en el gradiente longitudinal del río

PALABRAS CLAVE / Argentina / Artrópodos / Crustáceos / Chaco / Insectos / Macrófitas Acuáticas / Río de Planicie /

Recibido: 30/09/2011. Modificado: 23/05/2012. Aceptado: 28/05/2012.

Miryam Pieri Damborsky. Doctora en Biología, Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), Argentina. Profesora, UNNE, Argentina. Dirección: Departamento de Biología, UNNE. Avda Libertad 5470

(3400). Corrientes, Argentina. e-mail: mdambor@exa.unne.edu.ar

Alicia Susana Guadalupe Poi. Doctora en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Profesora, UNNE. Investigador independiente del CONICET-CECOAL-UNNE, Argentina.

Silvia Mazza. Doctora en Recursos Naturales, UNNE, Argentina. Profesora, UNNE, Argentina.

SPATIAL AND TEMPORAL PATTERNS OF ARTHROPOD ASSEMBLAGES ASSOCIATED WITH MACROPHYTES IN A LOW-ORDER SUBTROPICAL RIVER (CHACO, ARGENTINA)

Miryam Pieri Damborsky, Alicia Susana Guadalupe Poi and Silvia Mazza

SUMMARY

The aim of this study was to determine the composition and abundance of arthropod assemblages associated with aquatic vegetation in different sections of a plain river and during different hydrologic conditions. Surveys were carried out in five sites located in the longitudinal gradient of the river (27°06'49"-27°25'47"S and 58°57'45"-59°27'23"W) during rainy and drought periods. According to the physical and chemical features, principal component analysis grouped the sites of the middle section and separated the sites of the low section, which had high conductivity and salinity. Mean arthropod density varied between 197 and 42775 individuals per m² of vegetation-covered areas and between 79 y 45542 per 100g of dry

plant matter. Total abundance differed significantly between sites, dates, and plant species, and stepwise-multiple regression indicated that plant substrates explain 46% of the variation of total density. In the assemblages, *Chironomus sp.* and *Parachironomus sp.* were eudominant, while *Cytheridella ilosvayi* Daday, *Hyaella curvispina* Shoemaker, *Simocephalus serrulatus* Koch, *Callibaetis sp.* and *Ablabesmyia sp.* were dominant. The non-metric multidimensional scaling ordination analysis indicated that differences in the abundance of the dominant taxa in the arthropod assemblages were more important across sections than across hydrologic conditions.

PADRÃO ESPACIAL E TEMPORAL DAS COLETIVIDADES DE ARTRÓPODES ASSOCIADOS À MACRÓFITAS EM UM RIO SUBTROPICAL DE BAIXA ORDEM (CHACO, ARGENTINA)

Miryam Pieri Damborsky, Alicia Susana Guadalupe Poi e Silvia Mazza

RESUMO

O objetivo deste estudo foi conhecer a composição e abundância de ensembles de artrópodes associados à vegetação aquática em diferentes trechos de um rio de planície, situado na região Neotropical, província biogeográfica Chaco, Argentina. As amostragens foram efetuadas em cinco áreas localizadas entre 27°06'49" e 27°25'47"S e entre 58°57'45" e 59°27'23"O, no gradiente longitudinal do rio Negro durante períodos chuvosos e de estiagem. De acordo às características ambientais a análise de componentes principais agrupou as áreas do trecho médio e segregou as áreas de trecho baixo, os quais tiveram alta condutividade e salinidade. A densidade média de artrópodes variou entre 197 e 42775 indivíduos

por m² coberto por vegetação e entre 79 e 45542 indivíduos por 100g de matéria vegetal seca. A abundância total diferiu entre áreas, datas de amostragem e nas diferentes espécies de plantas, e a análise de regressão múltipla indicou que o substrato vegetal explicou o 46% da variação da densidade total. Nos ensembles, *Chironomus sp.* e *Parachironomus sp.* foram eudominantes, enquanto que *Cytheridella ilosvayi* Daday, *Hyaella curvispina* Shoemaker, *Simocephalus serrulatus* Koch, *Callibaetis sp.* e *Ablabesmyia sp.* foram dominantes. A análise de ordenamento mostrou que as diferenças na abundância dos táxons dominantes na coletividade de artrópodes foram mais importantes entre trechos que entre condições hidrológicas.

Negro en diferentes situaciones hidrológicas. Se plantea que la abundancia de los artrópodos varía según la estacionalidad hidrológica que depende de las lluvias caídas en la cuenca y disminuye en el tramo bajo sometido a acción antrópica.

Área de Estudio

El río Negro es un curso de agua de llanura de baja vectorialidad; abarca una cuenca de 8100km² y atraviesa la planicie de la provincia del Chaco, Argentina, en sentido noroeste - sudeste. Está situado en la región Neotropical, en un área comprendida en la subregión Chaqueña, provincia Chaco (Morrone, 2001). El

clima de esta región es subtropical atlántico; el tramo superior del río se caracteriza por la deficiencia de agua y corresponde al Chaco Central Semiárido, y la parte activa lo hace por el Chaco Oriental Húmedo (Bruniard, 1987).

En el río se distinguen tres tramos funcionalmente distintos en una longitud total de 326km. El primero es un paleocauce en tanto que los tramos medio y bajo son activos. Se origina en el riacho Nogueira y desemboca en el río Tragadero, el que desagua en el riacho Barranqueras, afluente del Paraná en su margen derecha. En el último tramo atraviesa cinco poblaciones que conforman el Área Me-

tropolitana del Gran Resistencia (AMGR), donde se congrega 42% del total de la población de la provincia. El curso recibe en este sector, altamente urbanizado, la descarga de desagües pluviales y contaminantes, vertido de efluentes de extractoras de tanino asentadas sobre las márgenes del río, y también está afectado por la contaminación agrícola, vinculada al uso de agroquímicos y fertilizantes (Zabala, 1999).

Los muestreos se realizaron en cinco sitios (Figura 1) localizados entre las coordenadas 27°06'49" y 27°25'47"S y entre 58°57'45" y 59°27'23"O, provincia del Chaco, Argentina. Tres de estos sitios, Salto La Vieja (SV), La Escondida

(LE) y Ruta 16 (R16), están poco influenciados por la urbanización y se encuentran en el tramo medio. Los restantes, Puerto Tirol (PT) y Puente Ejército Argentino (PS), pertenecen al tramo inferior que atraviesa áreas densamente pobladas.

Métodos

Las características físicas y químicas del agua en los sitios muestreados y los métodos para la medición de las variables han sido descritas en Poi de Neiff *et al.*, (2003).

La vegetación y su fauna se colectaron con una red de 250µm de apertura de malla y 35cm de diámetro, con una superficie de 962cm² (USE-

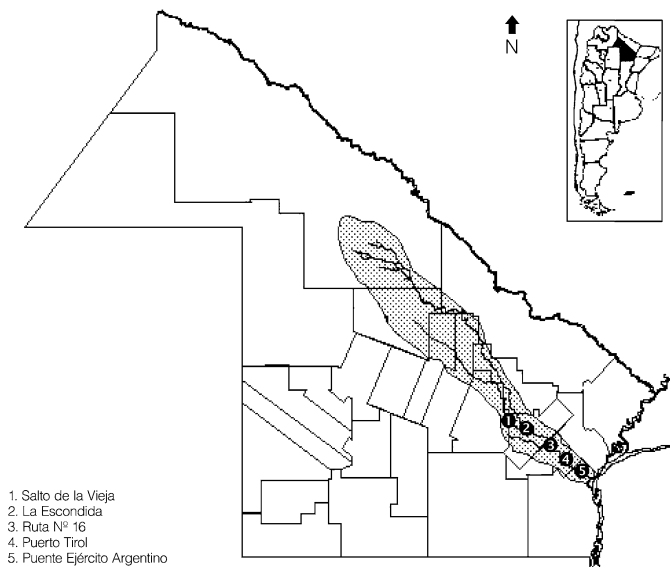


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio y localización de los sitios de muestreo. Río Negro, Provincia del Chaco. 1999-2002.

PA, 2002). En cada fecha y sitio de muestreo se tomaron 3 o 4 réplicas, según la extensión de la carpeta vegetal. La vegetación y los artrópodos fueron trasvasados a bolsas de polietileno, fijados con formaldehído 4%, trasladados al laboratorio, y se preservaron en alcohol 70%. Se obtuvieron 64 muestras en el área litoral vegetada en noviembre de 1999, enero, marzo y agosto de 2000, julio y octubre de 2001, y en abril y diciembre 2002.

La separación de los artrópodos de la vegetación y del detrito se llevó a cabo lavando las plantas sobre tamices de 1mm y 500µm de apertura de malla. El material proveniente del tamiz de 1mm se revisó en su totalidad y el retenido en el tamiz de 500µm se llevó a volumen constante (250ml) y se analizaron alícuotas que representaron el 20% del volumen total. Las plantas se secaron en estufa a 105°C durante 96h para obtener el peso seco constante.

La identificación taxonómica de los artrópodos se efectuó mediante claves sistemáticas (Fernández y Domínguez, 2001). La identificación a nivel genérico o específico no siempre fue factible, dificultad que fue resuelta reportando

algunos grupos faunísticos como morfoespecies o UTR (unidad taxonómica reconocible). La identificación de morfoespecies está basada en un patrón morfológico definido, constante e independiente del tamaño, distinguible de los otros patrones morfológicos (Rosenberg y Resh, 1996; Metzeling *et al.*, 2003).

Análisis de datos

La densidad de los artrópodos se expresó como número de individuos por m² cubierto por la vegetación (ind/m²) y como número de individuos por 100g de materia vegetal seca (ind/100g). La comparación entre las dos expresiones de densidad permite verificar si los incrementos se deben al aumento de las poblaciones animales o al aumento de biomasa vegetal (Poi de Neiff y Carignan, 1997). Se estimó la abundancia relativa de las poblaciones que componían las colectividades de artrópodos y se identificaron taxones eudominantes, dominantes, subdominantes, recesivos y subrecesivos, con abundancias relativas (%) >10, 5-10, 2-5, 1-2 y <1, respectivamente (Smith *et al.*, 2003).

Se efectuó transformación logarítmica (log x+1) de los datos previo a su procesa-

miento estadístico para normalizar y estabilizar la varianza. Los datos de abundancia se compararon mediante el análisis de varianza (ANAVA) a efectos de comprobar la significación de las diferencias entre fechas y sitios muestreados.

La relación entre las condiciones ambientales y los distintos sitios y fechas de muestreo se examinó con el análisis de componentes principales (ACP). El modelo de regresión múltiple paso a paso se utilizó para describir la relación entre la densidad de artrópodos y la influencia de variables independientes, bióticas (tipo de sustrato vegetal y biomasa de la vegetación) y abióticas (períodos lluviosos y secos, sitios de muestreo, fecha, conductividad, demanda química de O₂, concentración de fosfato, concentración de nitrato, O₂ disuelto, precipitaciones). Se empleó el número correlativo de días como indicativo de estacionalidad climática. Cada paso en la regresión eliminó la variable ambiental con el efecto parcial más bajo indicado por el valor de probabilidad más alto, hasta que sólo persistieron las variables ambientales relacionadas ($p \leq 0,05$) a la abundancia de artrópodos (Zar, 1999). Estas pruebas estadísticas fueron realizadas con los programas InfoStat (2002) y Statgraphics (2005).

Se examinó el modelo de variación temporal y espacial de la comunidad de artrópodos correspondiente a 16 unidades taxonómicas reconocibles (UTR) presentes en los meses de noviembre, enero, marzo, abril y diciembre, utilizando la técnica de ordenación multidimensional no métrica (NMDS) según similitudes de Sorensen con el programa PCORD (McCune y Mefford, 1999). Los taxones seleccionados fueron *Ablabesmyia* sp., *Belostoma* spp., *Berosus* sp., *Caenis* sp., *Callibaetis* sp., Cladocera, *Cytheridella ilosvayi*, *Chironomus* sp., *Hyaella curvispina*, *Laccophilus* spp., *Neoplea* spp., Odonata, *Oxyethira*

sp., *Palaemonetes argentinus*, *Suphisellus* sp. y *Trichodactylus borellianus*. La elección de estos taxones se efectuó teniendo en cuenta que su abundancia relativa fuera >2%, o que su valor ecológico fuera >0,30. El valor ecológico (Rodríguez Capítulo, 1999) es inversamente proporcional al grado de tolerancia a la contaminación y varía desde 0,10 adjudicado a los invertebrados más tolerantes, hasta 1,9 otorgado a grupos más sensibles tales como ninfas de Ephemeroptera. El mencionado autor diseñó el Índice de Macroinvertebrados de Ríos Pampeanos (IMRP), que mide el grado de tolerancia de los invertebrados a diferentes contaminantes, basado en la sumatoria de valores de sensibilidad ecológica (Vx), índice que fue aplicado a ríos de la llanura pampeana de Argentina.

Resultados

Características de los sitios durante el periodo de estudio

Las precipitaciones de los años 1999, 2000 y 2001 no superaron los 1200mm anuales, mientras la del año 2002 alcanzó 1826mm. Los muestreos de noviembre de 1999, enero, marzo y agosto de 2000, y julio y octubre de 2001 correspondieron a períodos de escasas precipitaciones, y los de abril y diciembre de 2002 a períodos lluviosos.

La concentración de los iones mayoritarios en solución tuvo frecuentes cambios en su magnitud y proporción, que dieron lugar a distintos tipos iónicos en diferentes fechas de muestreo (Poi de Neiff *et al.*, 2003). En noviembre, enero, julio y agosto las aguas fueron sulfatadas sódicas, mientras que en marzo, abril, octubre y diciembre el agua fue predominantemente bicarbonatada sódica. El contenido de sulfatos (2980mg·l⁻¹) y cloruros (1885mg·l⁻¹) fue más elevado en el tramo inferior (PT). La concentración de O₂ disuelto en el agua (Tabla 1)

TABLA I
 CARACTERÍSTICAS FÍSICO QUÍMICAS DEL AGUA, IDENTIFICACIÓN ESPECÍFICA
 Y BIOMASA DE LA VEGETACIÓN EN LOS DISTINTOS SITIOS Y FECHAS DE MUESTREO.
 RÍO NEGRO. CHACO, ARGENTINA. 1999-2002

Sitio	Fecha	Transp. (cm)	O ₂ disuelto (mg·l ⁻¹)	DQO (mg·l ⁻¹)	Cond. (μS·cm ⁻¹)	Salin. (mg·l ⁻¹)	Nitros. (μg·l ⁻¹)	Amonio (μg·l ⁻¹)	P total (μg·l ⁻¹)	Biomasa (g·m ⁻²)	Especie vegetal*
SV		54	2,2	16	1150	530	10	30	750	8,2	1
LE	Nov '99	27	5,2	22	1500	553	30	40	650	18,4	1
R16		35	7,1	50	2000	890	80	40	450	17,5	1, 2
PT		44	s/d	275	7100	5935	70	100	190	27,5	3
SV		28	0,6	65	1600	195	5	5	900	11,4	1
LE	Ene '00	47	3,2	145	1850	238	10	40	1150	15,7	1
R16		21	1,7	90	1900	235	75	35	650	9,9	4
PT		43	0,6	185	7500	5386	45	20	400	7,2	3, 4
PS		s/d	s/d	s/d	10500	s/d	s/d	s/d	s/d	14,0	3
SV		51	0,7	25	570	489,5	5	5	1000	21,0	1
LE	Mar '00	32	4,2	48	310	283,3	20	5	900	38,4	1
PT		17	4,2	55	130	131,9	45	5	495	29,7	4
PS		9	1,2	36	230	85,8	10	45	180	21,7	4
SV		112	2,2	28	800	561	5	10	1200	22,5	1, 5
LE	Ago '00	46	6,7	40	480	212,5	85	5	400	20,0	1
PT		8	6,4	68	700	628,6	125	10	370	23,4	3
SV	Jul '01	54	4,2	30	800	905	10	10	180	10,7	1
PT		27	7,4	150	6000	6499	30	150	30	12,3	3
SV	Oct '01	55	3,1	37	1200	959	10	35	1200	22,8	1, 6
LE		38	3,8	47	950	580	40	30	1200	27,8	1, 7
R16		11	2,8	38	810	443,5	120	75	580	23,1	1
SV	Ab-02	30	2,5	37	250	172	90	185	660	8,8	1
LE		67	3,3	23	100	24	45	20	345	10,1	1
R16		60	3,7	24	100	29	40	30	450	11,6	1, 8
SV	Dic '02	40	2,1	s/d	1400	940	160	85	1300	24,7	1
LE		31	3,8	s/d	670	401	150	90	1200	21,6	1

SV: Salto La Vieja, LE: La Escondida, R16: Ruta 16, PT: Puerto Tirol, PS: Puente Ejército Argentino, DQO: demanda química de O₂, Cond.: conductividad, Salin.: salinidad, Nitros.: nitratos+nitritos, s/d: sin determinar.

* 1: *Hydrocotyle ranunculoides*, 2: *Azolla* sp., 3: *Panicum elephantipes*, 4: *Paspalum repens*, 5: *Ceratophyllum demersum*, 6: *Cabomba australis*, 7: *Salvinia* sp., 8: *Lemna* sp.

varió de 0,6mg·l⁻¹ (SV, enero 2000) a 7,4mg·l⁻¹ (PT, julio 2001). El contenido de materia orgánica disuelta (expresado según la demanda química de O₂ o DQO) y la concentración de N₂ inorgánico total (nitrato + amonio) fue variable entre sitios y fechas de muestreo. La conductividad eléctrica fue muy elevada durante el periodo de sequía extrema (noviembre, enero, julio) en los sitios con influencia antrópica y la salinidad del agua, expresada como la suma de los iones mayoritarios fluctuó entre 24mg·l⁻¹ (LE, abril 2002) y 6499mg·l⁻¹ (PT, julio 2001). La concentración de P total fue alta durante el periodo del estudio, con un valor promedio de 1053μg·l⁻¹.

El ACP aplicado a las características ambientales, agrupó tres sitios (SV, LE y R16) en los meses de mayor precipitación (abril y diciembre) y los separó de los mismos sitios en situación de estiaje (SV E, LE E y R16 E). El análisis segregó a PT y PS, caracterizados por presentar diferentes condiciones físico-químicas, tales como alta conductividad y salinidad, (Figura 2). La composición iónica (-0,44), biomasa de la vegetación (-0,41) y precipitaciones (0,49) fueron las variables que otorgaron el mayor aporte a la componente principal 1. Las variables fosfato (0,46), nitritos y nitratos (0,45) y conductividad (-0,43) representaron los mayores aportes en la conformación de la compo-

nente principal 2. El porcentaje acumulado de varianza explicada por las dos primeras componentes alcanzó 63%.

Características de la vegetación acuática

En todos los sitios se desarrolló vegetación arraigada emergente. La especie *Hydrocotyle ranunculoides* L. f. fue constante en el tramo medio de la cuenca (SV y LE), y en R16, la vegetación estuvo representada por *Paspalum repens* Berg. o *H. ranunculoides*. *Panicum elephantipes* Nees ex Trin. y *P. repens* fueron las macrófitas exclusivas de PT y PS. La biomasa de *H. ranunculoides* varió entre 8,2g·m⁻² y 38,4g·m⁻² (Tabla I). La máxima biomasa de *P. repens* y *P. elephantipes* se registró en PT en marzo y noviembre, respectivamente.

Comunidad de artrópodos: análisis de la densidad total

Se colectaron en total 76809 artrópodos. La abundancia media de artrópodos se muestra junto

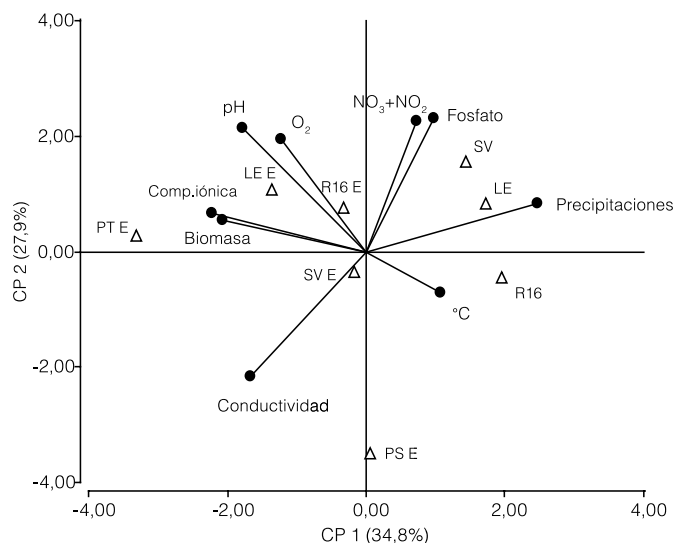


Figura 2. Relación entre variables ambientales (vectores con círculos negros) y sitios (triángulos) en periodos de estiaje (SV E; LE E; R16 E; PT E; PS E) y lluvioso (SV; LE; R16). Río Negro. Chaco, Argentina. 1999-2002.

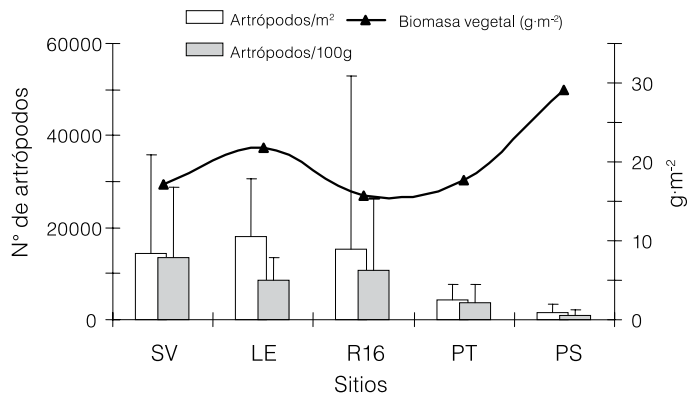


Figura 3. Abundancia media de artrópodos y biomasa vegetal en los distintos sitios. Río Negro. Provincia del Chaco. 1999-2002.

TABLA II
ANÁLISIS DE REGRESIÓN MÚLTIPLE ENTRE LA ABUNDANCIA DE LOS ARTRÓPODOS Y DIFERENTES VARIABLES (N= 11) CONSIDERADAS RÍO NEGRO. CHACO. ARGENTINA 1999-2002

Variables	Estimador	Error Estándar	R ² ajustado (%)
N° individuos/m ²			
Constante	4,36	0,14	0,00
Sustrato	-0,61	0,07	47,58
DQO	0,21	0,07	53,10
N° de individuos/100g ⁻¹			
Constante	5,40	0,27	0,00
Sustrato	-0,61	0,07	38,70
Biomasa	-1,04	0,18	60,41
DQO	0,21	0,07	64,35

con la biomasa vegetal media en los distintos sitios en la Figura 3, mientras que la variación temporal y espacial de la densidad de artrópodos se presenta en la Figura 4. VERIFICAR La abundancia media de artrópodos varió entre 197 (PT, agosto 2000) y 42775 ind/m² (R16, abril 2002), en tanto que osciló entre 79 (PT, agosto 2000) y 45539 ind/100g (SV, noviembre 1999). La abundancia fue significativamente mayor en SV y R16 que en PT y PS tanto al comparar el número de artrópodos/100g (ANAVA, $F_{4,52} = 14,46$; $p < 0,0001$) como el número de artrópodos/m² (ANAVA, $F_{4,52} = 13,65$; $p < 0,0001$). Según el test de Duncan, los sitios PS y SV fueron los más disímiles ($p < 0,05$).

La abundancia difirió significativamente entre las distintas especies de macrófitos, teniendo en cuenta tanto el número de individuos por unidad de superficie cubierta ($F_{2,61} = 29,25$; $p < 0,0001$), como el número de artrópodos por peso seco de plantas ($F_{2,61} = 20,06$; $p < 0,0001$). La mayor densidad de artrópodos

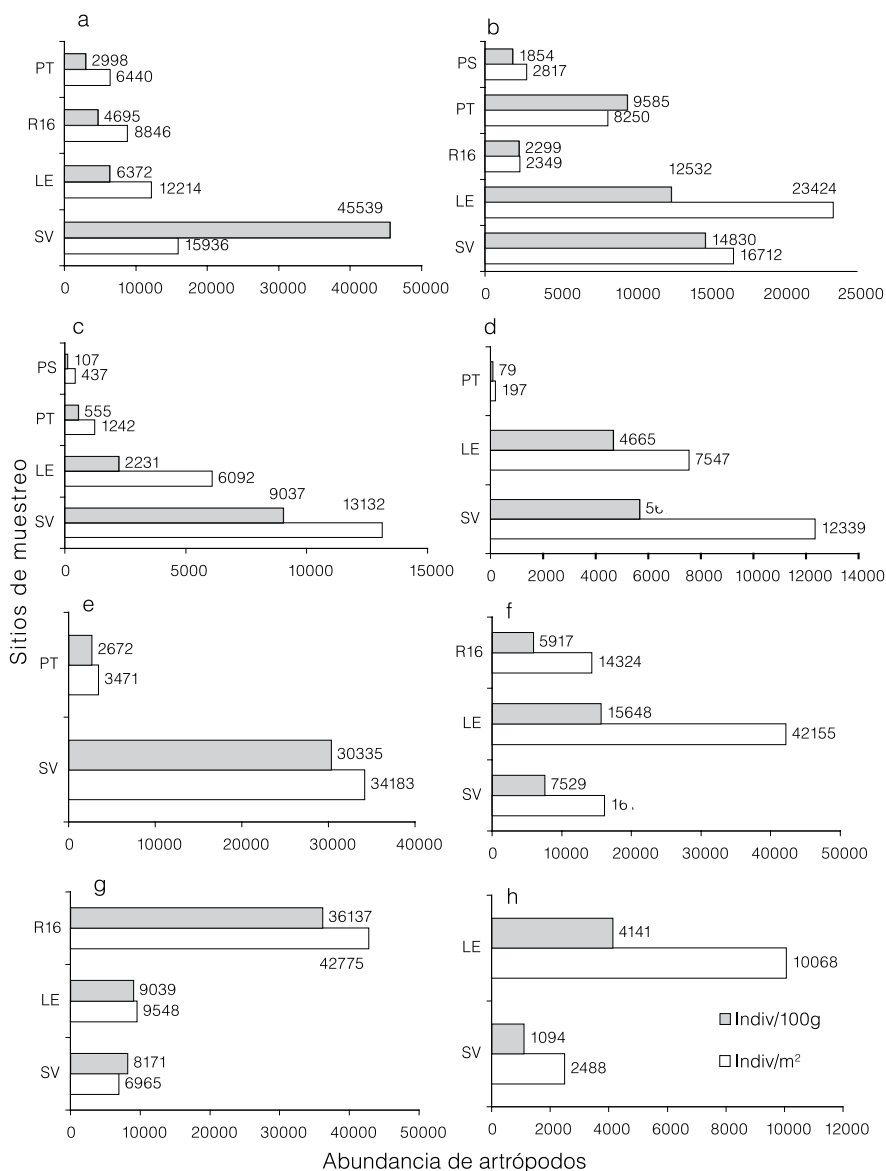


Figura 4. Variación temporal y espacial de la densidad de artrópodos/m² y de artrópodos/100g de materia vegetal seca. Río Negro. Chaco, Argentina. 1999-2002. a= Noviembre, b= Enero, c= Marzo, d= Agosto, e= Julio, f= Octubre, g= Abril, h= Diciembre. El desvío estándar varió entre 0,7 y 2242,6.

por peso seco de plantas como por unidad de superficie se observó en orden decreciente en *H. ranunculoides* > *P. elephantipes* > *P. repens*, (test de Duncan, $p < 0,05$) con mayor abundancia de artrópodos a menor biomasa vegetal.

El análisis de regresión múltiple reveló que la variable tipo de sustrato, o sea la especie vegetal, explicó el 47% de la variabilidad de la abundancia por unidad de superficie cubierta ($F_{2,61} = 36,67$; $p = 0,00$). En tanto, las variables biomasa vegetal y tipo de sustrato aportaron al 60% de la variabilidad expresada como número de artrópodos/100g ($F_{3,60} = 38,91$; $p = 0,00$). El análisis también seleccionó DQO para ambas expresiones de abundancia (Tabla II).

Con respecto a las variaciones temporales los valores máximos de la densidad total correspondieron a los meses de enero, octubre y abril, siendo escasas las precipitaciones en los dos primeros. La abundancia disminuyó en diciembre, en coincidencia con el periodo de mayor aporte de lluvias. Se verificaron diferen-

cias significativas en la abundancia de artrópodos entre fechas, considerando ambas expresiones de densidad, (artrópodos/100g: $F_{7,52} = 6,94$; $p < 0,0001$ y artrópodos/m²: $F_{7,52} = 4,30$; $p = 0,0008$). La mayor diferencia correspondió a los meses de marzo, agosto y diciembre (test de Duncan, $p < 0,05$).

Cabe mencionar que los resultados de este trabajo corresponden a un ciclo prolongado de escasas precipitaciones con diferencias poco acentuadas entre periodos de aguas bajas y altas del río Negro. De haberse producido un mayor aumento del caudal como el ocurrido durante el evento El Niño (octubre 1996-octubre 1998), se podrían haber constatado mayores diferencias entre fases hidrológicas.

Composición de la comunidad de artrópodos: variaciones espacio temporales

En los sitios estudiados, entre 70 y 88% de los grupos faunísticos fueron subrecesivos, con una abundancia $< 1\%$. *Chironomus* sp. fue una especie eudominante, en SV, LE y R16. En SV, además de *Chironomus* sp., otro taxón eudominante fue una especie de Cladocera. Seis taxones fueron dominantes, entre los que se hallan *C. ilosvayi*, *H. curvispina*, Copepoda, ninfas de *Callibaetis* sp. y larvas de *Ablabesmyia* sp. Ninfas de una especie de Caenidae fueron eudominantes en LE junto a *Chironomus* sp. Asimismo, estadios inmaduros de otras tres taxa de quironómidos: *Tanytarsus* sp., *Ablabesmyia* sp. y *Parachironomus* sp., al igual que Copepoda, fueron dominantes y caracterizaron la comunidad de artrópodos en este sitio. La comunidad de artrópodos en R16 estuvo representada por un único taxón eudominante, *Chironomus* sp., y dos dominantes, *Simocephalus serrulatus* Koch y una especie de Copepoda. En PT destacaron por su abundancia *Parachironomus*

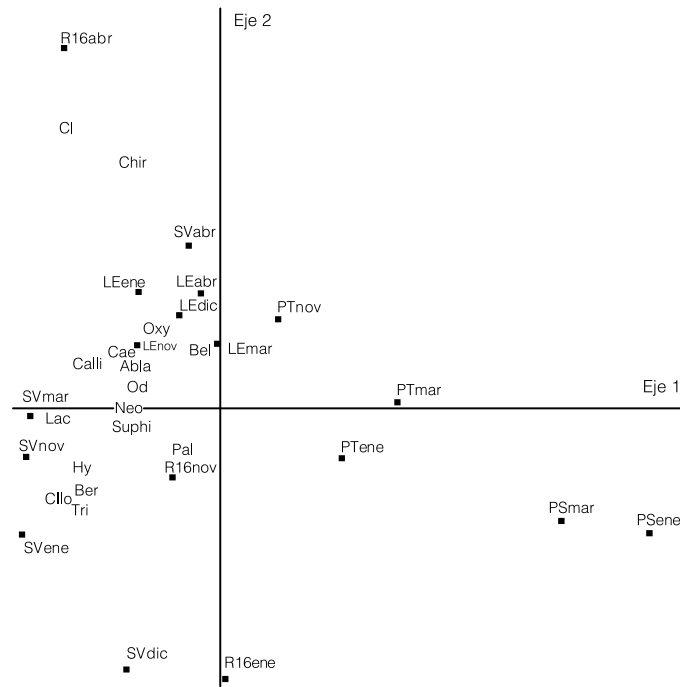


Figura 5. Ordenamiento bidimensional de la abundancia de 16 taxones de acuerdo a sitios y meses. Río Negro. Chaco, Argentina. 1999-2002. Abla: *Ablabesmyia* sp., Bel: *Belostoma* spp., Ber: *Berosus* sp., Cae: *Caenis* sp., Calli: *Callibaetis* sp., Cl: Cladocera, Cilo: *Cytheridella ilosvayi*, Chir: *Chironomus* sp., Hy: *Hyaella curvispina*, Lac: *Laccophilus* spp., Neo: *Neoplea* sp., Od: Odonata, Oxy: *Oxyethira* sp., Pal: *Palaemonetes argentinus*, Suphi: *Suphisellus* sp., Tri: *Trichodactylus borellianus*.

sp. y *Chironomus* sp., una especie de Collembola y larvas de Culicidae. No se recolectaron cladóceros en ninguna de las muestras provenientes de proximidades a centros urbanos (PT y PS), como tampoco anfípodos, tricópteros, o *Caenis* sp. La presencia de taxones de hábitos terrestres o semiacuáticos caracterizó a PS, mientras que crustáceos e insectos acuáticos fueron escasos.

El procedimiento de ordenación con el análisis NMDS mostró una respuesta de ordenamiento bidimensional que explicó el 75% de la variación total de los artrópodos, con 63% adjudicada al eje 2 y 37% al eje 1 (Figura 5). Los ejes explicaron una varianza significativa de acuerdo al test de permutación de Monte Carlo ($p = 0,032$), con un estrés final aceptable (9,6%) y baja inestabilidad (0,00007). El análisis segregó en el cuadrante derecho a los sitios del tramo bajo (PS y PT). En el cuadrante izquierdo se agrupó la abundancia de los artrópo-

dos seleccionados correspondientes a LE junto a SV del mes de abril en la parte superior. Los datos de SV de los restantes meses y de R16 del mes de noviembre se concentraron en la porción inferior del mismo cuadrante. El ordenamiento bidimensional de los taxones dominantes de artrópodos en el espacio, separó los sitios ubicados en el tramo medio, que mostraron una mayor abundancia, de los localizados en el tramo inferior. El ordenamiento indica que las diferencias en la abundancia de los taxones dominantes fueron más importantes entre tramos que entre periodos de aguas altas y estiaje.

Los datos de abundancia de *Chironomus* sp. ($r = -0,69$), Cladocera ($r = -0,52$) y *C. ilosvayi* ($r = 0,46$) tuvieron mayor relación sobre el eje 1, y los taxones con mayor incidencia sobre el eje 2 fueron *Ablabesmyia* sp. ($r = 0,49$), *C. ilosvayi* ($r = 0,43$) y *Callibaetis* sp. ($r = 0,42$). En noviembre, enero y marzo *H. curvispina*, *T. borellianus*, *C. ilosvayi*, *Neoplea*

sp., *Suphisellus* sp. y *Laccophilus* sp. se asociaron a SV, *P. argentinus* a R16, y *Oxyethira* sp. (Trichoptera), *Ablabesmyia* sp., *Caenis* sp., *Belostoma* sp. y Odonata a LE. En abril, *Chironomus* sp. se asoció a SV, y LE, donde también fueron abundantes las ninfas de *Americabaetis* sp. y tres especies de Cladocera que se vincularon a R16.

Discusión

La vegetación acuática mostró baja diversidad y difirió de la registrada en lagunas de la planicie del río Paraná (Poi de Neiff y Carignan, 1997). En lugares con alto tenor de materia orgánica se desarrollan *P. repens* y *P. elephantipes*; esta última especie prospera también en los bordes del río Paraná y en canales interiores Neiff (1986a) y ambas perecen si la conductividad se mantiene $> 5000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ por periodos mayores a un año (Neiff, 1986b). La conductividad en el área de estudio alcanzó valores muy elevados, superando el límite de tolerancia de los hidrófitos en PT y PS, motivo por el cual en algunos sitios no se desarrolló la vegetación, no siendo posible la toma de muestras.

El número promedio de artrópodos que albergaron las comunidades de *H. ranunculoides* se mantuvo dentro del rango de abundancia de la mesofauna asociada a otros hidrófitos flotantes (Poi de Neiff y Neiff, 1984). La menor abundancia de artrópodos en *P. repens* con relación a las otras macrófitas puede ser atribuible a la arquitectura de estas plantas emergentes con una menor superficie relativa para la colonización de organismos acuáticos (Takeda et al., 2003).

El tipo de sustrato y la biomasa de la vegetación acuática son los factores que explicaron más del 50% de la variabilidad de la abundancia. En concordancia, Wissinger (1999) expresa que la composición específica de las macrófitas acuáticas es un

factor biológico significativo para la comunidad de invertebrados en los humedales, y Poi de Neiff y Neiff (2006) afirman que la biomasa de las plantas acuáticas en un determinado ambiente influye en la abundancia y riqueza de invertebrados.

Batzer y Wissinger (1996) aseveran que conjuntamente con los factores bióticos, la fecha de muestreo, el período hidrológico y los factores físico-químicos del medio acuático, influyen en la composición y abundancia de invertebrados. El análisis de componentes principales mostró que además de la biomasa de plantas, la composición iónica del agua, la concentración de P, nitritos y nitratos, y la lluvia caída en la cuenca, son las variables de mayor incidencia en la caracterización de la fauna de artrópodos de los sitios en los diferentes tramos y con distintas condiciones hidrológicas.

Con respecto al O₂ disuelto, se considera que una concentración de 5mg·l⁻¹, es la mínima necesaria para sustentar la vida acuática (Donoso *et al.*, 2000), aunque en el río Negro se reportaron anteriormente peces en sitios con concentración de O₂ de 2mg·l⁻¹ e incluso menores (Poi de Neiff *et al.*, 2003). En este estudio aunque el O₂ disuelto fue bajo la abundancia de artrópodos fue alta, en particular en sitios alejados de la acción antrópica.

Las características físicas y químicas del agua condicionan la distribución y abundancia de ostrácodos, cladóceros y copépodos. Por ejemplo, algunas especies de ostrácodos requieren para su supervivencia valores de O₂ disuelto entre 2,9 y 9,5mg·l⁻¹ (Delorme, 2001), aunque en el río Negro *C. ilosvayi* fue muy abundante en SV y R16 (enero y marzo), sitios con bajo O₂ disuelto (0,6-1,7mg·l⁻¹). Por otra parte, mientras que los ostrácodos se desarrollan en un intervalo de salinidad amplio, de 10 a 74800mg·l⁻¹, este factor limita la distribución y abundancia

de cladóceros (Delorme, 2001). Esta restricción en la distribución fue notoria en este estudio, siendo *Ilyocryptus paranaensis* el único cladóceros que resistió un máximo de 890mg·l⁻¹ de salinidad, mientras que ostrácodos y copépodos se distribuyeron en sitios con concentraciones de sales de hasta 5935 y 6499mg·l⁻¹, respectivamente.

H. curvispina estuvo presente en seis de los ocho meses muestreados, en sitios con valores de conductividad eléctrica que variaron entre 100 y 2000μS·cm⁻¹ y la mayor densidad se registró en un sitio con conductividad elevada (1150μS·cm⁻¹). Una relación significativa entre la abundancia de este anfípodo y la conductividad fue encontrada también por Galassi *et al.* (2006) y en arroyos del sur de Argentina (Miserendino y Pizzolón, 2000).

La mayor densidad de artrópodos en situación de estiaje del río coincide con distintos autores que señalan un aumento en la densidad de la mesofauna en el período de bajante (Poi de Neiff y Neiff, 1984; Medianero y Samaniego, 2004; Kikuchi y Sanches Uieda, 2005). Estudios en el río Negro referidos al zooplancton (cladóceros, copépodos, rotíferos, protozoos) revelan alta densidad de esta comunidad en bajante debido al efecto de concentración (Frutos, 1998). En este trabajo, la densidad de cladóceros asociados a la vegetación resultó mayor en estiaje, al igual que la de ostrácodos y copépodos.

H. curvispina, *T. borellianus* y *Dilocarcinus pagei*; así como larvas y pupas de *Oxyethira* sp. (Trichoptera) y ninfas de Ephemeroptera prevalecieron en los meses lluviosos, composición semejante a la mencionada en situaciones de inundación por Poi de Neiff (1990).

Se observaron pocos taxones dominantes y Chironomidae fue una familia eudominante en PT, SV, LE y R16. La dominancia numérica de este grupo en los ambientes acuáticos es referida en nu-

merosos estudios efectuadas en un tramo del río Paraná (Paparello de Amsler, 1996), así como en ríos de otros países (Trivinho-Strixino *et al.*, 2000; Moretto *et al.*, 2003; Medianero y Samaniego, 2004; Mastrantuono y Mancinelli, 2005; Peralta *et al.*, 2007).

La abundancia total difirió entre sitios y fechas de muestreo, aunque el análisis de regresión múltiple indicó que el sustrato vegetal fue la variable de mayor peso. Dado que en los distintos tramos del río no crecen las mismas especies de plantas, no se pudo demostrar si la disminución en la abundancia en el tramo bajo fue consecuencia del tipo de sustrato o del efecto de la acción antrópica. Con respecto a la composición de las colectividades de artrópodos, las diferencias entre tramos fueron más importantes que entre condiciones hidrológicas.

Se destaca la cantidad y variedad de los artrópodos asociados a las áreas vegetadas y se resalta la importancia del sustrato vegetal en el mantenimiento de la diversidad de la biota acuática y en el funcionamiento del sistema.

AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecen a A. Bachmann, M. Archangelsky, E. Domínguez, A. Paggi, C. Armúa, M. Frutos y Collins P, especialistas que colaboraron en la identificación sistemática de algunos grupos, y a J.J. Neiff, Director del Centro de Ecología Aplicada del Litoral (CECOAL) y al personal técnico por su valiosa ayuda.

REFERENCIAS

Allan JD, Castillo MM (2007) *Stream Ecology Structure and Function of Running Waters*. Springer. Dordrecht, Holanda. 429 pp.

Agostinho AA, Bini LM, Gomes LC, Ferreira JH, Pavanelli CS, Agostinho CS (2004) Fish assemblages. En Thomaz SM, Agostinho AA, Hahn NS (Eds.) *The Upper Parana River and its Floodplain: Physical Aspects, Ecology and Conser-*

vation. Backhuys. Kerkwerve, Holanda. pp. 223-246.

Batzer DP, Wissinger SA (1996) Ecology of insect communities in nontidal wetlands. *Ann. Rev. Entomol.* 41: 75-100.

Bruniard E (1987) Atlas geográfico de la Provincia del Chaco. El medio natural. *Geográfica* 5: 1-61.

Cartron JLE, Molles MC, Schuetz JF, Craeford CS, Dahm CN (2003) Ground Arthropods as potential indicators of flooding regime in the riparian forest of the middle Rio Grande, New Mexico. *Env. Entomol.* 32: 1075-1084.

Davis PM, Bunn SE, Hamilton SK (2008) Primary production in tropical streams and rivers. En Dudgeon D (Ed.) *Tropical Stream Ecology*. Elsevier. San Diego, CA, EEUU. pp. 23-42.

Delorme LD (2001) Ostracoda. En Thorp JH, Covich AP (Eds.) *Ecology and Classification of North American Freshwater Invertebrates*. Academic Press. Nueva York, EEUU. pp. 811-848.

Donoso T, Núñez J, Barra J (2000) Calidad físico-química del agua del río Damas, Osorno, Chile. *Rev. Medio Amb* 13: 97-119.

Fernández HR, Domínguez E (2001) *Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos*. Editorial Universitaria. Tucumán, Argentina. 282 pp.

Frutos SM (1998) Densidad y diversidad del zooplancton en los ríos Salado y Negro-Planicie del río Paraná-Argentina. *Rev. Bras. Biol.* 58: 431-444.

Galassi ME, Franceschini MC, Poi de Neiff ASG (2006) Population estimates of *Hyaella curvispina* Shoemaker (Amphipoda) in aquatic vegetation of Northeastern Argentinian ponds. *Acta Limnol. Bras.* 18: 101-108.

Hynes HBN (1970) *The Ecology of Running Waters*. Liverpool University Press. Liverpool, RU. 555 pp.

InfoStat (2002) *InfoStat version 1.1*. Grupo InfoStat. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

Kikuchi RM, Sanches Uieda V (2005) Composição e distribuição dos macroinvertebrados em diferentes substratos de fundo de um riacho no município de Itatinga, São Paulo, Brasil. *Entomol. Vect.* 12: 193-231.

Maamri A, Pattee E, Doledec S, Chergui H (2005) The benthic macroinvertebrate assemblages in the Zegzel-Cherraa, a partly-temporary river system, Eastern Morocco. *Ann. Limnol, Int. J. Lim.* 41: 247-257.

- Mastrantuono L, Mancinelli T (2005) Littoral invertebrates associated with aquatic plants and bioassessment of ecological status in Lake Bracciano (Central Italy). *J. Limnol.* 64: 43-53.
- McCune B, Mefford MJ (1999) *PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data.* Version 4. MjM Software Design, Glendale Beach, OR, EEUU.
- Medianero E, Samaniego M (2004) Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. *Fol. Entomol. Mex.* 43: 279-294.
- Metzeling L, Chessman B, Hardwick R, Wong V (2003) Rapid assessment of rivers using macroinvertebrates: the role of experience, and comparisons with quantitative methods. *Hydrobiologia* 510: 39-52.
- Miserendino ML, Pizzolón LA (2000) Macroinvertebrates of a fluvial system in Patagonia: altitudinal zonation and functional structure. *Arch. Hydrobiol.* 150: 55-83.
- Moretto Y, Higuti J, Takeda AM (2003) Spatial variation of the benthic community in the Corumbá reservoir, Goiás, Brazil. *Acta Sci. Biol. Sci.* 25: 23-30.
- Morrone JJ (2001) *Biogeografía de América Latina y el Caribe.* Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 148 pp.
- Neiff JJ (1986a) Sinopsis ecológica y estado actual del Chaco oriental. *Amb. Subtrop.* 1: 5-35.
- Neiff JJ (1986b) Aquatic macrophytes of Paraná River. En Walker KF, Davies BR (Eds.) *The Ecology of River Systems.* Junk. La Haya, Holanda. pp. 599-621.
- Neiff JJ, Poi de Neiff ASG, Canón Verón MB (2009) The role of vegetated areas on fish assemblage of the Paraná river floodplain: effects of different hydrological conditions. *Neotrop. Icthiol.* 7: 37-48.
- Paporello de Amsler G (1987) Fauna asociada a las raíces de *Eichhornia crassipes* en cauces secundarios y tributarios del río Paraná en el tramo Goya-Diamante. *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Lit.* 18: 37-50.
- Paporello de Amsler G (1996) *Organismos Asociados a la Hydrofitia en una Laguna del Valle Aluvial del río Paraná.* Tesis. INALI, Santa Fe, Argentina. 73 pp.
- Peralta LA, Deloya C, Moreno-Casasola P (2007) Insectos acuáticos asociados a los lagos interdunarios de la región Central del estado de Veracruz, México. *Neotrop. Entomol.* 36: 342-355.
- Petts G, Calow P (1996) *River Biota, Diversity and Dynamics.* Blackwell. Oxford, RÚ. 257 pp.
- Poi de Neiff ASG (1990) Categorización funcional de los invertebrados en ríos de llanura del Chaco Oriental (Argentina). *Rev. Bras. Biol.* 50: 875-882.
- Poi de Neiff ASG (2003) Macroinvertebrates living on *Eichhornia azurea* Kunth in the Paraguay river. *Acta Limnol. Bras.* 15: 55-63.
- Poi de Neiff ASG, Carignan R (1997) Macroinvertebrates on *Eichhornia crassipes* roots in two lakes of the Paraná river floodplain. *Hydrobiologia* 345: 185-196.
- Poi de Neiff ASG, Neiff JJ (1984) Dinámica de la vegetación flotante y su fauna en charcos temporarios del sudeste del Chaco (Argentina). *Physis* 42: 53-67.
- Poi de Neiff ASG, Neiff JJ (2006) Riqueza de especies y similitud de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del Río Paraná (Argentina). *Interciencia* 31: 220-225.
- Poi de Neiff ASG, Patiño C, Neiff JJ, Ramos O (2003) Características limnológicas del tramo bajo del Río Negro (Chaco, Argentina). *FACENA* 19: 67-85.
- Rodríguez Capítulo A (1999) Los macroinvertebrados como indicadores de calidad de ambientes lóticos en el área pampeana. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 58: 208-217.
- Rosenberg DM, Resh VH (1996) Use of aquatic insects in bio-monitoring. En Merritt RW, Cummins KW (Eds.) *An Introduction to the Aquatic Insects of North America.* Kendall-Hunt. Dubuque, IA, EEUU. pp. 87-97.
- Smith H, Wood PJ, Gunn J (2003) The influence of habitat structure and flow permanence on invertebrate communities in karst spring systems. *Hydrobiologia* 510: 53-66.
- Souza-Franco GM, Takeda AM (2000) Invertebrates associated with *Paspalum repens* (Poaceae) at the mouth of Caracu Stream (1991-1992), affluent of the Paraná River, Porto-Rico (PR) Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 43: 317-325.
- Statgraphics (2005). *Centurion XV.* Version 15.2.06. StatPoint Technologies, Inc. Warrenton, VA, EEUU.
- Takeda AM, Souza-Franco GM, Melo SM, Monkolski A (2003) Invertebrados asociados a macrófitas acuáticas da planície de inundação do alto rio Paraná (Brasil). En Thomaz SM, Bini LM (Eds.) *Ecologia e Manejo de Macrófitas Aquáticas.* Universidade Estadual de Maringá, Brasil. pp. 243-260.
- Trivinho-Strixino S, Correia ICS, Sonoda K (2000) Phytophilous Chironomidae (Diptera) and other macroinvertebrates in the Ox-Bow Infernã Lake (Jatí Ecological Station, Luiz Antônio, SP, Brazil). *Rev. Bras. Biol.* 60: 527-535.
- USEPA (2002) *Methods for Evaluating Wetland Condition: An Invertebrate Index of Biological Integrity for Wetlands.* EPA-822-R-02-019. Environment Protection Agency. Washington DC, EEUU. 329 pp.
- Varela ME, Di Persia DH, Bonetto AA (1980) La fauna bentónica y su relación con la contaminación orgánica en el Río Negro, Provincia del Chaco (Argentina). Estudio preliminar. *ECOSUR* 7: 201-221.
- Wissinger SA (1999) Ecology of wetland invertebrates. Synthesis and applications for conservation and management. En Batzer DP, Rader RB, Wissinger SA (Eds.) *Invertebrates in Freshwater wetlands of North America: Ecology and Management.* Wiley. Nueva York, EEUU. pp. 1043-1086.
- Zabala MT (1999) *El Valle Aluvial del Río Negro. Programa de Gestión Ambiental.* Tesis. Universidad Nacional del Nordeste, Argentina. 142pp.
- Zar JH (1999) *Biostatistical Analysis.* Prentice Hall. Upper Saddle River, New Jersey, EEUU. 718 pp.

INTERCIENCIA

REVISTA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE AMÉRICA

SUSCRIPCIONES EN VENEZUELA 2012

INDIVIDUAL

Bs.F. 200

INSTITUCIONAL

Bs.F. 245

e-mail: interciencia@gmail.com subs@revistainterciencia.org

www.interciencia.org