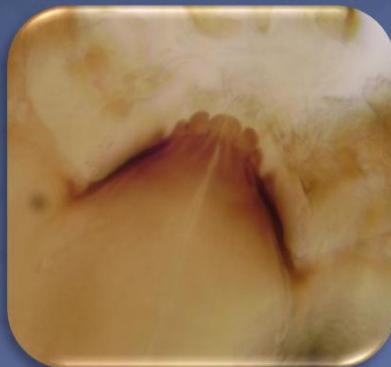


*Distribución y abundancia  
de la fauna de  
Chironomidae (Diptera)  
en un arroyo serrano  
(Córdoba, Argentina).*



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO  
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICA Y NATURALES  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES



**ZANOTTO ARPELLINO, Juan Pablo**

**2013**



UNIVERSIDAD NACIONAL DE RIO CUARTO  
FACULTAD DE CS. EXACTAS FCO–QUIMICA Y NAT.  
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS NATURALES

Trabajo Final para optar por el título de grado:  
Licenciatura en Ciencias Biológicas

# Distribución y abundancia de la fauna de Chironomidae (Díptera) en un arroyo serrano (Córdoba, Argentina)

Por: ZANOTTO ARPELLINO, Juan Pablo

Director: Dra. GUALDONI, Cristina Mabel

Co-director: M. Sc. OBERTO, Ana María

Tribunal evaluador:

Dra. GUALDONI, Cristina Mabel .....

M. Sc. OBERTO, Ana María .....

Dr. BEDANO, José Camilo .....

## **AGRADECIMIENTOS**

Todo mi mayor agradecimiento a:

- ✚ En primer lugar a **Mabel Gualdoni**, por ser una gran persona. Como profesora y directora me oriento y me brindo todo su conocimiento, sin guardarse nada. Por su paciencia, dedicación, por sus consejo y por haber aceptado que forme parte de su grupo de trabajo.
- ✚ **Ana Oberto**, por toda su apoyo, consejos y por las correcciones que tanto enriquecieron al manuscrito. Por alentarme durante la ardua tarea de realización de la tesina.
- ✚ **José Camilo Bedano** por sus valiosas correcciones y aportes, que enriquecieron al manuscrito.
- ✚ **Graciela Raffaini** por sus sugerencias, incentivo y su alegría, que hicieron más agradable la terea de todos los días.
- ✚ **Romina Príncipe** por ser una gran persona, excelente profesional, que con su enorme paciencia siempre estuvo ahí para solucionar mis dudas.
- ✚ **Marisel Boccolini**, una esplendida compañera de trabajo que me incursiono en el tema y a pesar de que la vida nos deparo caminos separados, fue una gran guía en mis primeros pasos de formación sobre los macroinvertebrados y me brindo todo su conocimiento.
- ✚ A mis compañeros de laboratorio, **Soledad Abraham, Daniela Barbero, Cintia Barroso y Javier Márquez**, con los cuales pasamos mañanas y tardes trabajando, mate de por medio, masitas y las infaltables risas y por su ayuda cuando aparecía un “bicho raro”.
- ✚ **Marcelo Arana y Antonia Oggero**, que me dieron todo su apoyo, consejos y el aliento en mis momentos más flojos. Por la información que me brindaron para este trabajo.
- ✚ A la Dra. **Analía Paggi**, que me brindo la información necesaria para completar mi tesina y los conocimientos que ningún libro te da sobre los quironómidos.
- ✚ A **Ludmila Rodríguez**, por ser todo en mi vida, por hacer que todo brille a mí alrededor, por aguantarme en los días de mal humor, por los ricos mates mientras escribía, por esperarme con la cena lista cuando vuelvo de trabajar... simplemente por ser mi mujer.

- ✚ A mi familia, **Adalberto, Nancy, Maximiliano y Andrea**, que me alentaron a seguir mis estudios universitarios y gracias a ellos estoy finalizando esta etapa.
- ✚ A la **Familia Rodríguez**. A **Ramón, Liliana, Emanuel y Virginia** que son mi familia en Rio Cuarto. Me adoptaron desde un primer momento como parte de su familia. Me ayudaron, aconsejaron en todo momento.
- ✚ A **mi abuela Porota**, tan solo por ser mi abuela. Le tengo que agradecer a Dios por haberme tocado una abuela como ella, es única e irremplazable, por su gran cariño, preocupación, por sus llamados tan solo para saber cómo estaba.
- ✚ A **Doli y Sole**, que en los últimos años las he tenido cerca y me han apoyado en todo y ayudado en la toma de decisiones. Por sus risas que me alegraron más de una vez.
- ✚ A todos **mis compañeros**, con los que empecé, con los que me encontré en el camino y aquellos con los que finalizo esta etapa. Muchas gracias por su apoyo y consejos.
- ✚ A **Beatriz Montón, Roberto Aldeco, Agustín Rodríguez** por haberme dado trabajo y poder así terminar mis estudios.
- ✚ A la **Secretaría de Ciencia y Técnica** de la Facultad de Ciencias Exactas, Físico-químicas y Naturales, por el apoyo económico para la realización de este trabajo.
- ✚ A la **Universidad Nacional de Rio Cuarto**, por haberme permitido ser parte de ella y por haberme brindado una formación libre y gratuita.

## Índice General

	Pág.
Índice de tablas.....	06
Índice de figuras.....	06
<b>1. Resumen.....</b>	<b>09</b>
<b>2. Introducción.....</b>	<b>11</b>
<b>3. Objetivos.....</b>	<b>18</b>
<b>3. 1. Objetivo general.....</b>	<b>18</b>
<b>3. 2. Objetivos específicos.....</b>	<b>18</b>
<b>4. Materiales y Metodología de trabajo.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Área de estudio.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.1. Ubicación geográfica.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.2. Características climáticas.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.3. Geología y Geomorfología.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.5. Hidrología Superficial.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.6. Fitogeografía.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1.7. Uso del Suelo .....</b>	<b>22</b>
<b>4.2. Sitio de estudio .....</b>	<b>22</b>
<b>4.3- Toma de muestras y procesamiento en el laboratorio.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.1. Muestras cualitativas.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3.2. Muestras cuantitativas.....</b>	<b>27</b>
<b>4.4. Análisis de datos.....</b>	<b>28</b>
<b>5. Resultados .....</b>	<b>32</b>
<b>5.1. Variables hidráulicas y fisicoquímicas.....</b>	<b>32</b>
<b>5.2. Cría de quironómidos en laboratorio.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3. Comunidad bentónica.....</b>	<b>35</b>
<b>5.4. Fracción derivante.....</b>	<b>44</b>
<b>5.5. Relación Bentos-Deriva.....</b>	<b>49</b>
<b>6. Discusión.....</b>	<b>52</b>
<b>6.1. Variables hidráulicas y fisicoquímicas.....</b>	<b>52</b>
<b>6.2. Cría de quironómidos en laboratorio.....</b>	<b>52</b>
<b>6.3. Comunidad bentónica.....</b>	<b>54</b>
<b>6.4. Fracción derivante.....</b>	<b>58</b>
<b>6.5. Relación Bentos-Deriva.....</b>	<b>60</b>

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

6.6. Consideraciones finales.....	63
7. Conclusiones.....	65
8. Bibliografía.....	68

Índice de Tablas

	Pág.
<b>Tabla 5.1.</b> Valores promedio ( $\pm$ desvío estándar) de las variables hidráulicas y porcentaje de la granulometría del sedimento, en corredera y rabión del arroyo Achiras (Córdoba)...	32
<b>Tabla 5.2.</b> Valores promedio ( $\pm$ desvío estándar) de velocidad de corriente, profundidad y ancho húmedo para cada estación del año en los hábitat estudiado del arroyo Achiras (Córdoba).....	33
<b>Tabla 5.3.</b> La temperatura del agua y la del aire del arroyo Achiras durante el periodo de muestreo.....	33
<b>Tabla 5.4.</b> Valores promedio ( $\pm$ D.e.) de las variables químicas del agua del arroyo Achiras, Córdoba.....	34
<b>Tabla 5.5.</b> Número de ejemplares de quironómidos del arroyo Achiras (Córdoba), criados en laboratorio.....	34
<b>Tabla 5.6.</b> Lista sistemática de Chironomidae (Díptera) colectados en el arroyo Achiras (Córdoba).....	35
<b>Tabla 5.7.</b> Densidad media de las especies bentónicas de quironómidos del arroyo Achiras.....	38
<b>Tabla 5.8.</b> Pruebas ANOVA de dos vías sobre los atributos estructurales de la comunidad bentónica.....	39
<b>Tabla 5.9.</b> Densidad media de deriva de las especies de quironómidos del arroyo Achiras.....	44
<b>Tabla 5.10.</b> Pruebas ANOVA de dos vías sobre los atributos estructurales del ensamble de quironómidos derivantes.....	46

Índice de Figuras

	Pág.
<b>Figura 1.1.</b> Ciclo de vida de Chironomidae (Adaptado de Walker, 1987).....	12
<b>Figura 4.1.</b> Ubicación del sitio de muestreo en el arroyo Achiras (Córdoba, Argentina).....	23
<b>Figura 4.2.</b> Hábitats fluviales de corredera y rabión en el arroyo Achiras, Córdoba.....	24

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

<b>Figura 4.3-</b> Frasco de cría utilizado con la metodología inicial.....	25
<b>Figura 4.4.</b> Dispositivo de cría. A: Bandejas con circulación constante del agua. B: Frasco de cría con dos aberturas a los lados para favorecer la circulación dentro del mismo.....	26
<b>Figura 4.5.</b> Redes para el muestreo de los quironómidos del Arroyo Achiras. A: Red de Surber; B: Red de deriva.....	27
<b>Figura 5.1.</b> Porcentaje de emergencia en laboratorio de cada subfamilia de Chironomidae.....	35
<b>Figura 5.2.</b> Abundancia relativa de las especies de quironómidos bentónicos en el arroyo Achiras.....	37
<b>Figura 5.3.</b> Gráficos de caja de las variables biológicas bentónicas en las cuales ANOVA detectó diferencias significativas.....	40
<b>Figura 5.4.</b> Curvas de Rango-abundancia para cada estación del año en los hábitats de corredera (A) y rabión (B).....	41
<b>Figura 5.5.</b> Dendrograma resultante de la aplicación del TWINSPAN a las muestras de quironómidos bentónicos.....	42
<b>Figura 5.6.</b> Esquema integral que muestra la relación entre variables hidráulicas que caracterizan a cada hábitat y la distribución porcentual de quironómidos bentónicos determinada por TWINSPAN.....	43
<b>Figura 5.7.</b> Abundancia relativa de las especies de quironómidos derivante en el arroyo Achiras.....	45
<b>Figura 5.8.</b> Variación de la equitatividad de los quironómidos derivantes, en los hábitats (A) y en las estaciones del año (B).....	46
<b>Figura 5.9</b> Curvas de Rango-abundancia de los hábitats de corredera (A) y rabión (B), para cada estación del año.....	47
<b>Figura 5.10.</b> Log <sub>10</sub> de la abundancia de quironómidos bentónicos y derivantes en los hábitats en estudio para cada estación del año.....	48
<b>Figura 5.11.</b> Abundancia relativa bentónica (A) y derivante (B) de las subfamilias de quironómidos del arroyo Achiras, según las estaciones del año.....	49
<b>Figura 5.12.</b> Densidad bentónica (A) y densidad de deriva (B) de las subfamilias de quironómidos del arroyo Achiras, según cada hábitat.....	50

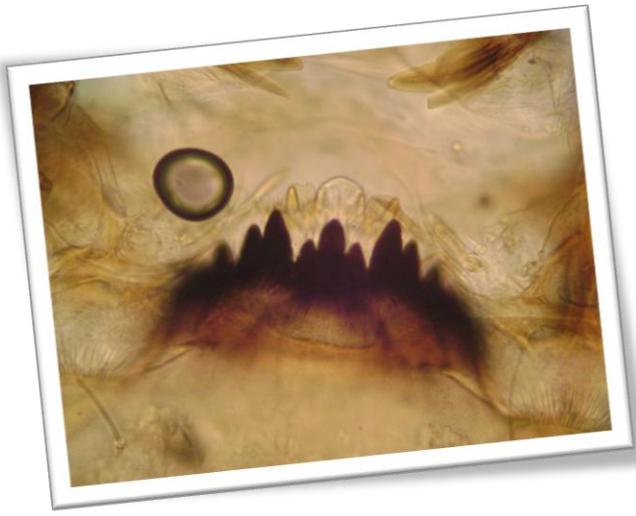


# ***Resumen***



## **1. RESUMEN**

Chironomidae es una de las familias más abundantes y diversas en los ecosistemas de agua dulce. Son considerados excelentes indicadores del estado de salud ambiental de los hábitats acuáticos. Constituyen una parte integral de las cadenas tróficas, sirviendo de alimento a muchos organismos. Nuestro objetivo fue obtener los tres estadios del ciclo biológico mediante la cría en laboratorio y analizar la dinámica de la taxocenosis de Chironomidae en hábitat de corredera y rabión del A° Achiras (Córdoba, Argentina). Para la cría de organismos, se colectaron muestras cualitativas, sustrato y agua del arroyo del sitio de muestreo. En laboratorio, los individuos fueron criados individualmente mediante un dispositivo de circulación constante de agua, distintos ítems alimenticios y sustrato orgánico e inorgánico. Los adultos emergentes, junto con las exuvias larvales y pupales correspondientes, se conservaron con alcohol 70%. Además, se tomaron muestras cuantitativas de bentos y deriva, y se registraron variables ambientales en las cuatro estaciones del año, entre 2007 y 2008. Las larvas se identificaron al máximo nivel taxonómico posible. Para cada hábitat y estación se determinó densidad bentónica y densidad de deriva, riqueza, Índice de Shannon y equitatividad. Los datos se analizaron mediante ANOVA de dos vías y curvas de rango-abundancia. Mediante la cría se obtuvo un porcentaje de emergencia de aproximadamente un 38%. Tanypodinae presentó el mayor número de individuos que completaron el ciclo, seguida por Chironominae y Orthoclaadiinae. Las metodologías de cría utilizadas permitieron lograr un número relativamente bajo de adultos emergentes, probablemente se debió a la dificultad de reproducir exactamente, en laboratorio las condiciones naturales de un ambiente rítrónico. Se registraron 25 taxa para el bentos y 24 taxa para la deriva pertenecientes a cuatro subfamilias. En el bentos dominó *Thienemannimyia* sp. y en la deriva, *Corynoneura* sp. Los mayores valores de densidad bentónicas correspondieron a corredera de invierno, los de riqueza a corredera y rabión de invierno, los del Índice de Shannon a rabión de invierno y otoño, y los de equidad a rabión de otoño. Las diferencias fueron significativas en todas las variables biológicas consideradas. La mayor densidad de deriva se registró en rabión de otoño, la riqueza más alta en corredera de invierno, y los Índices de Shannon más elevados fueron semejantes en ambos hábitats en verano. Solo se registraron efectos significativos para hábitat y estación del año sobre la equidad. Las curvas de rango-abundancia mostraron que la especie dominante, en ambas fracciones, depende del hábitat y la estación del año. El presente trabajo posibilitó conocer la dinámica temporal y espacial de los quironómidos bentónicos y derivantes en un arroyo serrano. Las variables biológicas analizadas pusieron en evidencia que la distribución espacio-temporal de cada subfamilia estaría en relación con los diferentes requerimientos autoecológicos que deberán ser estudiados puntualmente para cada especie.



# ***Introducción***



## **2. INTRODUCCIÓN**

Los Chironomidae (Díptera) por su gran plasticidad ecológica y su considerable abundancia y riqueza específica, constituyen uno de los grupos faunísticos del macrobentos de mayor interés para el completo conocimiento de los sistemas acuáticos continentales. Estos insectos son conocidos comúnmente como “mosquitos no picadores”, debido al escaso desarrollo de las mandíbulas en los adultos, y algunas larvas reciben el nombre de “gusanos de sangre” por la presencia de hemoglobina. Los machos adultos, presentan antenas plumosas con un largo flagelo apical característico, y en ambos sexos la única rama de la vena M del ala es de importancia diagnóstica (Paggi, 2009)

El ciclo vital comprende cuatro estados de duración desigual: huevo, larva, pupa y adulto (o imago) (Fig. 1). El ciclo comienza con la puesta de huevos en el agua o en la vegetación sumergida. Son depositados en masas gelatinosas que en contacto con el agua se dilatan y adoptan diferentes formas según el taxón, pueden ser cilíndrica, esférica, cinta, etc. El desarrollo embrionario dura aproximadamente 40 horas (Trivinho-Strixino, 2011). En el siguiente estado, se suelen distinguir cuatro estadios larvarios, se caracterizan a través de las medidas de la cápsula cefálica (Schmid, 1993). La duración del estado larval puede ser menor a dos semanas o prolongarse a varios años, dependiendo de la especie y de las condiciones ambientales. El primer estadio puede ser plantónico, y es a menudo difícil de muestrear. Los estadios posteriores son por lo general bentónicos. Hacia el final del cuarto estadio, la región torácica de la larva comienza a expandirse con la formación del tegumento de la pupa y tejidos del adulto.

La duración de los estados de pupa y adulto es muy corta en comparación con la fase larvaria, extendiéndose desde unas horas a varios días. La pupa suele permanecer oculta en el sustrato, hasta que completa su desarrollo y cuando recibe los estímulos adecuados, nada hacia la superficie del agua y eclosiona el adulto, que como consecuencia desprende la exuvia pupal. En la etapa adulta tienen lugar las funciones de reproducción y dispersión. La mayoría de los adultos no se alimentan ya que sus piezas bucales suelen estar muy reducidas y el intestino atrofiado. La cópula tiene lugar generalmente en el aire cuando una hembra se acerca a un enjambre de machos. Después de la cópula, la hembra deposita los huevos y mueren inmediatamente, mientras que otras pueden vivir unas horas (Coffman & Ferrington, 1996; Casadella, 2007).

Hay una gran diversidad en cuanto al número de generaciones anuales que pueden presentar los quironómidos, y por tanto hay especies que pueden ser univoltinas, bivoltinas o multivoltinas (Pinder, 1986; Armitage *et al.*, 1995).

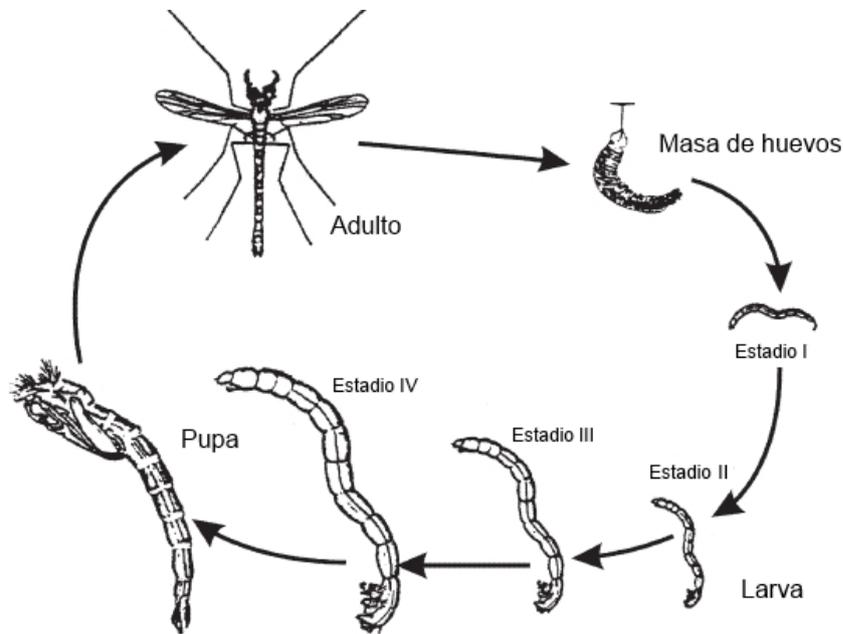


Figura 1.1. Ciclo de vida de Chironomidae (Adaptado de Walker, 1987)

Chironomidae es una familia cosmopolita, que se puede encontrar en todas las regiones zoogeográficas del mundo. Se distribuyen desde el Ártico hasta la Antártida, desde los mares hasta montañas con nieve permanente y desde los cuerpos de agua más prístinos hasta los más contaminados. Varias especies son semiterrestres, algunas totalmente terrestres (incluso pueden vivir en estiércol de vaca), y otras se encuentran en la zona intermareal de las costas marinas (Ashe *et al.*, 1987).

En el mundo hay aproximadamente 5.000 especies descritas, distribuidas en 330 géneros y 10 subfamilias. Es el grupo de insectos más abundante en los sistemas acuáticos de agua dulce (Pinder, 1983; Cranston, 1995), con fases larvarias asociadas principalmente con las comunidades bentónicas y las macrófitas (Trivinho-Strixino & Strixino, 1991, 1999; Trivinho-Strixino *et al.*, 1998; Poi de Neiff & Neiff, 2006), constituyendo así un componente fundamental del ambiente fluvial (Marziali *et al.*, 2006). El número de especies de quironómidos por lo general representa, al menos, el 50% de la composición de macroinvertebrados en estos ambientes (Coffman & Ferrington, 1984).

A pesar de la importancia del grupo y del considerable número de estudios que se han realizado en las últimas décadas en el campo de la Limnología, estos insectos han captado la atención de escasos investigadores, por lo cual existe poca información sobre su biología, sistemática y ecología (Strixino, 1973; Trivinho-Strixino & Strixino, 1989; Masferro *et al.*, 1991; Corbi & Trivinho-Strixino, 2006). La causa principal de la frecuente omisión en la mayoría de los estudios hidrobiológicos ha sido su complejidad sistemática, la cual está siendo sometida a constantes y profundas revisiones. Estudios taxonómicos sobre Chironomidae como los de Freeman (1959, 1961) y el de Tokunaga (1964) consideran para la identificación sólo individuos adultos. Sin embargo, la sistemática actual de quironómidos depende de la integración de las características morfológicas de todas las fases del ciclo vital. Para ello se utiliza material obtenido de la cría en laboratorio, el cual permite tener una correcta asociación entre los estados del ciclo biológico (larva, pupa y adulto) (Bolton, 1992; Trivinho-Strixino & Strixino, 1995; Cranston & Martin, 2012).

También en América de Sur, el conocimiento de la diversidad de Chironomidae es aún bastante escaso y se considera que la riqueza del grupo se encuentra por debajo del 50% de los valores esperados (Ashe *et al.*, 1987). En Argentina, el 22% de las 170 especies hasta ahora descritas no pueden reconocerse por ser sus descripciones insuficientes y no haberse conservado el material tipo. Además, la ausencia de claves para la identificación obliga a recurrir a las confeccionadas para el hemisferio norte (Paggi, 1998), como las de Wiederholm (1983), Merrit & Cummins (1996), Epler (2001). Durante mucho tiempo en nuestro país, los trabajos fueron principalmente taxonómicos (Paggi, 1998; 2009). Sin embargo, en los últimos años se han llevado a cabo estudios ecológicos que establecen ciertas asociaciones de quironómidos con variables ambientales (Paggi & Rodríguez-Capítulo, 2002; Medina & Paggi, 2004; García & Añón- Suárez, 2007; Tejerina & Molineri, 2007; Medina *et al.*, 2008; Príncipe *et al.*, 2008).

Las investigaciones sobre metodología de cría de Chironomidae son bastante escasas (Epler, 2001; Mendes, 2002; Habashy, 2005), y en general los artículos consideran sólo una especie en particular (Biever, 1965; Trivinho-Strixino, 1980; Trivinho-Strixino & Strixino, 1982; Strixino & Trivinho-Strixino, 1985; Sibley *et al.*, 1998; Zilli *et al.*, 2008, 2009). Esta carencia de información representa una dificultad al momento de poner en práctica la cría de larvas en laboratorio.

Los estados inmaduros tienen un rol destacado en las redes tróficas de las comunidades acuáticas, lo que representa una importante relación entre los productores primarios (fitoplancton y algas bentónicas) y los consumidores, principalmente peces, pero también aves y anfibios (Tokeshi, 1995; Epler, 2001). Las larvas participan en los primeros pasos del ciclo de la materia orgánica que es utilizada por los organismos detritívoros (Paggi, 1998). Además, su rápido recambio generacional y su elevada tasa de crecimiento garantizan la disponibilidad de biomasa en el dinámico ecosistema acuático (Menzie, 1981).

Las larvas de quironómidos son omnívoras oportunistas, pueden utilizar una gran variedad de productos alimenticios (Cummins & Klug, 1979). En general, pueden ingerir cinco tipos de alimentos: detritus, algas y microorganismos asociados, macrófitas, trozos de madera e invertebrados (Berg, 1995). Según el tipo de alimentación, las larvas pueden ser agrupadas en seis categorías: colectores recolectores, colectores filtradores, trituradores, raspadores, depredadores engullidores y depredadores perforadores (Coffman & Ferrington, 1996). La filtración es el proceso de alimentación más común entre las subfamilias los quironómidos (Oliver, 1971). Los depredadores están comúnmente representados por individuos de la subfamilia Tanypodinae y se alimentan de presas, con frecuencia superiores a 1 mm (Berg, 1995). Sin embargo, es importante mencionar que la mayoría de los quironómidos no se limitan a un único tipo de alimentación, como señalan Nessimian y Sanseverino (1998) y Nessimian *et al.* (1999).

Debido a su alta diversidad y abundancia, como a los diferentes grados de tolerancia y sensibilidad a las distintas condiciones del medio, estos organismos son considerados excelentes indicadores en estudios de vigilancia de calidad de aguas, y esenciales en la tipificación de los hábitats acuáticos (Paine & Gaufin, 1956; Roback, 1974; Simpson & Bode, 1980; Paggi, 1999; Boccolini *et al.*, 2005; Marziali *et al.*, 2006).

Los insectos bentónicos de los sistemas lóticos poseen adaptaciones morfológicas y etológicas para resistir el efecto de la corriente, sin embargo, muchos se desprenden accidentalmente del sustrato y son desplazados aguas abajo, constituyendo la deriva (Waters, 1972). Si bien todos los organismos del bentos están sujetos a la posibilidad de ser arrastrados aguas abajo, no todos tienen la misma predisposición, y por lo tanto la composición de la fracción derivante difiere de la bentónica (Elliott, 1967; Neveu, 1974; Corkum, 1978). Los efemerópteros; plecópteros; larvas de tricópteros, desnudas o con estuches livianos, y dípteros, especialmente quironómidos, tienen mayor posibilidad de ser

transportados (Waters, 1966; Allan, 1987; Irvine & Henriques, 1984; Obi & Conner, 1986; Corigliano *et al.*, 1987).

Uno de los factores abióticos que ejerce mayor influencia sobre la comunidad bentónica es el caudal, cuyas fluctuaciones, asociadas normalmente a variaciones en la velocidad de corriente, afectan, en gran medida a los valores de deriva (Minshall & Winger, 1968; Elliott, 1970; Dance & Hynes, 1979). La deriva presenta amplias fluctuaciones estacionales, con incremento en los meses cálidos (Waters, 1961; Corigliano *et al.*, 1987; Ghetti *et al.*, 1991). El riesgo a derivar también se eleva en las etapas de pre-emergencia, cuando los organismos bentónicos, con formas adultas aéreas, abandonan la protección del fondo para alcanzar la superficie del agua. La deriva de estos insectos constituye un componente importante para el equilibrio de otros niveles tróficos, especialmente para los peces (Elliot, 1967; Allan, 1995).

En los ambientes lóticos de la Provincia de Córdoba, se han estudiado extensamente las comunidades de macroinvertebrados en tramos potámicos y ritrónicos (Corigliano, 1989; Gualdoni *et al.*, 1994; Gualdoni & Corigliano, 2005; Principe & Corigliano, 2006, Gualdoni *et al.*, 2009), pero sólo un trabajo se ha enfocado en la estructura y la composición de los ensamblajes de Chironomidae (Principe *et al.*, 2008). Cabe destacar que la mayoría de estos estudios ha tratado sólo tres de las seis subfamilias presentes en Argentina (Chironominae, Orthocladiinae y Tanypodinae).

En el sistema fluvial Achiras-del Gato se están realizando los primeros aportes al conocimiento de las comunidades de macroinvertebrados (Orpella, 2007; Barbero, 2009, Ffrench, 2011; Gualdoni & Oberto, 2012; Barroso, 2013; Gualdoni *et al.*, en prensa). El estudio de la biota de este arroyo adquiere importancia ya que en un tramo próximo a las cabeceras se construyó recientemente la Presa Achiras, destinada a regular crecidas, proveer agua potable y favorecer la atracción turística. Esta obra producirá cambios hidráulicos que podrían alterar las características limnológicas, los procesos abióticos, y en consecuencia la biodiversidad.

El presente estudio abordó el análisis de la taxocenosis de Chironomidae del bentos y la fracción derivante del arroyo Achiras, tanto desde el aspecto taxonómico como ecológico. Además, se realizó la cría de larvas en laboratorio, cuya finalidad es asociar los tres estados (larva, pupa y adulto) del ciclo biológico de cada unidad taxonómica. Esto posibilitará, en un futuro próximo, confirmar las identificaciones a nivel de género y determinar la diversidad a nivel específico.

## **2.1. Hipótesis**

Los antecedentes y fundamentaciones presentados posibilitaron elaborar las siguientes hipótesis:

- La taxocenosis de Chironomidae del bentos del arroyo Achiras presentará entidades propias y entidades comunes con otros sistemas fluviales del centro del país, en relación a la distribución estacional de los organismos.
- Debido a que la deriva es una parte de la comunidad bentónica que abandona el substrato y es arrastrada por la corriente, la fracción derivante de Chironomidae será semejante al componente bentónico.
- En los hábitats de corredera y rabión, las taxocenosis de Chironomidae bentónicos y derivantes se caracterizarán por una diversidad y estructura propia.



# ***Objetivos***



### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo General:**

Analizar la dinámica estacional de la taxocenosis de Chironomidae (Díptera) en hábitats de corredera y rabión del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina).

#### **3.2. Objetivos Específicos**

- Obtener los tres estados del ciclo biológico de Chironomidae (larva, pupa y adulto), mediante la cría en laboratorio, ajustando la metodología según los requerimientos de los organismos.
- Analizar la abundancia y diversidad de la fauna de Chironomidae bentónicos y de la fracción derivante del arroyo Achiras en los hábitats de corredera y rabión.
- Evaluar la dinámica temporal de los ensambles de Chironomidae en el bentos y en deriva.



# ***Materiales y Métodos***



#### 4. MATERIALES Y METODOLOGÍA DE TRABAJO

##### 4.1-Área de estudio

##### 4.1.1- Ubicación geográfica.

La Cuenca Achiras-del Gato, se encuentra al oeste del departamento Río Cuarto, Provincia de Córdoba. El arroyo Achiras, al igual que otros ríos y arroyos de la región, tiene su nacimiento en el extremo sur de la vertiente oriental de las Sierras de Comechingones. Discurre al norte de la localidad serrana de Achiras, de la cual toma su nombre, y en la zona de llanura, adopta la denominación de arroyo del Gato. Recorre unos 120 km y descarga en los Bañados del Tigre Muerto, al sur de la localidad de San Basilio (DI.P.A.S., 2001; Degiovanni, 2005; Doffo *et al.*, 2005).

##### 4.1.2- Características climáticas.

En la cuenca, el clima es Mesotermal Subhúmedo-Húmedo con nula o poca deficiencia de agua y un régimen de precipitaciones variable, con alternancia de ciclos húmedos y secos. En el área serrana las lluvias alcanzan aproximadamente unos 934 mm anuales, de los cuales 77% se concentran en primavera-verano (Degiovanni, 2005). La temperatura media anual es de 16,5 °C, y varía de 9,2°C en julio a 22,8°C en enero y los vientos predominantes son procedentes del N y NE (Caviglia, 2002; Degiovanni, 2005).

##### 4.1.3- Geología y Geomorfología.

La cuenca del arroyo Achiras-del Gato queda comprendida en dos provincias geológicas, la cuenca alta en la Provincia Geológica Sierras Pampeanas y la cuenca media y baja en la Provincia Geológica Llanura Chaco-Pampeana. La primera está constituida por relieves montañosos cristalinos antiguos, y la segunda, de gran extensión, está constituida a partir de bajadas aluviales de las formaciones superficiales, es poligénica y policrónica, con sedimentos eólicos y aluviales que conforman la superficie plana actual (DI.P.A.S., 2001; Caviglia, 2002). En la cuenca alta el relieve dominante es denudativo y está conformado por megabloques de basamento submeridianos, escalonados hacia el este y sur. En la morfología dominan relieves suavizados y amplios valles con relleno e interfluvios rebajados heredados de antiguos ciclos de erosión expuestos o en vías de exhumación. El relieve periserrano es fuertemente ondulado por la presencia de bloques de basamento pedimentados o bajadas pleistocenas disectadas, con cubierta loessoide subordinada (Degiovanni, 2005). El arroyo ha labrado su cauce en materiales variados, que consisten en toscas, arena fina con gravas

dispersas, conglomerados finos y gruesos, limos y arcillas, y también rocas del basamento cristalino (DI.P.A.S., 2001).

#### 4.1.5- Hidrología superficial.

Desde el punto de vista hidrográfico es una cuenca endorreica, a pesar que desde hace varias décadas, el hombre se ha empeñado en imponerle un carácter exorreico mediante canalización artificial. Se pueden definir dos grandes ambientes hidrológicos interconectados: I) la región serrana, planicies onduladas e intermedias caracterizadas por redes de drenaje organizadas, en general de carácter permanente y nivel freático medianamente profundo, y II) el ambiente asociado a aéreas planas o deprimidas, donde el drenaje es anárquico, el nivel freático poco profundo o aflorando, con proliferación de lagunas o bañados (Degiovanni & Blarasin, 2005). En el área serrana recibe el aporte de numerosos tributarios permanentes y temporarios que generan una red hidrográfica de tipo angular-subdendritica, como resultado del fuerte control estructural. Este arroyo esta jerarquizado como un curso de 6° orden, que drena una superficie de 95.145 km<sup>2</sup> con una longitud total de 165 km (Caviglia, 2002; Degiovanni, 2005).

El arroyo Achiras-del Gato tiene un régimen hidrológico de tipo torrencial, ya que las precipitaciones dominantes son de alta intensidad, favorecido por las características geológicas y el modo de ocupación del territorio. En la región serrana, las rocas de muy baja permeabilidad, las altas pendientes y el deterioro de la cubierta vegetal (por sobrepastoreo, quemadas reiteradas, etc.), provocan escurrimientos rápidos, concentración en cortos periodos de tiempo, generándose así crecidas muy importantes (Degiovanni & Blarasin, 2005)

#### 4.1.6- Fitogeografía.

La biota de los ambientes serranos de Córdoba pertenece a la Provincia Biogeográfica del Chaco, incluida en la Subregión Chaqueña, Región Neotropical, Reino Holotropical (Morrone, 2006). Se caracteriza por bosques caducifolios xerófilos combinados con estepas de Poaceae, Cactaceae y Bromeliaceae terrestres y cerca de los ríos bosques en galería (Arana & Bianco, 2011).

Debido a que los ambientes serranos presentan una gran variación altitudinal, su vegetación está constituida principalmente por cinturones o pisos de vegetación (Luti *et al.*, 1979; Oggero & Arana, 2012). Las principales unidades de vegetación que pueden observarse son Bosque, Estepa arbustiva (“romerillal”), Estepa herbácea (“pastizal”) y Pradera o

“mallines” (Vischi *et al.*, 1999; Oggero & Arana, 2012). En el Bosque serrano, que se extiende entre los 500 a 1350 msnm, predominan el "molle" (*Lithrea molleoides* (Vell.) Engl.), el "coco" (*Zanthoxylum coco* Gillies ex Hook.f. & Arn.) y el “espinillo” (*Vachellia caven* (Molina) Eigler & Ebinger). Como especies acompañantes se pueden encontrar “manzano del campo” (*Ruprechtia apetala* Wedd.) y “tala” (*Celtis ehrebergiana* (Klotzsch) Liebm.) (Oggero & Arana, 2012). El Arbustal serrano, se extiende desde los 800 msnm. hasta los 1700 msnm. Se caracteriza por la presencia de *Heterothalamus alienus* (Spreng.) Kuntze “romerito” y *Acanthostyles buniifolius* (Hook. & Arn.) R.M. King & H. Rob. “romerillo”, acompañados en menor medida por la "carqueja" (*Baccharis articulata* (Lam.) Pers.) (Oggero & Arana, 2012). La Estepa herbácea aparece por encima de los 800 msnm. y está formada por pastizales de *Festuca hieronymi*, *Nasella filiculmis* y *Schizachyrium condensatum* (Vischi *et al.*, 2001). Las Praderas o “mallines” son pantanos temporarios que se ubican en relación a un sustrato hiperhúmedo con suelo incipiente, con la presencia de Cyperaceae y Juncaceae, sin límite altitudinal estricto (Oggero & Arana, 2012).

#### 4.1.7- Uso del Suelo.

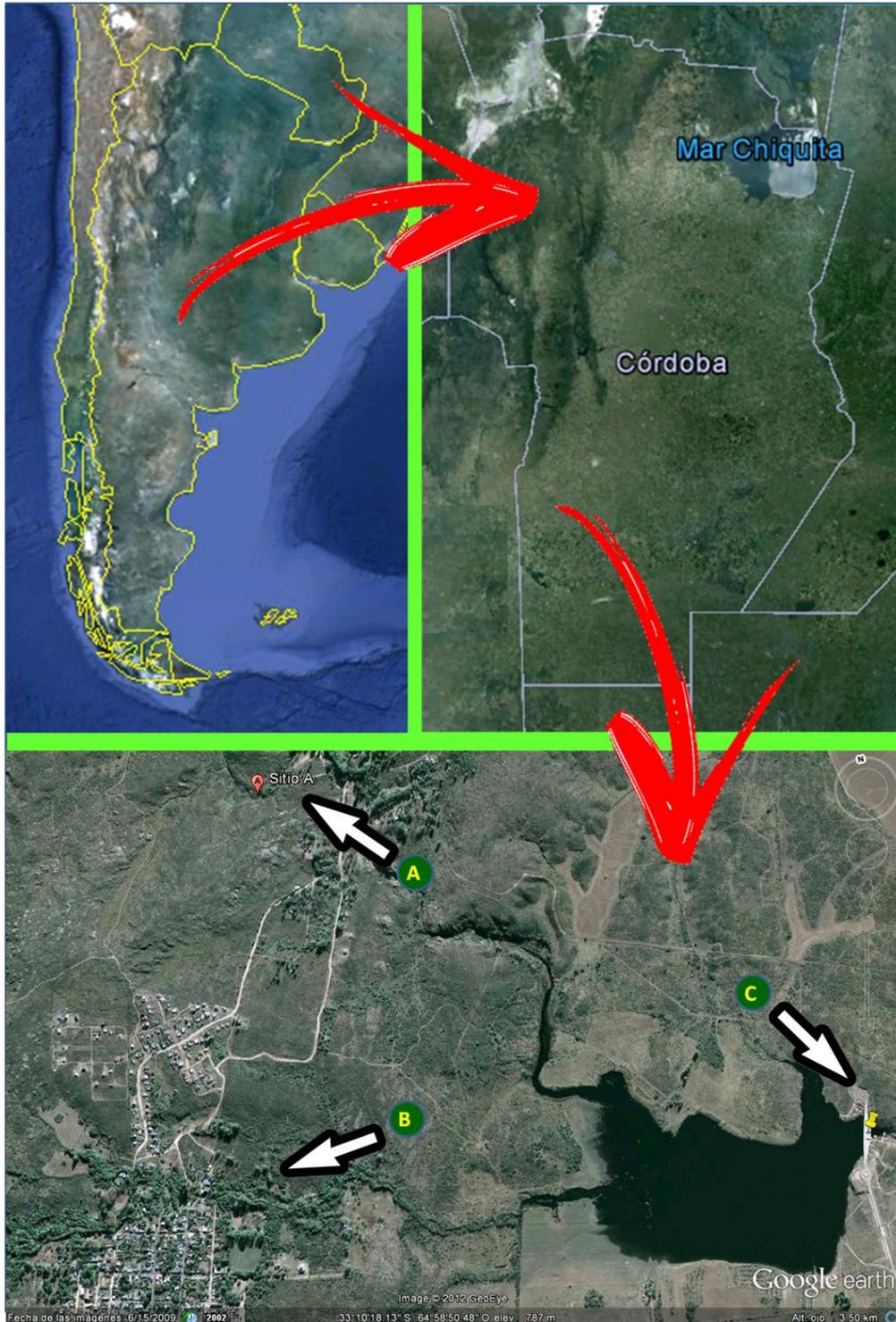
La localidad de Achiras, cuenta con una población estable de 2553 habitantes (Indec, 2010, *com. pública*) y una temporaria en época estival que asciende notoriamente. Este pequeño núcleo urbano, tiene una economía basada principalmente en la actividad turística y en segundo término en la agrícola-ganadera, con aprovechamiento de pasturas naturales y/o pasturas implantadas, considerando una población rural de baja a media densidad de desarrollo en los campos, puestos y estancias existentes en la zona. En menor grado se explota la minería, con canteras de rocas de aplicación (granitos y mármoles) y ocasionalmente se extraen áridos del cauce del arroyo (DI.P.A.S., 2001; Degiovanni, 2005).

#### 4.2- Sitio de estudio

El sitio de estudio está ubicado en la zona de ritron del arroyo Achiras situado a 810 msnm, y entre 33°09'24" S y 64°59'5" O, en proximidades de la población del mismo nombre (Fig. 4.1). Se encuentra aproximadamente a 1000 metros río arriba del área de la Presa Achiras. Es un ambiente natural con pocos signos de alteración, no obstante cabe mencionar la presencia de un balneario de atracción turística ubicado 400 metros río abajo. Presenta una vegetación riparial continua, constituida por *Geoffroea decorticans*, *Celtis ehrebergiana*, *Cortaderia selloana*, *Vachellia caven* y gramíneas, como *Poa* sp. Las

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

especies introducidas están representadas esencialmente por *Salix* sp. Entre las especies acuáticas encontramos *Myriophyllum brasiliense*, *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Stuckenia* sp. y *Polygonum* sp. (Orpella, 2008).



**Figura 4.1.** Ubicación del sitio de muestreo en el arroyo Achiras (Córdoba, Argentina).

Referencias: A: Sitio de muestreo; B: Localidad de Achiras; C: Presa Achiras.

Se pueden distinguir dos tipos de hábitats fluviales: corredera y rabi6n (Fig. 4.2). Las correderas son tramos relativamente poco profundos, donde el agua discurre suavemente, con moderada velocidad de corriente, y turbulencia superficial escasa o ausente. En estos ambientes los procesos de transporte y sedimentaci6n superan a los de erosi6n. Los rabi6nes presentan fondo rocoso, donde el agua fluye rápidamente sobre rocas total o parcialmente sumergidas que producen considerable turbulencia. En estos tramos predominan los procesos erosivos (Gualdoni, *com. pers.*).



**Figura. 4.2.** Hábitats fluviales de corredera y rabi6n en el arroyo Achiras, Córdoba.

#### **4.3-** Toma de muestras y procesamiento en el laboratorio

En el presente estudio se trabaj6 con muestras cualitativas destinadas a la cría de larvas de quiron6midos y con muestras cuantitativas para analizar la estructura de la taxocenosis de Chironomidae bent6nicos y la fracci6n derivante, en diferentes hábitats.

##### **4.3.1-** Muestras cualitativas

Con la finalidad de crear una colecci6n de preparados fijos con asociaciones larva-pupas-adultos de cada especie, se realizaron colectas cualitativas para obtener larvas vivas para su posterior cría en laboratorio. Las larvas se colectaron en hábitats de corredera y rabi6n del arroyo Achiras. Se utiliz6 una red de mano de 300  $\mu$  de abertura de malla, y se colocaron en frascos plásticos de 500 ml, con tapa a rosca y llenos hasta sus 2/3 de agua del arroyo, como máximo. Esto permite incrementar la relaci6n superficie-volumen entre el líquido contenido y el aire circundante, elevando así la concentraci6n de oxígeno disponible (Mendes, 2002). Además, se agreg6 sustrato para disminuir el daño físico de las larvas debido al movimiento del líquido (Mendes, 2002). Para su traslado, las muestras se depositaron en

una conservadora portátil con congelantes con el fin de reducir el metabolismo y el nivel de estrés, y disminuir la mortalidad por aumento de temperatura, incrementándose así la probabilidad de supervivencia. Adicionalmente se colectaron exuvias de pupas en lugares con vegetación y poca velocidad de corriente y adultos vivos para los que se utilizaron trampas de luz. Conjuntamente se tomaron muestras de sustrato y de agua del arroyo para su posterior utilización en el laboratorio.

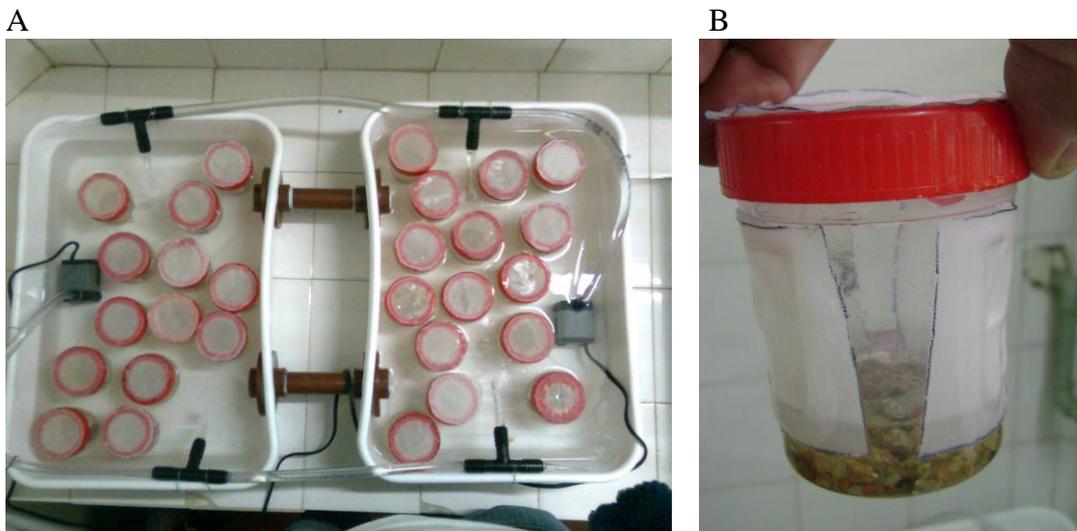
En laboratorio cada muestra se colocó en una bandeja blanca y se separaron las larvas y pupas de Chironomidae con pinzas entomológicas de punta fina, que posteriormente se reemplazó por una pipeta, ya que las pinzas podrían dañar a las larvas (Epler, 2001). Los individuos fueron depositados individualmente en recipientes de cría de 100 ml, rotulados. En cada frasco se colocó arena del sitio de muestreo, esterilizada en estufa a 40° C, durante 48 horas, y 40 ml de agua del arroyo, previamente filtrada, para asegurar que no estuvieran presentes otros organismos. Para permitir el intercambio de oxígeno con el ambiente y retener el adulto al momento de la emergencia, los frascos se cubrieron con microtul de 300µ de abertura de malla (Fig. 4.3). Los recipientes se revisaron diariamente y se recambió el agua con una pipeta. Las larvas se alimentaron cada dos días con alimento escamado para peces tipo *Shulet Carassius*. Una vez emergido el adulto se lo colocó, junto con sus exuvias larval y pupal en tubos Eppendorf con alcohol 70% rotulados. Este procedimiento de cría no arrojó resultados satisfactorios, ya que a los 4 o 5 días se observó enturbiamiento del agua, una capa mucilaginosa en las paredes de los frascos y, en muchas ocasiones, se encontró la larva muerta.



**Figura 4.3-** Frasco de cría utilizado con la metodología inicial.

Debido a la baja emergencia registrada con la metodología anterior, se realizaron algunos cambios en la técnica. Para evitar el rápido deterioro de la calidad del agua debido al

estancamiento, se montó un dispositivo para mantener una circulación constante, utilizando dos bandejas plásticas interconectadas con dos tubos (Fig. 4.4 A). Dentro de cada bandeja se colocó una bomba Champion CX-500, para imitar la corriente del arroyo. En una primera instancia, se utilizó agua del arroyo pero, debido a la rápida disminución de su calidad, que podría atribuirse a la carga de materia orgánica, se decidió cambiar por agua de red previamente declarada. Para optimizar la circulación en los recipientes de cría, se realizaron dos aberturas en sus paredes que se cubrieron con tela de 300 $\mu$  pero, como esta abertura de malla no permitía un buen pasaje de agua, posteriormente se reemplazó por una doble capa de 500 $\mu$ . Esta abertura posibilitó una mayor renovación del agua reteniendo las larvas pequeñas dentro de los frascos (Fig. 4.4 B).



**Figura 4.4.** Dispositivo de cría. A: Bandejas con circulación constante del agua. B: Frasco de cría con dos aberturas a los lados para favorecer la circulación dentro del mismo.

En cuanto a la alimentación, se suplementó la comida para peces con individuos muertos de Tubificinae y de larvas de Chironomidae (Mendes, 2002). Además, se agregó a los frascos una pequeña porción de musgo (Charophyta, Bryidae) (Chase & Reveal, 2009) proveniente del sitio de muestreo, con el fin de aportar a las larvas otro tipo de alimento, incrementar la oxigenación del agua y brindar superficie de apoyo para las especies constructoras de estuches. Los recipientes se controlaron diariamente para detectar la presencia de adultos. En caso positivo, el emergente se conservó en tubos Eppendorf con alcohol 70%, junto a sus exuvias larval y pupal.

#### 4.3.2- Muestras cuantitativas

Se trabajó con muestras colectadas en hábitat de corredera y rabión, durante invierno y primavera del año 2007, y verano y otoño de 2008. Para cada estación del año y hábitat se tomo un total de 3 muestras para la comunidad bentónica y 3 muestras para la fracción derivante. Se analizó un total de 24 muestras de bentos y 24 de deriva (3 muestras x 4 estaciones x 2 hábitat).

Las muestras de bentos se tomaron con redes de Surber de 300  $\mu$ m de abertura de malla (Fig. 4.5 A). Los individuos derivantes se colectaron con redes de deriva de 100 cm de largo y 300  $\mu$ m de abertura de malla (Elliott, 1970) y un área rectangular de la boca de red de 24 x 8 cm (0,0192 m<sup>2</sup>) (Fig. 4.5 B). Se colocaron debajo de la superficie, en la mitad de la columna de agua del agua, para excluir el neuston y el bentos. Las redes se ubicaron en cada hábitat durante 30 minutos. Las muestras fueron tomadas entre las 9:00 y 11:00 hs para evitar muestrear la deriva comportamental.

A



B



**Figura 4.5.** Redes para el muestreo de los quironómidos del Arroyo Achiras. A: Red de Surber; B: Red de deriva.

Las muestras se fijaron en campo con formol al 4%. Además, se registraron las variables hidráulicas del canal fluvial: profundidad, ancho, velocidad de corriente, y variables físicas y químicas: turbidez, sólidos sedimentables, temperatura del agua, oxígeno disuelto, conductividad, pH y composición iónica. El ancho húmedo del canal fluvial se midió usando una cinta métrica. La profundidad y la velocidad de corriente se precisaron empleando un correntómetro Global Flow Probe FP101-FP202, cada 50 cm, en una transecta de ribera a ribera. La temperatura del agua y la del aire se determinaron con un termómetro digital Hanna Hi98501. El pH del agua se evaluó mediante un sensor Hanna Hi98103 y la conductividad a través de un conductímetro Hanna Hi98303. Para la determinación de la composición química se colectó un litro de agua del lugar de muestreo que fue enviada al laboratorio del Depto. de

Geología (U.N.R.C) para su análisis. Se determinaron valores de carbonato, bicarbonato, sulfato, cloruro, sodio, potasio, calcio, magnesio, nitrato, nitrito, fluoruro y arsénico.

La clasificación de la granulometría del sustrato y sus porcentajes se tomaron de Gualdoni & Oberto (2012).

En laboratorio, las larvas de Chironomidae bentónicas y derivantes se separaron del resto de individuos de las muestras cuantitativas para su identificación y se conservaron en alcohol etílico al 70%. La identificación y el recuento se realizaron bajo microscopio óptico y estereoscópico. El material fue identificado hasta el máximo nivel taxonómico de determinación posible, mediante el uso de las claves taxonómicas de Wiederholm (1983), Merrit & Cummins (1996), Epler (2001), y Paggi (2009).

#### **4.4- Análisis de datos**

A partir de los datos de las planillas de recuentos se calculó, para cada situación muestreada, densidad bentónica y densidad de deriva, riqueza taxonómica, índice de diversidad de Shannon  $H'$  e índice de uniformidad  $J'$  ( $H'/H_{max}$ ). Para ello se utilizaron los programas BIODIVERSITY PRO (Mc Aleece, 1997) e INFOSTAT Versión 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2010).

La densidad del bentos se calculó como el número de individuos por  $m^2$ . La unidad que se utilizó para expresar cuantitativamente la deriva es la densidad de deriva, que es el número de invertebrados por unidad de volumen de agua filtrada (Elliott, 1970):

$$D = (N^{\circ} \text{ Ind.} / T \cdot V \cdot A) \cdot 100 \quad \text{Donde: } D = \text{densidad de deriva,}$$

$N^{\circ} \text{ Ind.} = \text{abundancia de derivantes,}$   
 $T = \text{tiempo de exposición de la red (seg),}$   
 $V = \text{velocidad de corriente en la boca de la red (m/s)}$   
 $A = \text{área sumergida de la red, en } m^2.$

Los valores se expresan en individuos por  $100 m^3$ . Se utilizó la riqueza taxonómica en lugar de la riqueza de especies (Malmquist *et al.*, 2000) porque no todas las identificaciones se realizaron al nivel de especie.

Para analizar las diferencias en las variables biológicas se realizó un ANOVA factorial (factores: estación del año y hábitat). Se llevó a cabo la prueba de Shapiro-Wilks para evaluar

la normalidad de los residuos del modelo y los datos que no cumplieron con el supuesto se transformaron con  $\text{Log}_{10}$ . (densidad bentónica y derivante).

Se calculó el Coeficiente de Asociación de Jaccard, a partir de matrices de presencia/ausencia (Crisci & López Armengol, 1983) para comparar la comunidad bentónica y la fracción derivante. Se utilizó la siguiente fórmula:

$$I_j: c / (a + b + c) \quad \text{Donde:} \quad \begin{array}{l} a = \text{número de especies presentes en la comunidad A.} \\ b = \text{número de especies presentes en la comunidad B.} \\ c = \text{número de especies presentes en ambas comunidades, A y B.} \end{array}$$

Para clasificar las situaciones de muestreo (hábitat/estación del año) y las taxa de quironómidos bentónicos se utilizó el método politético divisivo y jerárquico de clasificación TWINSpan (*Two way indicator species analysis*) (Hill, 1979). El procedimiento construye una agrupación de las muestras en donde la abundancia relativa de una especie se combina con la frecuencia relativa de ocurrencia en los distintos sitios. Por consiguiente, el índice es máximo cuando todos los individuos de una especie se encuentran en un único grupo de sitios (alta fidelidad) y cuando la especie se encuentra en todos los sitios de ese grupo (alta especificidad). Utiliza esa jerarquía para obtener una clasificación de las especies de acuerdo a sus preferencias ecológicas, mediante especies diferenciales (especies que están en un grupo de muestras y no en otro) y especies indicadoras (taxa que presentan las mayores diferencias en abundancia entre los grupos de sitios). Para el mejor tratamiento de los datos cuantitativos, el método utiliza un equivalente cualitativo de la abundancia de especie, denominado “pseudoespecie” (Gualdoni, 1998; Príncipe, 2008) La clasificación de muestras se realizó hasta el 5° nivel y los niveles de corte de las pseudoespecies fueron: 0, 2, 5, 15, 50, 100, 200, 500 y 1000.

Los taxones indicadores para cada grupo separado por TWINSpan se calcularon utilizando el método IndVal (valor indicador) propuesto por Dufrene & Legendre (1997). Este método combina el grado de especificidad de una especie o taxón con respecto a un estado ecológico, por ejemplo un tipo de hábitat, con su fidelidad dentro de ese estado. Las especies con una alta especificidad y una alta fidelidad dentro de un hábitat tendrán un valor del indicador alto. En consecuencia, se considera que las especies que están siempre presentes en un sitio dentro de un grupo dado y nunca están en otros grupos son buenas indicadoras (Dufrene & Legendre, 1997; McCune & Grace, 2002). El método IndVal permite además

comprobar la significación de los valores indicadores obtenidos utilizando el procedimiento de aleatorización de Monte Carlo. Se consideraron taxones indicadores a aquellos que presentaron valores indicadores (IV) significativos ( $p < 0.05$ ) mayores a 25, se incluyen así los taxones presentes en más del 50% de las muestras de un grupo y con una abundancia relativa en ese grupo mayor al 50% (Dufrene & Legendre, 1997). El índice indicador IndVal para una especie dada, contrariamente a TWINSpan, es independiente de otras abundancias relativas de especies y no hay necesidad de utilizar "pseudoespecies" (Dohet *et al.*, 2002). El método IndVal y el análisis TWINSpan se llevaron a cabo utilizando el programa PC-Ord para Windows 4.25 (McCune & Mefford, 1999).



# ***Resultados***



## 5. RESULTADOS

### 5.1. Variables hidráulicas y fisicoquímicas

Los valores medios de las variables hidráulicas que caracterizaron cada hábitat, al momento del muestreo se resumen en la Tabla 5.1. Además se presenta la granulometría del sedimento que caracterizó al sitio de estudio, tomados de Gualdoni & Oberto (2012). El ancho húmedo y la profundidad fueron menores en corredera. En el rabión se evidenció el mayor caudal, una turbulencia más alta y un sustrato con predominio de bloque y roca, mientras que en el hábitat de corredera los mayores porcentajes correspondieron a grava y arena. En ninguno de los ambientes se detectaron sólidos suspendidos.

**Tabla 5.1.** Valores promedio ( $\pm$  desvío estándar) de las variables hidráulicas y porcentaje de la granulometría del sedimento, en corredera y rabión del arroyo Achiras (Córdoba).

	Corredera		Rabión	
	$\bar{X}$	D.e.	$\bar{X}$	D.e.
Ancho húmedo (m)	4,64 $\pm$ 1,68		6,15 $\pm$ 1,03	
Profundidad (cm)	0,23 $\pm$ 0,11		0,31 $\pm$ 0,16	
Velocidad de corriente (m/s)	1,89 $\pm$ 1,14		1,98 $\pm$ 0,96	
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	2,01 $\pm$ 0,00		3,77 $\pm$ 0,00	
Turbulencia	Baja		Alta	
Sólidos suspendidos 24 h (cm <sup>3</sup> /l)	Trazas		Trazas	
% Roca (>256 mm)*	0,00 $\pm$ 0,00		29,63 $\pm$ 27,99	
% Bloque (64-256 mm)*	6,63 $\pm$ 6,62		50,38 $\pm$ 18,23	
% Guijarro (16- 64 mm)*	17,34 $\pm$ 18,54		13,25 $\pm$ 9,88	
% Grava (1-16 mm)*	46,34 $\pm$ 9,09		5,13 $\pm$ 5,30	
% Arena (< 1 mm)*	28,92 $\pm$ 27,60		1,63 $\pm$ 3,24	

\* según Gualdoni & Oberto, 2012

En la tabla 5.2 se presentan los valores medios de velocidad de corriente, profundidad y ancho húmedo en cada estación del año y en cada hábitat. La velocidad de corriente y el ancho húmedo registraron sus mayores valores en otoño para corredera y en verano para rabión. La profundidad máxima fue registrada en corredera de verano y para rabión de otoño.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

**Tabla 5.2.** Valores promedio ( $\pm$  desvío estándar) de velocidad de corriente, profundidad y ancho húmedo para cada estación del año en los hábitats estudiado del arroyo Achiras (Córdoba).

		Vel. (m.seg <sup>-1</sup> )		Prof. (cm)		A. húm. (m)	
		$\bar{X}$	D.e.	$\bar{X}$	D.e.	$\bar{X}$	D.e.
Corredera	Otoño	3,52	$\pm$ 0,13	17,67	$\pm$ 3,12	6,37	$\pm$ 0,04
	Invierno	1,41	$\pm$ 0,00	19,67	$\pm$ 10,02	4,00	$\pm$ 0,06
	Primavera	0,87	$\pm$ 0,00	24,33	$\pm$ 1,53	2,60	$\pm$ 0,08
	Verano	1,77	$\pm$ 0,41	38,33	$\pm$ 5,13	5,60	$\pm$ 0,06
Rabión	Otoño	1,80	$\pm$ 0,22	47,50	$\pm$ 3,12	4,90	$\pm$ 0,03
	Invierno	1,53	$\pm$ 0,00	45,33	$\pm$ 10,21	6,00	$\pm$ 0,05
	Primavera	1,20	$\pm$ 0,00	25,33	$\pm$ 6,81	6,30	$\pm$ 0,05
	Verano	3,38	$\pm$ 0,75	39,67	$\pm$ 6,81	7,40	$\pm$ 0,03

Las temperaturas del agua y del aire no presentaron una gran variación en las distintas estaciones del año, registrándose los mayores valores en la primavera. La amplitud térmica del agua fue de 7 °C y la del aire de 5 °C. (Tabla 5.3)

**Tabla 5.3.** La temperatura del agua y la del aire del arroyo Achiras durante el periodo de muestreo

	Aire (°C)	Agua (°C)
Invierno	20	15
Primavera	25	20
Verano	20	17
Otoño	20,5	13
Amplitud térmica	5	7

Los registros promedio de las variables químicas se detallan en la tabla 5.4. En el sitio muestreado, el arroyo Achiras se caracterizó por un pH neutro ligeramente alcalino, aguas dulces, bicarbonatadas cálcicas, con mínimos tenores de F y As, y los compuestos nitrogenados fueron reducidos. Poseen restricciones bacteriológicas para consumo humano y tienen déficit de sales para el ganado, pero son aptas para riego.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

**Tabla 5.4.** Valores promedio ( $\pm$  D.e.) de las variables químicas del agua del arroyo Achiras, Córdoba.

	$\bar{x}$	$\pm$	D.e.
pH	7,78	$\pm$	0,79
Conductividad a 20 °C ( $\mu$ S/cm)	208,67	$\pm$	32,35
Sólidos disueltos totales (mg/l)	183,33	$\pm$	12,10
Carbonato (mg/l)	0,00	$\pm$	0,00
Bicarbonato (mg/l)	105,00	$\pm$	6,61
Sulfato (mg/l)	20,20	$\pm$	6,10
Cloruro (mg/l)	7,63	$\pm$	1,67
Sodio (mg/l)	12,73	$\pm$	3,69
Potasio (mg/l)	2,50	$\pm$	0,61
Calcio (mg/l)	27,73	$\pm$	5,21
Magnesio (mg/l)	5,37	$\pm$	1,45
Nitrato (mg/l)	1,63	$\pm$	1,18
Nitrito (mg/l)	0,00	$\pm$	0,00
Fluoruro (mg/l)	0,49	$\pm$	0,18
Arsénico ( $\mu$ g/l)	1,50	$\pm$	0,71
Dureza Total (meq/l)	1,83	$\pm$	0,32
Alcalinidad TAC (meq/l)	1,70	$\pm$	0,10

## 5.2. Cría de quironómidos en laboratorio.

Se crió un total de 240 larvas, de las cuales se obtuvieron 62 adultos, 30 de ellos se identificaron como machos y 18 como hembras (Tabla 5.5). Con la técnica inicial de cría se logró un porcentaje de emergencia de 25%, que mejoró a 38% con los ajustes metodológicos.

**Tabla 5.5.** Número de ejemplares de quironómidos del arroyo Achiras (Córdoba), criados en laboratorio.

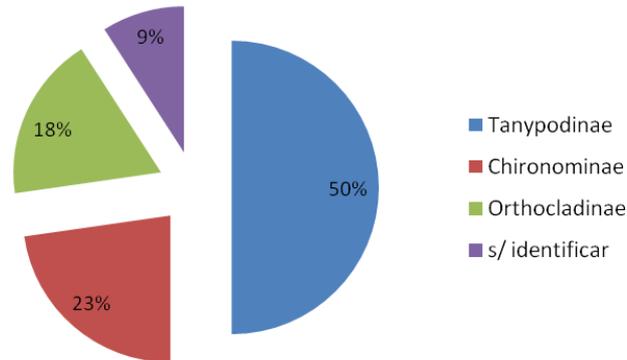
Subfamilia y/o género	Exuvias larval y Pupal + adulto	Exuvia pupal + adulto
Chironominae- <i>Cryptochironomus</i>	2	0
Chironominae- <i>Cryptotendipes</i>	2	2
Chironominae- <i>Tanytarsus</i>	1	1
Tanypodinae	2	1
Tanypodinae- <i>Thienemannimyia</i>	9	3
Orthoclaadiinae	4	0
Sin identificar	2	39

De los individuos criados, el 50% corresponden a Tanypodinae, el 23% a Chironominae y el 18% a Orthoclaadiinae (Fig. 5.1). Algunos de los géneros criados que se pudieron identificar fueron *Criptochironomus*, *Cryptotendipes*, *Tanytarsus* y *Thienemannimyia*. Hubo un alto porcentaje de individuos “sin identificar” de los cuales se colectó la exuvia pupal y/o el adulto. En este caso la determinación no fue posible debido a la falta de la exuvia larval,

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

por lo cual esta actividad queda postergada hasta que se realicen los montajes en preparados definitivos.



**Figura 5.1.** Porcentaje de emergencia en laboratorio de cada subfamilia de Chironomidae.

### 5.3. Comunidad bentónica

En el bentos se identificó un total de 25 especies de quironómidos, pertenecientes a cuatro subfamilias, Orthocladinae (10 especies), Tanypodinae (ocho especies), Chironominae (seis especies) y Podonominae (una especie) (Tabla 5.6).

**Tabla 5.6.** Lista sistemática de Chironomidae (Diptera) colectados en el arroyo Achiras (Córdoba).  
Ref.: **B:** bentos; **D:** deriva; **C:** corredera; **R:** rabión.

---

Phylum ARTHROPODA  
Subphylum UNIRRAMEA  
Clase INSECTA  
Orden DIPTERA  
Familia **Chironomidae**  
Subfamilia Podonominae  
Género *Podonomus* Philippi, 1865  
*Podonomus* sp. **BR, DC**

Subfamilia Chironominae  
Chironominae género A\* **DR.**

Tribu Chironomini  
Género *Chironomus* Meigen 1803  
*Chironomus* sp. **BC, BR.**

Género *Polypedilum* Kieffer, 1912  
*Polypedilum* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Continúa

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

Tabla 5.6. Continuación

Género *Dicrotendipes* Kieffer, 1913  
*Dicrotendipes* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Tribu Tanytarsini

Género *Tanytarsus* v. d. Wulp 1874  
*Tanytarsus* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Género *Rheotanytarsus* Thienemann y Bause, 1913  
*Rheotanytarsus* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Tribu Pseudochironomini

Género *Pseudochironomus* Malloch, 1915  
*Pseudochironomus* sp. **BR, DC.**

Subfamilia Tanypodinae

*Tanypodinae* indet 1. **BC, BR, DC.**  
*Tanypodinae* indet 2. **BR.**

Tribu Pentaneurini

Género *Ablabesmyia* Johannsen, 1905  
*Ablabesmyia* sp. **BC, BR, DR.**

Género *Labrundinia* Fittkau, 1962  
*Labrundinia* sp. **BC, BR, DC.**

Género *Larsia* Fittkau, 1962  
*Larsia* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Género *Pentaneura* Philippi, 1865  
*Pentaneura* sp. **BC, BR, DC.**

Género *Thienemannimyia* Fittkau, 1957  
*Thienemannimyia* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Tribu Procladiini

Género *Djalmabatista* Fittkau, 1968  
*Djalmabatista* sp. **BC, BR, DR.**

Subfamilia Orthocladinae

Tribu Corynoneurini

Género *Corynoneura* Winnertz, 1846  
*Corynoneura* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Género *Onconeura* Andersen & Sæther, 2005  
*Onconeura* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Género *Thienemanniella* Kieffer, 1911  
*Thienemanniella* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Tribu Orthocladiini

Género *Lopescladius* Oliveira, 1967  
*Lopescladius* sp. **BC, BR**

Continúa

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

Tabla 5.6. Continuación

Género *Cricotopus* v. d. Wulp, 1874

*Cricotopus* indet. **DC, DR.**

*Cricotopus* sp. 1 **BC, BR, DC, DR.**

*Cricotopus* sp. 2 **BC, BR, DC, DR.**

*Cricotopus* sp. 3 **BC, BR, DC, DR.**

Género *Orthocladius* v. d. Wulp, 1874

*Orthocladius* sp. **BC, BR, DC, DR.**

Tribu Metriocnemini

Género *Parametriocnemus* Goetghebuer, 1932

*Parametriocnemus* sp. 1 **BC, BR, DC, DR.**

*Parametriocnemus* sp. 2 **BC, BR, DC.**

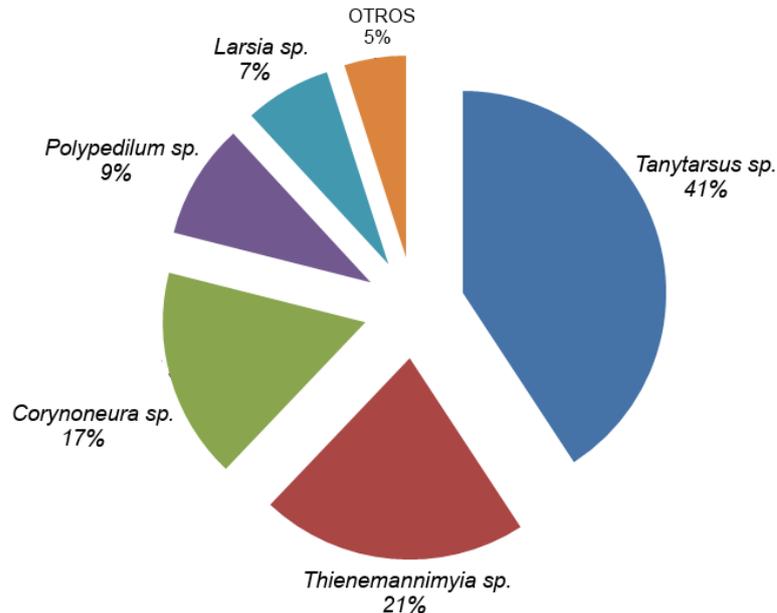
Chironomidae (pupas) **BC, BR, DC, DR.**

---

\* Según Ruiz-Moreno *et al.*, 2000.

---

Las especies más abundantes fueron: *Tanytarsus* sp., *Thienemannimyia* sp. *Corynoneura* sp., las cuales representaron el 67% de los quironómidos en el bentos. (Fig. 5.2)



**Figura 5.2.** Abundancia relativa de las especies de quironómidos bentónicos en el arroyo Achiras.

Para la subfamilia Podonominae, *Podonomus* sp., fue la única especie registrada y se encontró en rabión de invierno (Tabla 5.7). En Chironominae, tanto *Polypedilum* sp. como

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

*Tanytarsus* sp. presentaron la mayor densidad en rabi3n de oto3o, y *Tanytarsus* sp. en corredera de invierno. En Tanypodinae la especie m3s abundante fue *Thienemannimyia* sp. en corredera de primavera y rabi3n de invierno. Se registr3 una especie rara, Tanypodinae indet. II, la cual solo apareci3 en rabi3n de invierno. En la subfamilia Orthoclaadiinae, *Corynoneura* sp. fue la m3s abundante en oto3o para ambos h3bitat. *Cricotopus* sp. 2 manifest3 su mayor abundancia en corredera de oto3o. Las pupas fueron m3s abundantes en corredera de primavera y rabi3n de oto3o.

**Tabla 5.7.** Densidad media de las especies bent3nicas de quiron3midos del arroyo Achiras.

Referencias: **C:** corredera; **R:** rabi3n; **I:** invierno; **P:** primavera; **V:** verano; **O:** oto3o

Taxones / muestra	IC	PC	VC	OC	IR	PR	VR	OR
<i>Podonomus</i> sp1.	----	----	----	----	11,11	----	----	----
<i>Polypedilum</i> sp.	14,81	22,22	3,70	62,96	59,26	1155,56	85,19	1685,19
<i>Chironomus</i> sp.	----	----	----	3,70	18,52	3,70	----	----
<i>Dicrotendipes</i> sp.	11,11	----	----	----	----	14,81	----	----
<i>Tanytarsus</i> sp.	10651,85	307,41	----	181,48	781,48	151,85	37,04	1559,26
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	292,59	74,07	11,11	3,70	529,63	329,63	37,04	174,07
<i>Pseudochironomus</i> sp.	----	----	----	----	7,41	25,93	----	----
Tanypodinae indet. 1	40,74	----	----	----	3,70	----	----	----
Tanypodinae indet. 2	----	----	----	----	7,41	----	----	----
<i>Djalmabatista</i> sp.	70,37	11,11	----	11,11	14,81	----	----	----
<i>Ablabesmyia</i> sp.	59,26	14,81	----	----	55,56	----	----	----
<i>Labrundinia</i> sp.	11,11	3,70	77,78	22,22	----	14,81	7,41	----
<i>Larsia</i> sp.	11,11	1066,67	14,81	948,15	114,81	7,41	----	148,15
<i>Pentaneura</i> sp.	7,41	----	----	----	----	14,81	----	----
<i>Thienemannimyia</i> sp.	2211,11	3500,00	244,44	151,85	385,19	292,59	81,48	259,26
<i>Corynoneura</i> sp.	48,15	----	114,81	325,93	77,78	29,63	25,93	5040,74
<i>Thienemanniella</i> sp.	11,11	----	14,81	33,33	11,11	51,85	33,33	351,85
<i>Onconeura</i> sp.	11,11	18,52	7,41	70,37	51,85	251,85	311,11	862,96
<i>Lopescladius</i> sp.	144,44	192,59	----	----	3,70	11,11	----	----
<i>Cricotopus</i> sp. 1	11,11	----	----	----	22,22	3,70	11,11	----
<i>Cricotopus</i> sp. 2	29,63	----	33,33	288,89	133,33	14,81	192,59	500,00
<i>Cricotopus</i> sp. 3	----	----	----	85,19	7,41	----	55,56	48,15
<i>Orthocladus</i> sp.	----	----	----	14,81	----	----	3,70	----
<i>Parametriocnemus</i> sp. 1	18,52	11,11	----	3,70	51,85	159,26	----	1033,33
<i>Parametriocnemus</i> sp. 2	3,70	----	----	3,70	----	----	----	266,67
Chironomidae (Pupa)	11,11	62,96	7,41	3,70	29,63	18,52	3,70	77,78
Densidad (ind/m <sup>2</sup> )	13670,37	5285,19	529,63	2214,81	2377,78	2551,85	885,19	12007,41
Riqueza	19	11	9	16	20	17	12	12
Diversidad	0,46	0,46	0,62	0,73	0,85	0,73	0,76	0,82
Equitatividad	0,44	0,46	0,73	0,72	0,71	0,69	0,77	0,81

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

Los máximos valores de densidad se registraron en corredera de invierno y en rabión de otoño (Tabla 5.7). La riqueza más alta se encontró en corredera y rabión en la estación de invierno. La mayor diversidad fue en corredera de otoño y en rabión de invierno. Para el hábitat de corredera se obtuvo la mayor equitatividad en verano y otoño y en el hábitat de rabión en otoño (Tabla 5.7).

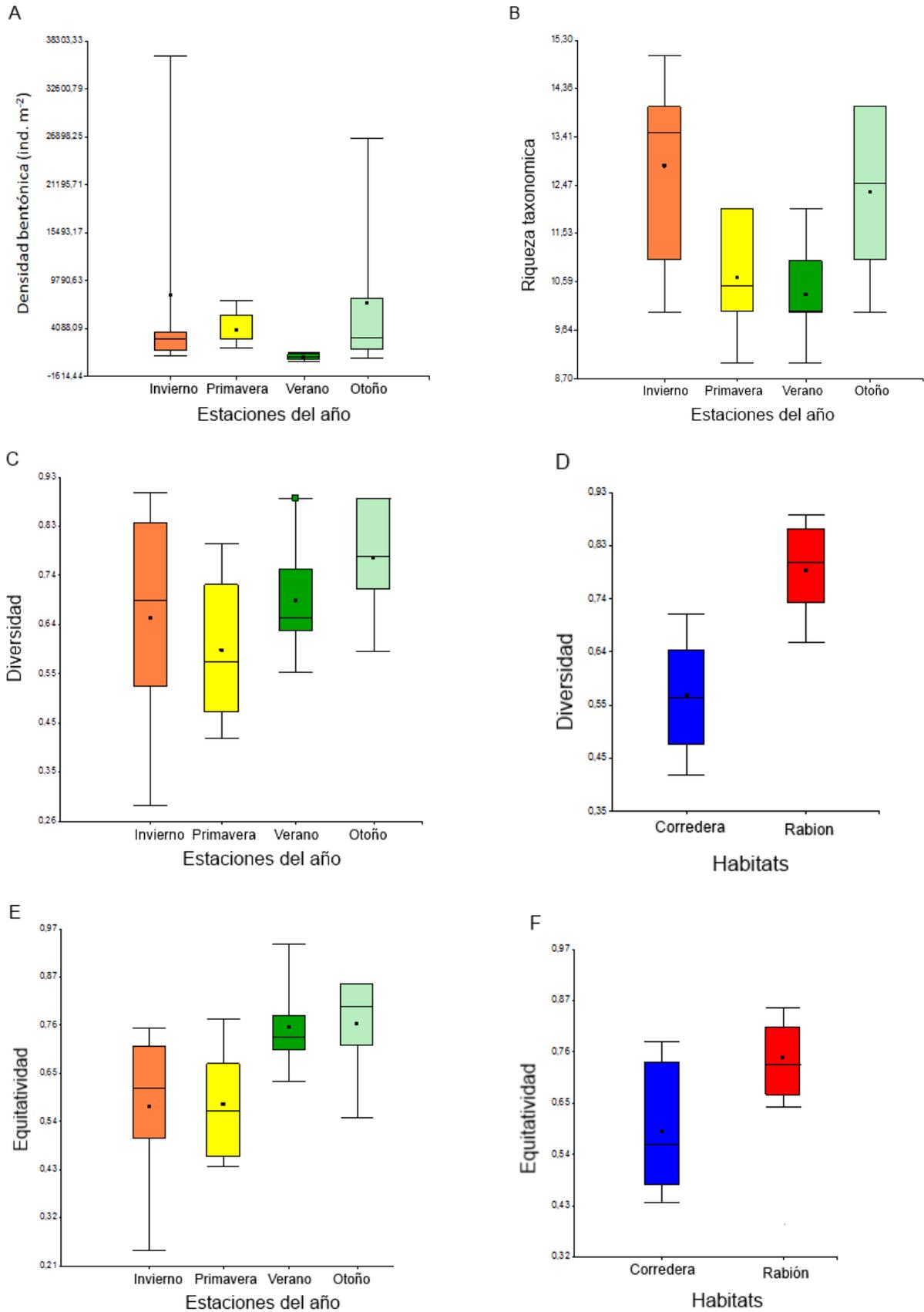
Al analizar las variables biológicas mediante ANOVA de dos vías con interacción, se detectaron diferencias significativas para la estación del año sobre la densidad bentónica ( $p: 0,0172$ ) y sobre la riqueza ( $p: 0,0190$ ) y para el hábitat ( $p: <0,0001$  y  $p: 0,0024$ ) y estación del año ( $p: 0,0354$  y  $p: 0,0070$ ) en relación a la diversidad y la equitatividad respectivamente (Tabla 5.8 y fig. 5.3).

**Tabla 5. 8.** Pruebas ANOVA de dos vías sobre los atributos estructurales de la comunidad bentónica. En color los valores de  $p$  significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente de variación	G. L.	F	P
<b>Log 10 Densidad bentónica</b>			
Hábitat	1	0,12	0,7386
Estación	3	4,56	<b>0,0172</b>
Hábitat x Estación	3	1,54	0,2433
<b>Riqueza taxonómica</b>			
Hábitat	1	2,47	0,1356
Estación	3	4,43	<b>0,0190</b>
Hábitat x Estación	3	1,16	0,3545
<b>Diversidad</b>			
Hábitat	1	31,72	<b>&lt;0,0001</b>
Estación	3	3,65	<b>0,0354</b>
Hábitat x Estación	3	2,91	0,0664
<b>Equitatividad</b>			
Hábitat	1	12,89	<b>0,0024</b>
Estación	3	5,80	<b>0,0070</b>
Hábitat x Estación	3	1,57	0,2360

En la figura 5.3 se pueden observar los gráficos de caja de las variables para las cuales se encontraron diferencias significativas.

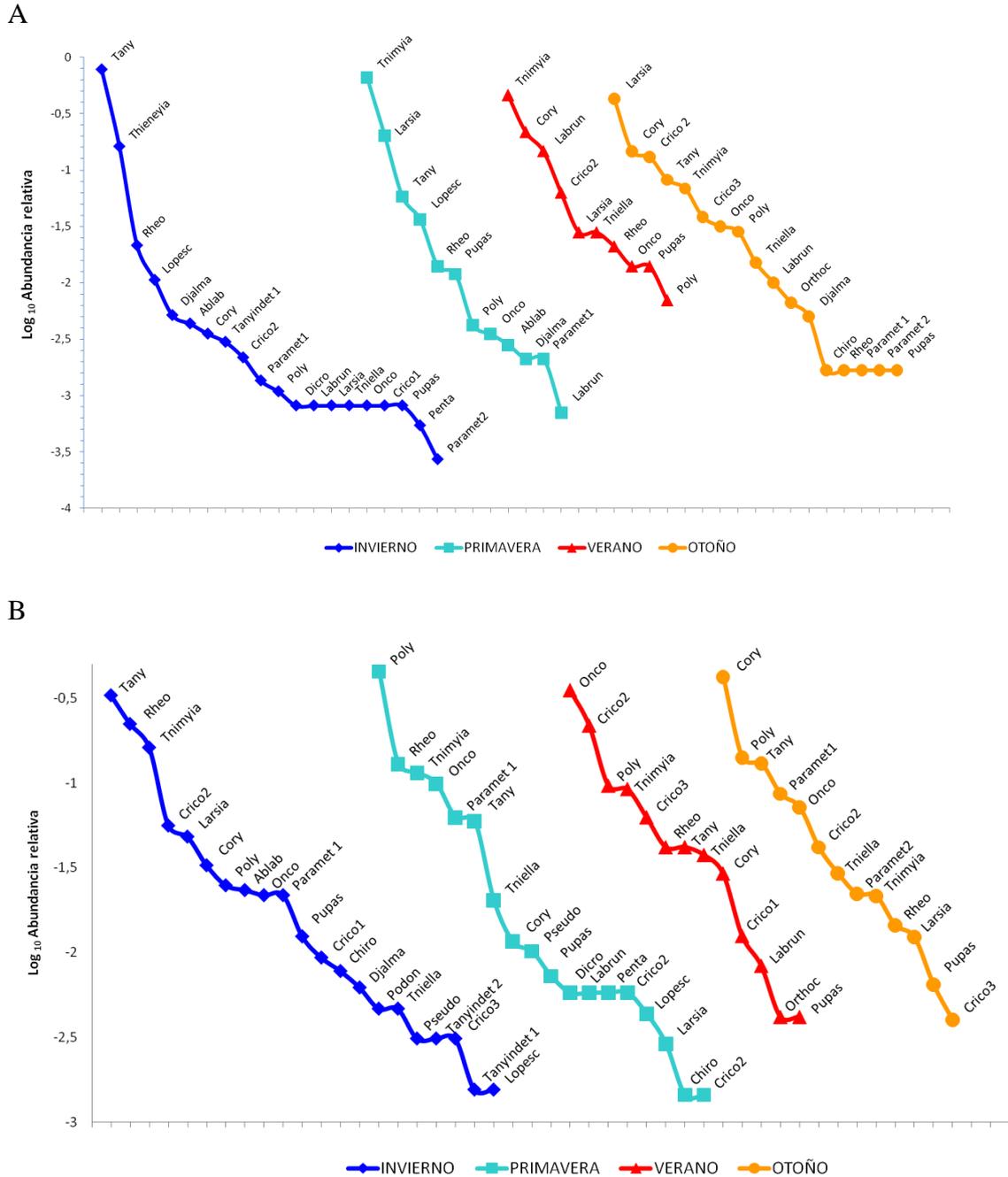
**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**



**Figura 5.3.** Gráficos de caja de las variables biológicas bentónicas en las cuales ANOVA detectó diferencias significativas. Variación estacional de densidad bentónica (A); riqueza taxonómica (B); diversidad (C) y equitatividad (E); y variación entre los hábitat de corredera y rabi6n de diversidad (D) y equitatividad (F).

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

Las curvas de rango-abundancia indicaron que la distribución porcentual y las especies dominantes varían entre las diferentes estaciones del año tanto en corredera (fig. 5.4 A) como en rabión (fig. 5.4 B).

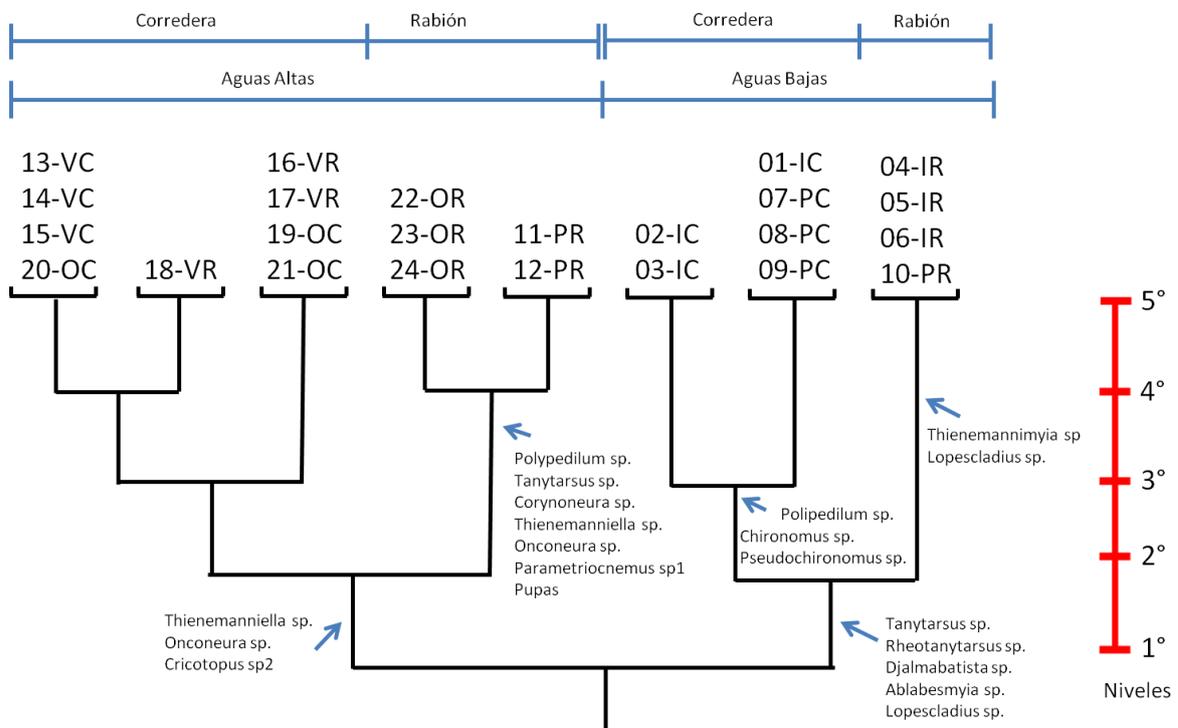


**Figura 5.4.** Curvas de Rango-abundancia para cada estación del año en los hábitats de corredera (A) y rabión (B). Referencias: *Podonomus sp.*: Podon; Chironominae género A: Gen A; *Chironomus sp.*: Chiro; *Polypedilum sp.*: Poly; *Dicrotendipes sp.*: Dicro; *Tanytarsus sp.*: Tany; *Rheotanytarsus sp.*: Rheo; *Pseudochironomus sp.*: Pseudo; *Tanypodinae indet 1.*: Tanyindet1; *Tanypodinae indet 2.*: Tanyindet2; *Ablabesmyia s.*: Ablab; *Labrundinia sp.*: Labrun; *Larsia sp.*: Larsia; *Pentaneura sp.*: Penta; *Thienemannimyia sp.*: Tnimyia; *Djalmabatista sp.*: Djalma; *Corynoneura sp.*: Cory; *Onconeura sp.*: Onco; *Thienemanniella sp.*: Tniella; *Lopescladius sp.*: Lopesc; *Cricotopus indet.*: Cricoid; *Cricotopus sp. 1*: Crico1; *Cricotopus sp. 2*: Crico2; *Cricotopus sp. 3*: Crico3; *Orthocladius sp.*: Orthoc; *Parametriocnemus sp. 1*: Paramet1; *Parametriocnemus sp. 2*: Paramet2; Chironomidae (pupas): pupas.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

La aplicación de TWINSPLAN a las muestras de bentos indicó que el primer nivel de clasificación separó las muestras según el periodo hidrológico. En el periodo de aguas bajas las especies indicadoras fueron *Tanytarsus* sp., *Rheotanytarsus* sp., *Djalmabatista* sp., *Ablabesmyia* sp. y *Lopescladius* sp. En los muestreos realizados en aguas altas las especies características fueron *Thienemanniella* sp., *Onconeura* sp. y *Cricotopus* sp. 2. (Fig. 5.5). Dentro de cada período, las sucesivas divisiones separaron los hábitats de corredera y rabión, asociados a las diferentes estaciones del año.

Las especies indicadoras de rabión en aguas bajas fueron *Thienemannimyia* sp. y *Lopescladius* sp. y las de corredera fueron *Polypedilum* sp., *Chironomus* sp. y *Pseudochironomus* sp. En el periodo de aguas altas sólo se encontraron especies indicadoras en rabión y fueron *Polypedilum* sp., *Tanytarsus* sp., *Corynoneura* sp., *Thienemanniella* sp., *Onconeura* sp., *Parametrioecnemus* sp.1 y las pupas. Los niveles 3, 4 y 5 separaron las estaciones del año asociadas a los hábitats considerados. En el período de aguas altas se evidenció la separación de verano en corredera, y otoño y primavera en rabión. En aguas bajas separaron primavera en corredera e invierno en rabión.



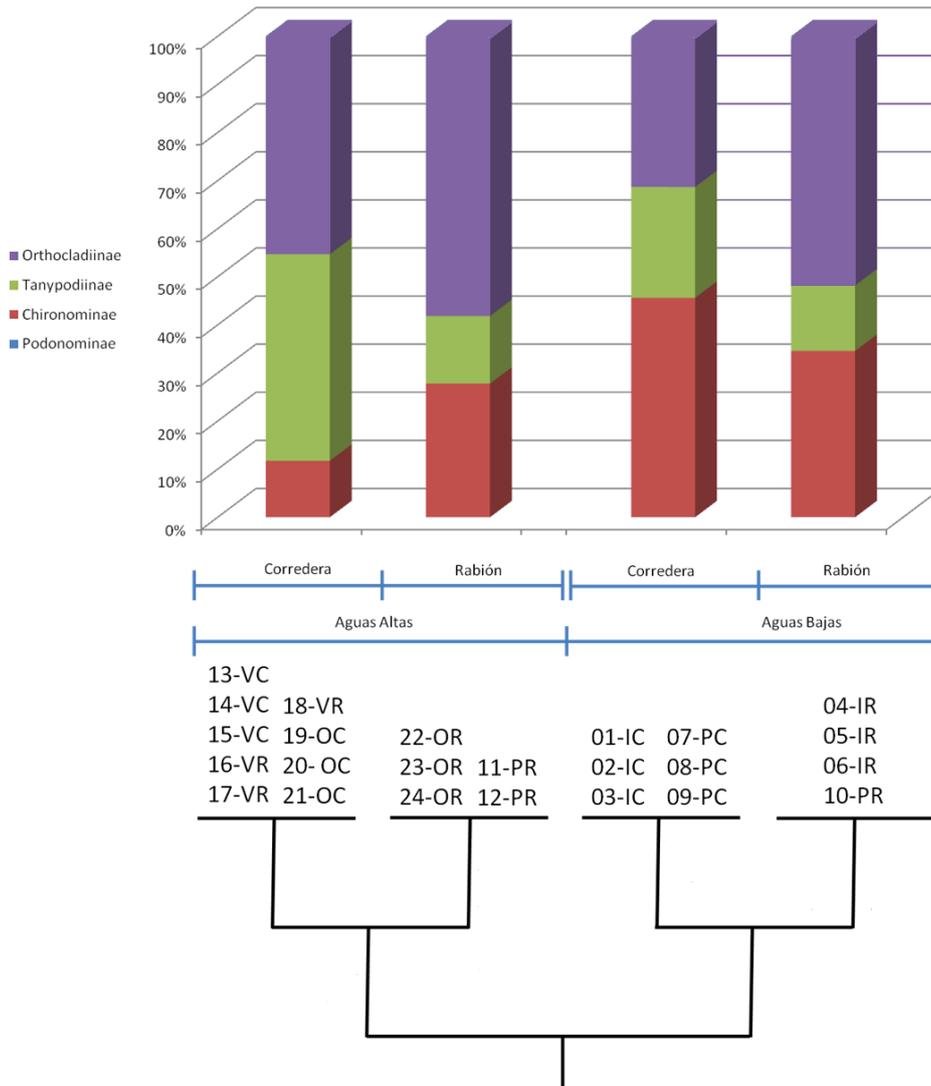
**Figura 5.5.** Dendrograma resultante de la aplicación del TWINSPLAN a las muestras de quironómidos bentónicos. Referencia: V: verano, O: otoño, I: invierno, P: primavera, C: corredera, R: rabión

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

A partir del análisis de la fracción bentónica de los quironómidos, se integran los resultados obtenidos (figura 5.6). Cada grupo periodo hidrológico-hábitat, proporcionado por la metodología de clasificación jerárquica, se asocia con la distribución porcentual de las subfamilias y las condiciones ambientales propias de cada situación de muestreo.

	Aguas altas				Aguas bajas			
	Corredera		Rabión		Corredera		Rabión	
	Media	D.e.	Media	D.e.	Media	D.e.	Media	D.e.
Vel. de corriente (m.seg <sup>-1</sup> )	2,65 ± 0,27		2,59 ± 0,49		1,14 ± 0,00		1,37 ± 0,00	
Profundidad (m)	0,28 ± 0,04		0,44 ± 0,05		0,22 ± 0,06		0,35 ± 0,09	
Ancho húmedo (m)	5,99 ± 0,05		6,15 ± 0,03		3,30 ± 0,07		6,15 ± 0,05	
Caudal (m <sup>3</sup> /s)	4,43 ± 0,00		6,94 ± 0,00		0,83 ± 0,00		2,97 ± 0,00	
* Roca (%)	0,00 ± 0,00		29,63 ± 27,99		0,00 ± 0,00		29,63 ± 27,99	
* Bloque (%)	6,63 ± 6,62		50,38 ± 18,23		6,63 ± 6,62		50,38 ± 18,23	
* Guijarro (%)	17,34 ± 18,54		13,25 ± 9,88		17,34 ± 18,54		13,25 ± 9,88	
* Grava (%)	46,34 ± 9,09		5,13 ± 5,30		46,34 ± 9,09		5,13 ± 5,30	
* Arena (%)	28,92 ± 27,60		1,63 ± 3,24		28,92 ± 27,60		1,63 ± 3,24	

\*según Gualdoni & Oberto. 2012



**Figura 5.6.** Esquema integral que muestra la relación entre variables hidráulicas que caracterizan a cada hábitat y la distribución porcentual de quironómidos bentónicos determinada por TWINSpan.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

5.4. Fracción derivante

En el tramo estudiado del arroyo Achiras, la mayoría de los taxa hallados en el bentos estuvo representada en la deriva. Se identificaron un total de 24 especies, 10 de Orthocladiinae, 7 de Tanypodinae, 6 de Chironominae y 1 de Podonominae (Tabla 5.9).

**Tabla 5.9.** Densidad media de deriva de las especies de quironómidos del arroyo Achiras. Referencias: **C:** corredera; **R:** rabión; **I:** invierno; **P:** primavera; **V:** verano; **O:** otoño

Listado/ muestra	IC	PC	VC	OC	IR	PR	VR	OR
<i>Podonomus</i> sp.	0,68	--	--	--	--	--	--	--
<i>Polypedilum</i> sp.	5,47	1,11	0,60	1,64	3,78	4,02	0,51	1,71
<i>Dicrotendipes</i> sp.	--	--	0,60	0,32	--	--	--	0,86
<i>Tanytarsus</i> sp.	14,36	2,22	2,39	1,64	22,69	4,02	0,76	--
<i>Rheotanytarsus</i> sp.	15,73	4,43	--	0,97	10,72	0,80	2,66	6,22
<i>Pseudochironomus</i> sp.	0,68	--	--	--	--	--	--	--
Chironominae genero A*	--	--	--	--	--	--	--	0,86
Tanypodinae indet.	2,05	--	--	--	--	--	--	--
<i>Djalmabatista</i> sp.	--	--	--	--	--	--	--	1,09
<i>Ablabesmyia</i> sp.	--	--	--	--	0,63	--	--	--
<i>Labrundinia</i> sp.	--	1,11	--	--	--	--	--	--
<i>Larsia</i> sp.	0,68	--	--	--	5,04	--	--	--
<i>Pentaneura</i> sp.	0,68	--	--	--	--	--	--	--
<i>Thienemannimyia</i> sp.	8,21	4,43	1,90	--	5,67	4,02	2,29	--
<i>Corynoneura</i> sp.	12,31	2,22	11,59	12,81	3,15	14,47	6,98	100,41
<i>Thienemanniella</i> sp.	--	2,22	6,50	2,31	1,26	6,43	1,65	9,70
<i>Onconeura</i> sp.	1,37	5,54	4,30	4,02	--	11,25	6,74	10,10
<i>Cricotopus</i> sp. 1	--	--	0,66	3,26	--	--	0,64	1,71
<i>Cricotopus</i> sp. 2	1,37	--	1,26	16,19	4,41	0,80	4,58	57,23
<i>Cricotopus</i> sp. 3	5,47	--	--	1,26	--	--	--	1,71
<i>Cricotopus</i> indet.	--	1,11	3,99	--	1,26	1,61	0,76	--
<i>Orthocladus</i> sp.	--	--	2,62	0,67	--	--	0,38	0,86
<i>Parametriocnemus</i> sp. 1	1,37	--	--	0,34	1,89	--	--	1,71
<i>Parametriocnemus</i> sp. 2	2,05	--	--	--	--	--	--	--
Chironomidae (Pupa)	2,74	--	6,27	0,63	5,67	10,45	10,69	--
Densidad (ind/m <sup>3</sup> )	75,25	24,39	42,68	46,05	66,19	57,87	38,64	194,14
Riqueza	16	9	12	13	12	10	12	13
Diversidad	0,76	0,59	0,82	0,75	0,63	0,79	0,81	0,58
Equitatividad	0,88	0,95	0,90	0,80	0,83	0,91	0,87	0,59

\*Según Ruiz-Moreno, et al. 2000.

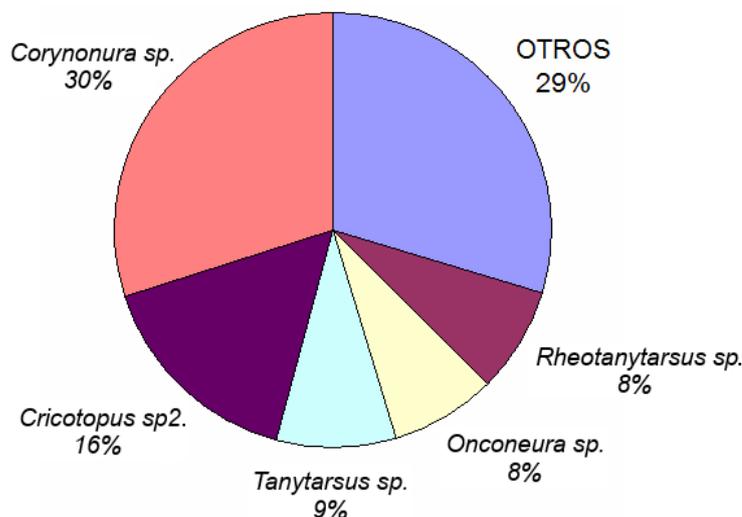
Los mayores valores en densidad y riqueza se manifestaron en corredera de invierno y en rabión de otoño. En ambos hábitats, la mayor diversidad correspondió a verano. La mayor equitatividad se registró en los dos ambientes durante la primavera.

Las especies más abundantes fueron: *Corynoneura* sp., *Cricotopus* sp.2, *Tanytarsus* sp., *Onconeura* sp. y *Rheotanytarsus* sp. (Fig. 5.7). A excepción de las dos primeras, las densidades de deriva de estas especies no superaron los 23 ind./m<sup>3</sup>. En cambio, *Cricotopus* sp.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

2 y *Corynoneura* sp. representaron 45,87% de quironómidos derivantes, destacándose elevados registros en rabión durante el otoño.



**Figura 5.7.** Abundancia relativa de las especies de quironómidos derivantes en el arroyo Achiras.

En la subfamilia Podonominae, solo se registró una especie, *Podonomus* sp., en corredera de invierno (Tabla 5.9). En la subfamilia Chironominae, en corredera, las mayores densidades se registraron para *Rheotanytarsus* sp. y *Tanytarsus* sp. en la estación de invierno. También en rabión, *Tanytarsus* sp. presentó la mayor densidad en invierno. *Pseudochironomus* sp. y Chironominae genero A solo se encontraron en corredera de invierno y rabión de otoño respectivamente. Entre los Tanypodinae, en ambos hábitats la especie más abundante fue *Thienemannimyia* sp. en invierno. También se hallaron varias especies raras que solo aparecen en una estación y un hábitat como Tanypodinae ind., *Djalmabatista* sp., *Ablabesmyia* sp. *Labrundinia* sp., *Larsia* sp., y *Pentaneura* sp. *Thienemannimyia* sp. no se registró en otoño en ninguno de los hábitats. Entre los Orthoclaadiinae, *Cricotopus* sp. 2 manifestó su mayor abundancia en corredera y rabión de otoño, mientras que *Corynoneura* sp. fué más numerosa en rabión de la misma estación. Las pupas fueron más abundantes en corredera de verano y rabión de primavera y verano.

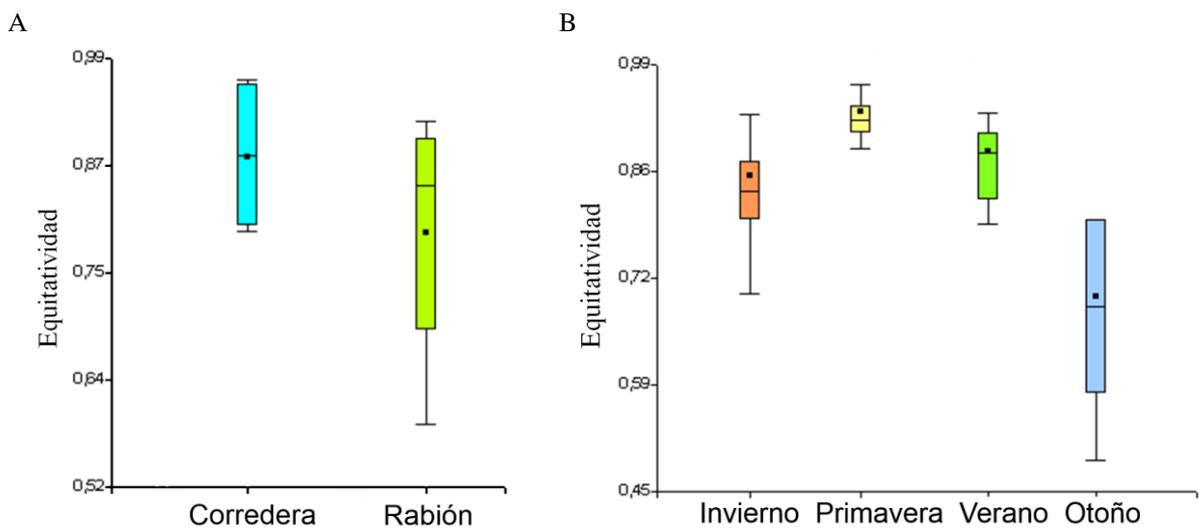
El ANOVA no detectó diferencias significativas en densidad de deriva, ni en riqueza específica, ni en diversidad de Shannon. Solo se registraron efectos significativos para hábitat (p: 0.0034) y estación del año (p: 0.0001) sobre la equitatividad (Tabla 5.10).

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

**Tabla 5.10.** Pruebas ANOVA de dos vías sobre los atributos estructurales del ensamble de quironómidos derivantes. En color los valores de p significativos ( $p \leq 0,05$ ).

Fuente de variación	G. L.	F	p
<b>Densidad de deriva</b>			
Hábitat	1	3,14	0,0953
Estación	3	2,40	0,1057
Hábitat x Estación	3	1,50	0,2526
<b>Riqueza taxonómica</b>			
Hábitat	1	0,26	0,6194
Estación	3	1,68	0,2111
Hábitat x Estación	3	0,88	0,4699
<b>Diversidad</b>			
Hábitat	1	0,24	0,6329
Estación	3	1,4	0,2788
Hábitat x Estación	3	1,97	0,1586
<b>Equitatividad</b>			
Hábitat	1	11,81	<b>0,0034</b>
Estación	3	17,68	<b>&lt;0,0001</b>
Hábitat x Estación	3	3,15	0,0539

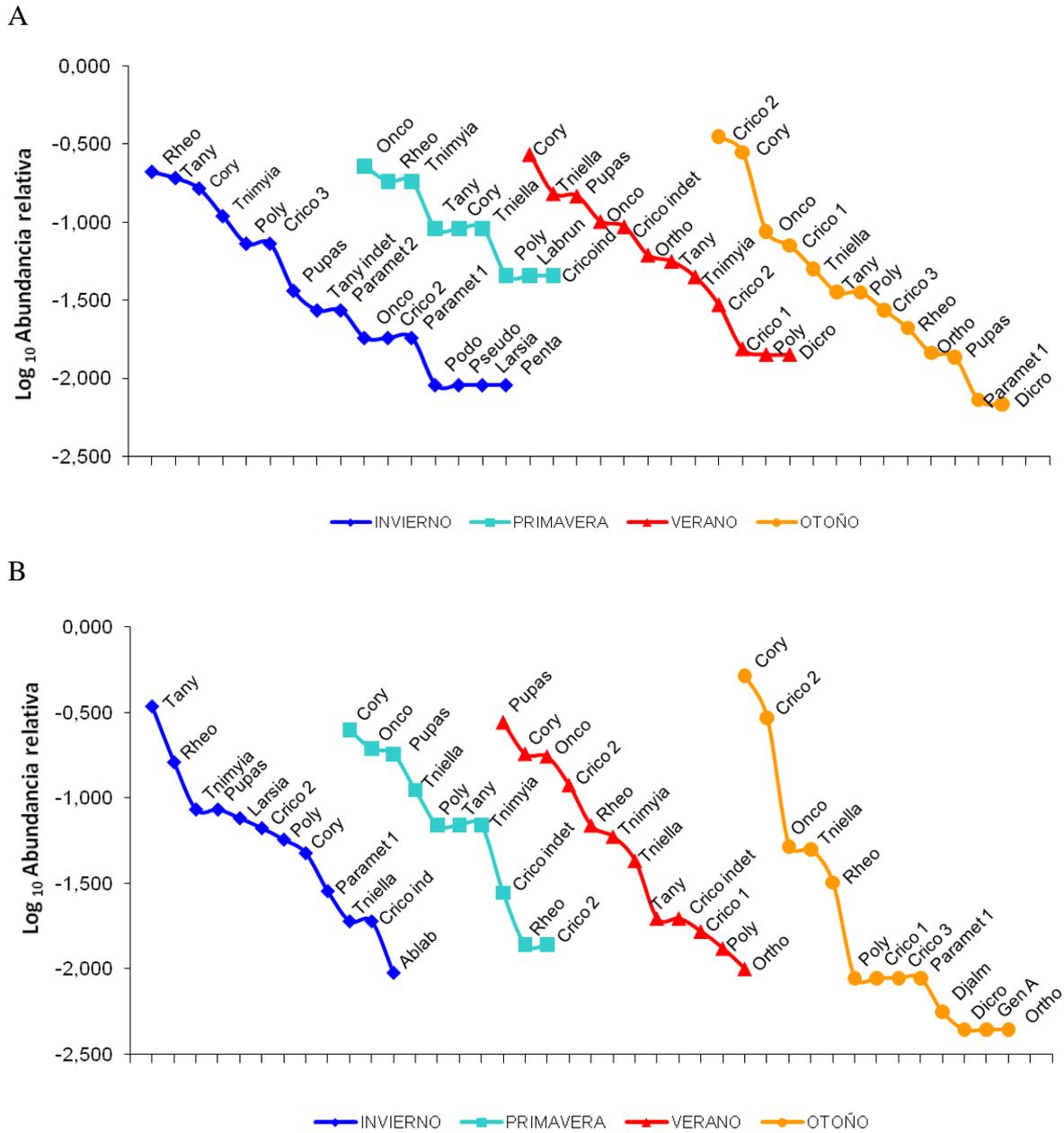
En la figura 5.8 se pueden observar los gráficos de caja de las variables que exhibieron diferencias significativas.



**Figura 5.8.** Variación de la Equitatividad de los quironómidos derivantes, entre los hábitats (A) y entre las estaciones del año (B).

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

Las curvas de rango-abundancia mostraron que la especie dominante y la distribución de las abundancias relativas dependen del hábitat y de la estación del año en que se realizó la muestra (Fig. 5.9).

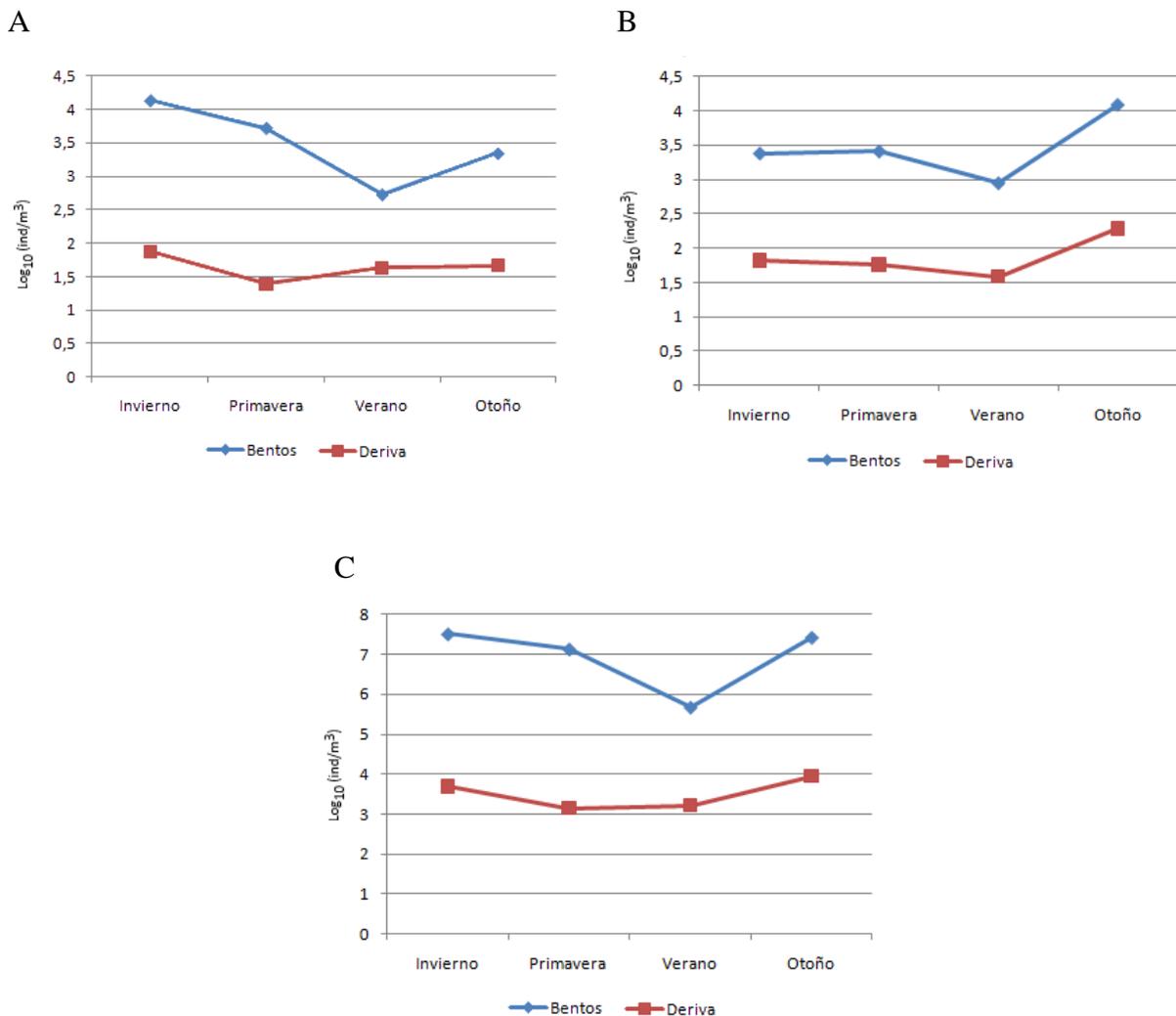


**Figura 5.9.** Curvas de Rango-abundancia de los hábitats de corredera (A) y rabi6n (B), para cada estaci6n del a6o. Referencias en Figura 5.4.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

5.5. Bentos y deriva

Si bien la variación a través del tiempo de las densidades bentónica y de deriva fueron similares (fig. 5.10), los quironómidos de las fracciones bentónicas constituyeron el 19% de la comunidad de macroinvertebrados, mientras que en deriva representaron el 33%. El coeficiente de Jaccard aplicado para comparar ambas fracciones proporcionó un índice de similitud del 86%.



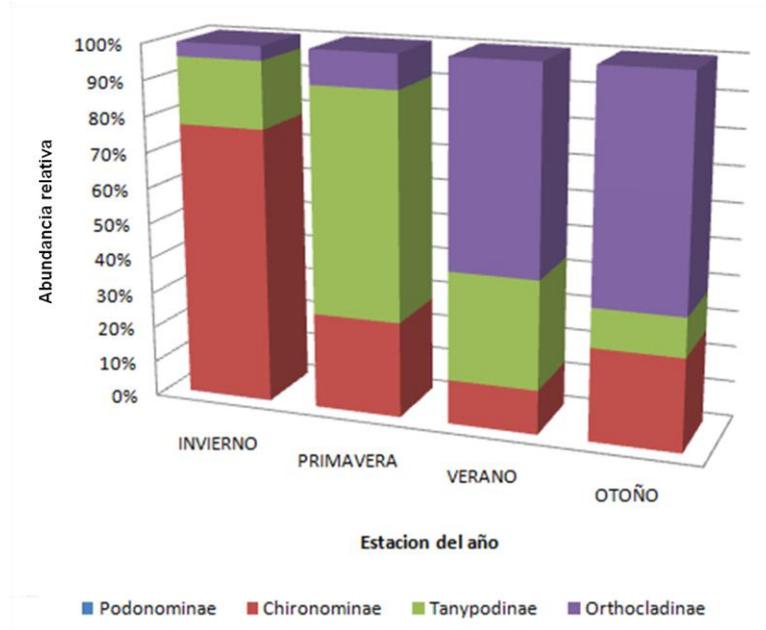
**Figura 5.10.** Log<sub>10</sub> de la abundancia de quironómidos bentónicos y derivantes en los hábitats en estudio para cada estación del año. **A:** Corredera; **B:** Rabión y **C:** Sumatoria de los datos de ambos hábitats

En el bentos, los quironominos dominaron en invierno, los tanipodinos en primavera, mientras que los ortocladinos estuvieron altamente representados en verano y otoño (Fig. 5.11 A). En la deriva, la subfamilia Chironominae representó más del 50% de los quironómidos en invierno, el cual se fue reduciendo a través de las estaciones y fue reemplazada por la

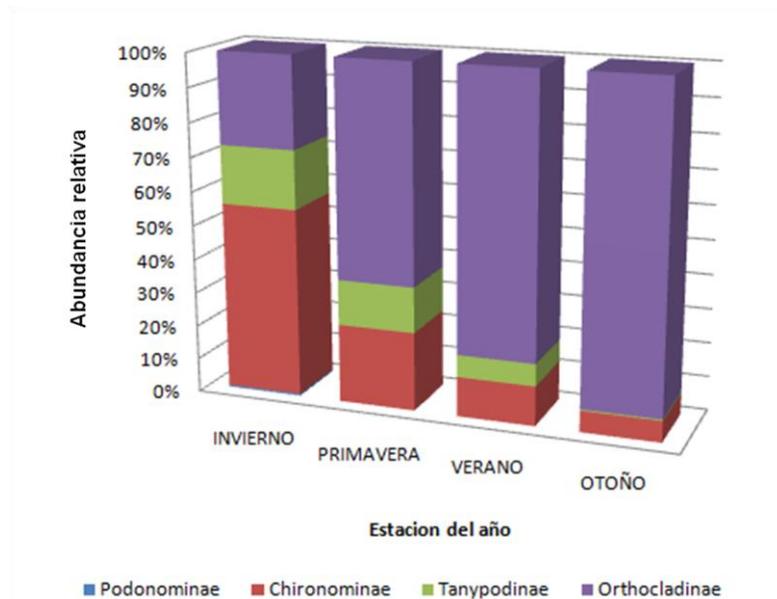
**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

subfamilia Orthocladinae, que dominaron ampliamente la deriva de primavera, verano y otoño. En este estudio, los tanipodinos presentaron bajos porcentajes (Fig. 5.11 B).

A



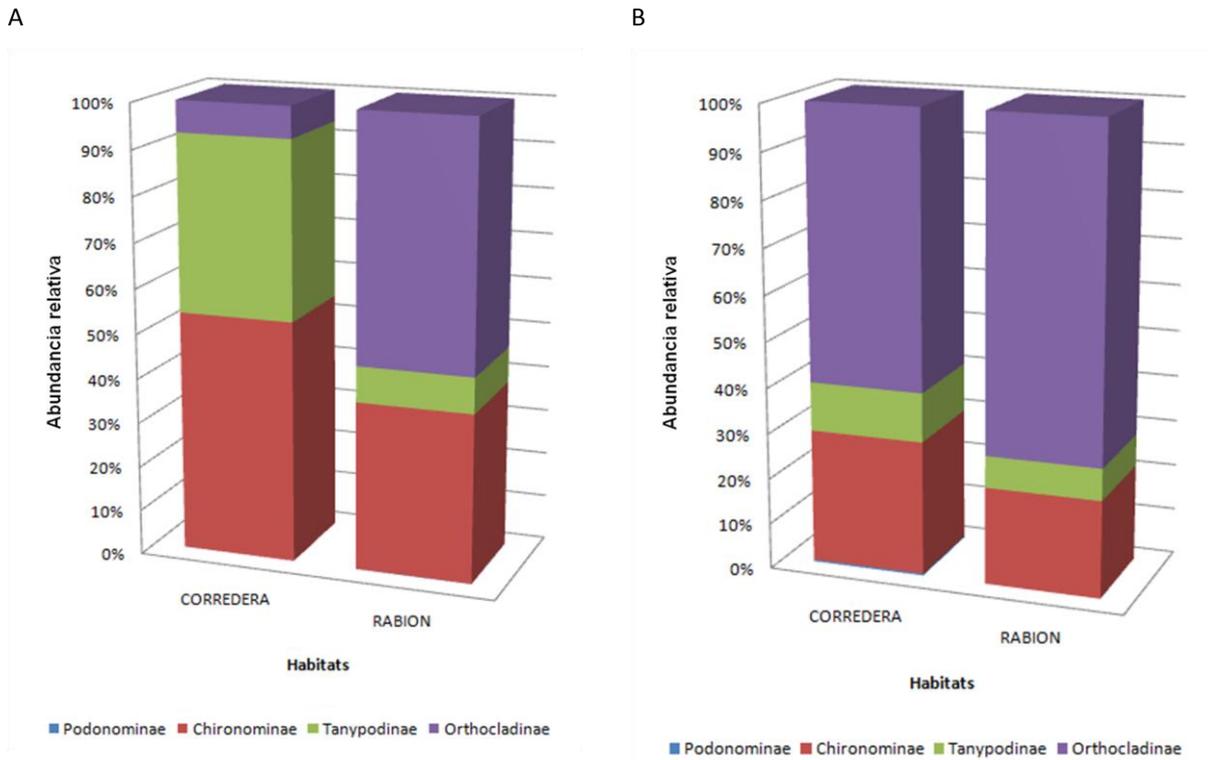
B



**Figura 5.11.** Abundancia relativa bentónica (A) y derivante (B) de las subfamilias de quironómidos del arroyo Achiras, según las estaciones del año.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

Al considerar la distribución de las subfamilias en los distintos hábitat se observó que en el bentos, las correderas estuvieron dominadas por Chironominae y Tanypodinae, en cambio, en rabión el mayor porcentaje lo presentaron los ortocladinos (Fig. 5.12 A). En la deriva, Orthocladiinae fue dominante en ambos hábitats (Fig. 5.12 B).



**Figura 5.12.** Densidad bentónica (A) y densidad de deriva (B) de las subfamilias de quironómidos del arroyo Achiras, según cada hábitat.



# ***Discusión***



## 6. DISCUSIÓN

En el presente trabajo se evaluó la distribución y abundancia de los quironómidos en el arroyo Achiras (Córdoba, Argentina). Es un primer aporte al estudio de la taxocenosis para ambientes de ritron de Córdoba y el segundo aporte para la fauna de quironómidos de la provincia.

### 6.1. Variables hidráulicas y fisicoquímicas

El arroyo Achiras, en el tramo estudiado, presentó valores hidráulicos normales para cursos de agua del ritron de ambientes serranos. Las aguas son bicarbonatadas ligeramente alcalinas, con valores químicos normales para estos ambientes. La presencia de compuestos nitrogenados podría ser interpretada como signos de leve contaminación. Según Caviglia (2002) y Degiovanni (2005), el aporte de compuestos nitrogenados debe al uso del suelo fundamentalmente turístico y a la actividad ganadera, pero las concentraciones de nitratos son bajas debido a la capacidad de autodepuración del arroyo.

A pesar que entre los quironómidos hallados se encuentran especies tales como *Chironomus* sp. y *Polypedilum* sp., que son tolerantes a los contaminantes (Paggi, 1999; 2003), el hecho que hayan sido encontrados en bajas densidades y acompañados por una abundante fauna de otros quironómidos, confirmaría la buena calidad del agua. Asimismo, estos grupos fueron registrados en otros estudios en el mismo arroyo (Barbero, 2009; Gualdoni & Oberto, 2012; Barroso, 2013). Por otra parte, la presencia de macroinvertebrados sensibles a los contaminantes (Coscaron, 2009; Fernández & Domínguez, 2001) reafirma el buen estado de salud ambiental detectado por las variables químicas registradas.

### 6.2. Cría de quironómidos en laboratorio.

En este trabajo se describe una nueva técnica para el cultivo de larvas de Chironomidae, que también podría ser útil para criar otros macroinvertebrados fluviales. En la bibliografía sobre métodos de cría en laboratorio hay un cierto sesgo hacia la cría de una única especie y no de la familia completa como se pretendió en este estudio. Trabajar con una sola especie torna al método más eficiente porque las demandas fisiológicas están bien definidas. El género *Chironomus* es uno de los más usados para cría en laboratorio debido a que requiere menos cuidado y atención (Credland, 1973). Algunos estudios publicados que han trabajado con una sola especie, son referidos a: *Cricotopus lebetis* (Cuda *et al.*, 2002); *Chironomus calligraphus* (Zilli *et al.*, 2008); *Chironomus sancticaroli* (Strixino & Trivinho-Strixino,

1985); *Chironomus sancticaroli* (Trivinho-Strixino & Strixino, 1982); *Chironomus tentans* (Sibley *et al.*, 1998); *Chironomus xanthus* (Fonseca & Rocha, 2004); *Goeldichironomus holoprasinus* (Zilli *et al.*, 2009); *Goeldichironomus luridus* y *G. maculatus* (Corbi & Trivinho-Strixino, 2006).

El número relativamente bajo de emergentes provenientes de la cría, puede deberse a la complejidad que representa reproducir en laboratorio las condiciones naturales de un ambiente rítrónico, a las cuales están adaptadas las especies. Muchos factores, tales como el tamaño de las larvas, cantidad y calidad de los alimentos, y tipo de sedimento, pueden influir en el comportamiento trófico de los estados inmaduros (Mackey, 1977; Berg, 1995; Vos *et al.*, 2000). Adicionalmente, el estrés y parámetros como velocidad de corriente y oxigenación, entre otros, también influyen en el ciclo vital de estos organismos. Por otra parte, el crecimiento y desarrollo de las larvas pueden verse afectados por numerosas variables ambientales como la temperatura y el fotoperíodo (Maier *et al.*, 1990). Todos estos factores pueden actuar sinérgicamente interrumpiendo los ciclos e impidiendo la emergencia del adulto. En nuestro estudio se logró una mejoría en el método de cría, obteniendo como resultado un aumento en el porcentaje de emergencia, aunque se deberá seguir realizando ajustes metodológicos. Entre los ejemplares criados se obtuvo un alto porcentaje de Tanypodinae, lo que podría deberse a que esta subfamilia habita zonas del río donde la corriente es más débil; las larvas son depredadoras pero se conocen algunos casos de especies que se alimentan de diatomeas y detritus (Ashe *et al.*, 1987). Estas características ayudarían a que sea más fácil mantenerlas en un sistema artificial. En nuestro estudio el menor porcentaje perteneció a Orthoclaadiinae. Esta subfamilia es considerada como el grupo ecológico más ampliamente adaptado a ambientes lóticos de aguas frías (Lods-Crozet *et al.*, 2001; Lencioni & Rossaro, 2005), en este caso la temperatura pudo haber sido un factor limitante debido a que no se controló la temperatura del agua, la misma varió conjuntamente con la temperatura ambiente. Baek *et al.* (2011), registraron una tasa media de eclosión mayor al 75% en todas las generaciones. En un estudio con quironómidos fluviales de Costa Rica, el 72% de las especies criadas pertenecían a la subfamilia Chironominae, 22% a Orthoclaadiinae y 6% a Tanypodinae (Jackson & Sweeney, 1995). La diferencia puede atribuirse a que en los sistemas acuáticos de las zonas tropicales y subtropicales la subfamilia Chironominae es la más numerosa (Fitkau, 1986; Ashe *et al.*, 1987; Marchese & Paggi, 2004).

### 6.3. Comunidad bentónica

Es notable la falta de información taxonómica y ecológica sobre Chironomidae. En Argentina se han realizado estudios ecológicos con determinaciones a nivel de género o especie para la fauna de San Luis (Medina & Paggi, 2004), Bariloche (García & Añón Suárez, 2007), Tucumán (Tejerina & Molineri, 2007), Córdoba (Príncipe *et al.*, 2008), entre otros.

En el sitio estudiado se han registrado los mismos taxones citados en otros sistemas lóticos de la región central de Argentina (Corigliano *et al.*, 1996; Gualdoni & Oberto, 1998; Gualdoni & Corigliano, 2002; Príncipe *et al.*, 2007, 2010; Barbero, 2009; Barroso, 2013), aunque la mayoría no se determinaron hasta el nivel de especie. Entre los géneros encontrados en el arroyo Achiras, casi todos están calificados como cosmopolitas y euritópicos (Cranston *et al.*, 1983; Fittkau & Roback, 1983; Pinder & Reiss, 1983, Coffman & Ferrington, 1996).

La densidad relativa total estuvo dominada por los Chironominae (47%), continuando con los Orthoclaadiinae (28%) y Tanypodinae (25%). En cursos de agua de San Luis, Chironominae (80%) fue dominante, mientras que Orthoclaadiinae tuvo baja abundancia relativa (8,2%) (Medina & Paggi, 2004; Medina *et al.*, 2008). En Mendoza y Bariloche se observó el efecto inverso, Orthoclaadiinae con más del 80% y Chironominae con menos del 10% (García & Añón-Suárez, 2007; Scheibler *et al.*, 2008). Orthoclaadiinae presentó la mayor riqueza específica, seguida por Tanypodiinae, Chironominae y finalmente por Podonominae. En otros estudios, Orthoclaadiinae presentó una alta riqueza como en Tejerina & Molineri (2007), Medina *et al.* (2008), Principe *et al.* (2008) y Scheibler *et al.* (2008), excepto Medina & Paggi (2004) que reporta la subfamilia Chironominae como la subfamilia con mayor riqueza.

En la región Neotropical, la fauna de Chironomidae exhibe un contraste a nivel de subfamilia, entre la fauna de los sistemas fluviales de la zona tropical-subtropical y de las zonas templadas andino-patagónicas. En la primera zona mencionada, la subfamilia Chironominae es altamente dominante seguida por Orthoclaadiinae y Tanypodinae con muy bajos porcentajes (Fittkau, 1986; Ashe *et al.*, 1987; Marchese & Paggi, 2004). En contraposición, en la fauna andino-patagónica las formas dominantes son Orthoclaadiinae y Podonominae (Ashe *et al.*, 1987). Por lo tanto, es factible afirmar que la fauna encontrada en el arroyo Achiras presenta similitudes con la fauna descrita para la zona tropical-subtropical.

Este contraste faunístico propuesto por Ashe *et al.*, 1987 concuerda con la clasificación de Cranston (1995) quien postuló que la temperatura es el principal factor responsable en la distribución de los insectos. Cranston (1995) señala como un patrón biogeográfico frecuente a la variación en proporciones de taxa estenotérmicas frías (Diamesinae, Podonominae y Orthocladiinae) y taxa euritérmicas cálidas (Chironominae). Según esta clasificación, la fauna del arroyo Achiras pertenece al tipo de taxones euritérmicos cálidos, con Chironominae dominante y un porcentaje menor compuesto por taxones estenotérmicos fríos (Podonominae y Orthocladiinae). Medina & Paggi (2004), han reportado una fauna euritérmica cálida en San Luis, mientras que los taxones del arroyo Uspallata en Mendoza corresponden a la fauna estenotérmica fría, salvo en la desembocadura del sistema donde la fauna es del tipo euritérmico cálido (Scheibler *et al.*, 2008).

Illies & Botosaneanu (1963), definieron que en tramos de ritron, las corrientes tienen agua clara, un gradiente elevado, alta velocidad de la corriente, alta concentración de oxígeno disuelto y un sustrato predominantemente grueso. Estos autores establecieron diferentes temperaturas para la separación de las zonas de ritron y potamon, para las regiones geográficas de climas tropicales y templados. En los trópicos, el ritron tiene una temperatura del agua, cuyo promedio anual fue establecido en 25 °C, mientras que en regiones templadas no supera los 20 °C. A diferencia de los resultados obtenidos en este trabajo, Pinder (1995), propone que en las corrientes de la zona ritral, Chironominae son relativamente escasos, que la dominancia está dada por quironómidos estenotérmico-frío, predominantemente Orthocladiinae, acompañada por la subfamilia Podonominae, también reofila y adaptada al frío.

Las especies más abundantes de los quironómidos del arroyo Achiras fueron *Tanytarsus* sp., *Corynoneura* sp. *Thienemannimyia* sp., en coincidencia con lo registrado en arroyos de las Yungas por Tejerina & Molineri (2007). Medina & Paggi (2004), trabajando con muestras de bentos en San Luis encontraron como más abundante a *Tanytarsus* sp. En otros estudios de macroinvertebrados de la provincia de Córdoba, los quironómidos fueron los más abundantes, con distintos géneros dominantes: *Corynoneura* (Márquez, 2011); *Polypedilum* (Gualdoni *et al.*, 2009) *Onconeura* y *Rheotanytarsus* Barbero, 2009); *Rheotanytarsus* (Orpella, 2008).

*Tanytarsus* es un género euritópico ya que se encuentra en una variedad de hábitats acuáticos, incluyendo aguas salobres (Pinder & Reiss, 1983; Epler, 2001). Las larvas viven a menudo en los sedimentos superficiales de los sistemas lénticos o asociadas con macrófitas

acuáticas (Trivinho-Strixino, 2011). En el tramo estudiado, *Tanytarsus* estuvo presente en los hábitats de corredera y rabión y en casi todas las estaciones pero su mayor abundancia fue registrada en corredera de invierno y en rabión de otoño. En otros arroyos serranos, Príncipe (2007) registró este género en hábitat de sustrato de arena y grava y flujo superficial suave. En ríos de Brasil, *Tanytarsus* se encontró preferentemente habitando hojarasca y sedimentos blandos de las zonas de deposición y sustrato de arena (Sanseverino & Nessimian, 1998; Sanseverino & Nessimian, 2001), aunque probablemente se trate de otras especies del mismo género.

Larvas de *Corynoneura* se pueden encontrar en casi todos los tipos de hábitats acuáticos, desde agua estancada hasta arroyos de montaña con alta velocidad de corriente (Epler, 2001). Es probable que este género esté ampliamente distribuido en todo el mundo (Cranston *et al.*, 1983) aunque debido a su pequeño tamaño, con frecuencia puede pasar desapercibido y su distribución ser subestimada. En el arroyo Achiras, *Corynoneura sp.* fue la más abundante en otoño en corredera y rabión y estuvo presente en todas las estaciones. En otros arroyos de las sierras de Córdoba, se registro en mesohábitats de sustrato grueso y flujo suave (Príncipe, 2007). Las larvas también han sido halladas en fisuras de piedras sumergidas en aguas de corriente rápida (Cranston *et al.*, 1983). En arroyos de zonas boscosas de Brasil, hay especies que viven entre la hojarasca y en ambientes lénticos se los ha hallado asociadas a macrófitas acuáticas (Trivinho Strixino, 2011). Según Sanseverino & Nessimian (1998) y Amorim *et al.* (2004), *Corynoneura* mostró una preferencia por la hojarasca en zonas de erosión.

En el arroyo donde se llevó a cabo este estudio, *Thienemannimyia sp.* sobresalió en corredera de primavera y en rabión de otoño. Príncipe (2007) la registró en mesohabitat con sustrato de arena y grava y de flujo suave. Sin embargo, estos quironómidos se pueden encontrar tanto en aguas lénticas como lóxicas (Epler, 2001). Son estenotérmicas frío, y reófilas en las regiones templadas. En áreas montañosas y frías de regiones templadas habitan tanto en el litoral, como en las zonas profundas de lagos oligotróficos. En los arroyos, han sido hallados en sustratos de arena o arena y lodo (Fittkau & Roback, 1983; Trivinho Strixino, 2011).

El análisis de las variables estructurales de la taxocenosis de quironómidos del arroyo Achiras, indicó que las mayores riqueza específica y densidad bentónica se hallaron en el periodo de aguas bajas (invierno y primavera temprana). El arroyo posee un régimen hídrico freático-pluvial, con caudales menores y más estables durante invierno y primavera temprana,

cuando las lluvias son escasas y el arroyo depende principalmente del aporte freático (Gualdoni & Oberto, 2012). En los periodos más estables de estiaje, hay más posibilidades de colonización y es esperable aumentos del número de taxones y de sus densidades (Poff & Ward, 1989; Poff *et al.*, 1997; Ramírez & Pringle, 1998; Poff & Zimmerman, 2010).

Cuando se compararon los hábitats, se encontraron diferencias significativas sólo para la diversidad que fue mayor en rabión. Para el mismo arroyo, Barbero (2009) reporta que la mayor riqueza taxonómica y diversidad bentónica fueron halladas en rabión. Según Príncipe (2008), los rabiones son unidades geomorfológicas más complejas que ofrecen numerosos nichos para la macrofauna bentónica, actúan como refugios ante las inundaciones y los depredadores, y exhiben condiciones adecuadas para la alimentación. Por otra parte, los hábitats con sustrato de granulometría fina, como correderas, resultan inestables y la disminución de la disponibilidad de materia orgánica conduce a valores bajos de riqueza y diversidad. Nuestros resultados coinciden con lo observado en cursos de agua de bajo orden (Príncipe & Corigliano, 2006; Príncipe, 2008).

Cuando los datos de quironómidos bentónicos se analizaron con TWINSpan, la primera división separó a las muestras en los periodos hidrológicos, probablemente debido a la diferencia de caudal en aguas altas y bajas. En el segundo nivel, se separaron las muestras según corredera y rabión. El primero de estos ambientes se caracteriza por mayores velocidades de corriente y sustratos de roca y bloque, mientras que la corredera presenta menores valores de ambas variables. La granulometría del sustrato y la velocidad de la corriente son factores que afectan la distribución de los quironómidos (Lencioni & Rossaro, 2005; Príncipe *et al.*, 2008). Estos parámetros pueden actuar conjuntamente en las preferencias de hábitat de las larvas de Chironomidae (Sanseverino & Nessimian, 1998). Las preferencias de hábitat de macroinvertebrados acuáticos de la región central de Argentina no han sido ampliamente investigadas (Príncipe *et al.*, 2008), por tal motivo se debe profundizar en la temática.

Las curvas de rango-abundancia muestran que la distribución y dominancia de las especies varían entre las diferentes estaciones del año, tanto en corredera como en rabión. Las variaciones estacionales han sido atribuidas al voltinismo y al efecto de la temperatura sobre ciclos de vida de las poblaciones (Cortes, 1992). La distribución espacial de insectos acuáticos parece obedecer a las cuatro categorías de variables de mayor influencia ambiental: velocidad

de corriente, parámetros físicos-químicos, tamaño de partícula del sustrato y disponibilidad de alimentos (Cummins & Lauff, 1969; Lindegaard & Brodersen, 1995; Paggi, 2003; Rae, 2004). Las dos primeras determinan la macrodistribución de los organismos y las dos últimas, la microdistribución (Amorim *et al.*, 2004).

#### 6.4. Fracción derivante.

Se ha demostrado la importancia de la deriva en la regulación de las poblaciones de macroinvertebrados (Badri *et al.*, 1987; Ghetti *et al.*, 1991) y en la alimentación de peces (Flecker, 1992; Bechara, 1993) y ha sido considerada como el principal mecanismo de recuperación del bentos fluvial (Williams & Hynes, 1976; Milner, 1994). En la bibliografía se aprecia una gran variabilidad en los valores de densidad de deriva, no solo entre ríos, sino también a lo largo del año (Rodríguez-Barrios *et al.*, 2007; Gualdoni & Corigliano, 1999). Se ha estimado que las densidades medias de deriva de macroinvertebrados varían entre 100 y 1000 ind/ m<sup>3</sup> (Allan, 1987). Los valores de la familia Chironomidae en el tramo estudiado del arroyo Achiras son moderadamente elevados, si se tiene en cuenta que la densidad media fue de 508 ind/ m<sup>3</sup> y corresponde a una única familia dentro de la comunidad de macroinvertebrados. Las variaciones dependen de la temperatura, velocidad de corriente, sustrato, ciclo de vida, etc. Los valores reportados son muy variables evidenciando la multiplicidad de factores que pueden afectar a este proceso.

Las especies más abundantes en la deriva del arroyo Achiras fueron *Corynoneura* sp. y *Cricotopus* sp 2. Datos similares fueron registrados por Príncipe & Corigliano (2006) y Barbero (2009). *Corynoneura* y *Cricotopus* son géneros con muchas especies, distribuidas por todo el mundo. Las larvas son comunes en los ambientes loticos (Epler, 2001; Trivinho Strixino, 2011) y son propensas a ser arrastradas río abajo por la corriente.

El desprendimiento de los organismos del sustrato y su consiguiente arrastre río abajo puede deberse a diversos motivos (Waters, 1965; 1972). Sin embargo, en este trabajo la posibilidad de derivas catastróficas es excluida. Las campañas de muestreo desarrolladas durante el periodo de alta precipitación fueron realizadas siete días después de haberse manifestado el evento de máximo caudal, tiempo necesario para hallar los valores normales de abundancia y composición en las comunidades de macroinvertebrados acuáticos (Ghetti, 1986). Por otra parte, el horario en que se realizaron las colectas también permite descartar la

posibilidad de deriva comportamental. Numerosos factores morfológicos y etológicos influyen en el desprendimiento de los organismos y su posterior arrastre aguas abajo (Rader, 1997). La predisposición a la deriva está en relación con la forma corporal que determina la habilidad para contrarrestar la fuerza de arrastre de la corriente, con las adaptaciones morfo-etológicas que favorecen la permanencia en el sustrato, con el microhabitat preferencial de cada especie y la velocidad de corriente óptima dentro de cada unidad de hábitat (Rader, 1997).

Debido a la escasa capacidad de natación que poseen los quironómidos, han sido clasificados como no nadadores (Rader, 1997). Por ejemplo, *Corynoneura* sp. muestra una elevada propensión a derivar. Probablemente, los movimientos ondulatorios con poca direccionalidad y la baja eficiencia de retorno, que caracteriza a los dípteros mantuvieron a estos organismos en la columna de agua durante más tiempo y originó las relativamente altas densidades de deriva registradas (Gualdoni, 1998).

Uno de los factores abióticos que ejerce mayor influencia sobre la comunidad bentónica es el caudal, cuyas fluctuaciones, asociadas normalmente a variaciones en la velocidad de corriente, afectan, en gran medida a los valores de deriva (Minshall & Winger, 1968; Elliott, 1970; Dance & Hynes, 1979). En el presente estudio, las mayores densidades de deriva, fueron registradas en otoño, cuando la velocidad de corriente registró los valores más altos (Waters, 1961; Corigliano *et al.*, 1987; Ghetti *et al.*, 1991; Gualdoni *et al.*, 1991). Las precipitaciones frecuentes, durante el verano y principios de otoño, ocasionaron crecientes de corta duración que movilizaron el sustrato. Poff & Ward (1991), consideran que cuando las condiciones hidrológicas permanecen estables durante un periodo prolongado, los organismos tienen mayores oportunidades de asociarse con un microhábitat específico y aumentar sus densidades. En periodos hidrológicamente más variables las condiciones de microhábitat son menos estables y los organismos están más expuestos a la posibilidad de derivar, pero los caudales más elevados ejercen un efecto diluyente que disminuye las densidades de deriva. Estudios de deriva en la cuenca del río Chocancharava también han puesto en evidencia que entre los principales factores que afectan la estructura de la comunidad bentónica están el aumento de caudal y la inestabilidad del sustrato (Gualdoni & Corigliano, 2002). En contraposición, varios estudios han encontrado un aumento en la deriva con una disminución del caudal (Elliot, 1968; Corkum, 1978; Perry & Perry, 1986; Gualdoni & Corigliano, 2002; Rodríguez-Barrios *et al.*, 2007)

Las curvas de rango-abundancia de los derivantes mostraron que la especie dominante y la distribución de las abundancias relativas dependen del hábitat y de la estación del año en que se realizó el muestreo. El transporte de macroinvertebrados en deriva presenta un patrón anual debido a la variación en el ciclo de vida de las especies, la densidad de estos organismos y cambios estacionales en la temperatura del agua y velocidad de la corriente (Hildebrand, 1974). La historia de vida de los organismos bentónicos influye en la microdistribución de los efectivos por clases de edad y es uno de los factores que produce las variaciones estacionales en la deriva, que fluctúa con cada estadio del ciclo biológico (Lehmkuhl & Anderson, 1972; Hall *et al.*, 1980). En varias especies, las larvas recién eclosionadas derivan en grandes cantidades (deriva distribucional) y se cree que se trata de un mecanismo de dispersión de individuos jóvenes (Brittain & Eikeland, 1988). También el riesgo a derivar se eleva en las etapas de pre-emergencia, cuando los organismos bentónicos, con formas adultas aéreas, abandonan la protección del fondo para alcanzar la superficie del agua. Neveu (1974) comprobó que las larvas de Chironomidae representaron el 46,7% de los dípteros derivantes, mientras que el porcentaje de las pupas alcanzó el 92%. El autor atribuyó esta diferencia al riesgo de ser atrapados por la corriente durante el ascenso hacia la superficie del agua. En el arroyo estudiado, se registró un bajo número de larvas derivantes en primavera y verano, mientras que el estado de pupa fue más abundante, probablemente debido a que es el periodo de emergencia del imago.

El sustrato es un factor determinante de la riqueza y la abundancia de las especies, que se incrementan con la variedad y el tamaño de las partículas y con la estabilidad del sedimento (Allan, 1995). El sustrato formado principalmente por bloques, guijarros, grava y arena gruesa incrementan la heterogeneidad de hábitat (Gualdoni, 1997). En el arroyo Achiras, ambos hábitats presentaron un valor similar de riqueza sin embargo el rabión presentó la mayor densidad. Lo cual estaría en relación con la mayor granulometría que caracterizan a estos ambientes.

#### 6.5. *Relación Bentos-deriva*

En el arroyo Achiras, la familia Chironomidae aporta significativamente a la densidad total de la comunidad, contribuyendo con el 19% de los organismos bentónicos y el 33% de los derivantes. Neveu (1974) observó que la importancia relativa de la familia era diferente en el bentos y en la deriva. Otras publicaciones registran a los quironómidos como la familia más abundante y pueden representar el 50 % a 78% de los invertebrados bentónicos (Ráudez

Reyes, 2003; Lencioni & Rossaro, 2005; Gualdoni *et al.*, 2009) y del 14% al 85% de los invertebrados en la deriva (Neveu, 1974; Dance & Hynes, 1979; Ferrington, 1984; Corigliano *et al.*, 1987; Tilley, 1989; Rodriguez-Barrios *et al.*, 2007; Marziali *et al.*, 2009).

La importancia de la densidad bentónica, como uno de los principales factores que afecta la densidad de deriva, ha sido investigada en diferentes ambientes y las conclusiones no siempre fueron concordantes. Algunos autores hallaron una relación entre ambas variables (Pearson & Kramer, 1972; Allan, 1987), otros consideran que las dos fracciones presentan diferentes patrones de distribución y abundancia (Elliott, 1967; Corkum, 1978; Koetsier & Bryan, 1996). En nuestro estudio, la densidad derivante refleja a la bentónica, dado que ambas fracciones registraron variaciones temporales semejantes. Adicionalmente, el coeficiente de Jaccard arroja un alto porcentaje de similitud taxonómica entre bentos y deriva, debido a que comparten la mayoría de las especies entre los dos ensamblajes del arroyo Achiras. Esto podría ser explicado mediante la hipótesis de Waters (1961, 1965), que propone que la deriva es un fenómeno denso-dependiente que vehiculiza el exceso de producción del bentos, por lo cual la estructura de las comunidades bentónicas y derivantes serán semejantes y resultaran de la interacción de los mismos factores bióticos y abióticos. Otros autores han apoyado la hipótesis de la denso-dependencia como Dimond (1967), Lehmkuhl & Anderson (1972) y Koetsier *et al.* (1996). Otras causas pueden estar interviniendo en el reclutamiento de organismos en la deriva particularmente los atributos funcionales de cada especie, tales como la morfología, el comportamiento y las preferencias de microhábitat, que influyen en la entrada a la columna de agua y en el transporte río abajo (Rader, 1997). A escala microespacial el problema de la deriva es muy complejo, difícil de abordar y no es posible generalizar los motivos por los cuales las diferentes especies inician la deriva, permanecen en ella o retornan al bentos, ya que las variables bióticas y abióticas que influyen en cada una de ellas son diferentes (Gualdoni & Corigliano, 2002).

Otros estudios, realizados en arroyos de montaña, para investigar el efecto de diversos factores sobre la deriva, determinaron una dependencia significativa de ésta con la densidad del bentos en efemerópteros (*Baetis*) y simúlidos (Allan, 1987; Pearson & Kramer, 1972). En contraste, en un ambiente semejante Elliott (1967) determinó que la deriva de plecópteros y efemerópteros no estaba relacionada con su densidad bentónica.

Se han registrados taxa colectados sólo en el bentos como *Chironomus* sp., Tanypodinae indet. II y *Lopescladius* sp. Otras taxa fueron encontrados exclusivamente en muestras de deriva (Chironominae género A), lo cual coincide con lo informado por Cellot

(1989) y Corigliano *et al* (1998). Este hallazgo sugiere que al menos algunos elementos de la deriva puede provenir de hábitats remotos de aguas arriba (Elliot, 1967; Obi & Corner, 1986; Principe & Corigliano, 2006).

*Podonomus* sp. fue la única especie de la subfamilia Podonominae y fue registrada en el bentos y deriva del arroyo Achiras. También fue hallado por Principe *et al.* (2008) en otros arroyos del centro de Córdoba. La presencia de esta subfamilia es común en la región patagónica de nuestro país, debido a que es una subfamilia estenotermica fría, aunque también fue citada por Tejerina & Molineri (2007) en las provincias de Tucumán y Catamarca, con una distribución restringida sólo a los ríos de mayor altura. Posteriormente, Scheibler *et al.* (2008) hallaron *Podonomus* en tramos de cabecera del arroyo Uspallata en Mendoza. Según estos autores, este género prefiere zonas de mayor altura, con alta velocidad de corriente, baja conductividad y agua fría. Por su parte, Pinder (1995) sostiene que Podonominae es característica de arroyos de alta montaña en la zona tropical de América del Sur. El límite inferior de la distribución, de acuerdo con Brundin (1966), es de aproximadamente 1700 a 1800 msnm. En Argentina se registró a la subfamilia en sitios por encima de los 1000 msnm. (Donato *et al.*, 2008). Debido a la baja densidad con que fue hallado en el bentos del arroyo Achiras, se podría interpretar que los organismos derivan desde el bentos remoto (Ghetti, 1986). Sin embargo, aun confirmando que provenga desde río arriba, la presencia de Podonominae en el crenon-ritron constituiría un aporte al conocimiento de la distribución altitudinal de la subfamilia, puesto que las nacientes del arroyo Achiras se ubican en altitudes inferiores a los 1000 msnm.

La participación numérica de las subfamilias de Chironomidae varió entre los hábitats y estaciones del año. La temperatura y la velocidad de corriente son las principales variables que estarían determinando la distribución de las subfamilias de quironómidos del arroyo Achiras. En bentos y deriva, Orthocladiinae presentó su abundancia más baja en invierno y en otoño la más elevada, mientras que Chironominae muestra una situación inversa. Los ortocladinos se caracterizan por estar adaptados a temperaturas bajas y sus adultos pueden emerger a menores temperaturas, lo que estaría explicando la diferencia entre las altas densidades en otoño y la disminución de las mismas en invierno. Por otra parte, fueron más abundantes en rabión, esto podría deberse a que prefieren mayor velocidad de corriente y un sustrato predominantemente rico en algas (Paggi, *com. pers.*). Las mayores abundancias de Chironominae se encontraron en corredera. Estos son más exitosos en aguas con poca velocidad de corriente y en sustratos con abundante acumulación de detritos que utilizan para

alimentarse (Paggi, *com. pers.*) y para la construcción de tubos en que habitan (Pinder & Reiss, 1983). Aunque son de vida libres, fijan sus tubos al sustrato, esto estaría en relación con su menor predisposición a ser arrastradas por la corriente y por lo tanto sus bajas densidades de deriva. En nuestro estudio las mayores densidades de tanipodinos se observaron en corredera de aguas bajas especialmente en primavera temprana cuando se registraron los caudales más bajos. Además, estuvieron poco representados en deriva. Esta subfamilia se caracteriza porque prefiere cursos de flujo lento o zonas marginales donde la corriente es más débil (Ashe *et al.*, 1987; Paggi & Rodríguez-Capitulo, 2002).

#### 6.6. *Consideraciones finales*

Según Trivinho-Strixino & Strixino (1989), existen pocos estudios autoecológicos que permitan una comprensión de la dinámica de poblaciones y comunidades de quironómidos de la región Neotropical. Sería interesante profundizar el estudio autoecológico de las especies para ampliar el conocimiento de los ajustes adaptativos y etológicos que determinan las respuestas de cada población a condiciones imperantes en su entorno.

Los tramos próximos a las cabeceras poseen escaso impacto humano. Estos sistemas lóticos, pueden convertirse en puntos importantes para la obtención de datos de referencia para el análisis de sitios perturbados. Este es el caso del arroyo Achiras ya que próximo a las cabeceras se construyó la Presa Achiras, destinada a embalsar las aguas. Este tipo de obra produce cambios hidráulicos que alteran las características limnológicas, los procesos abióticos, y en consecuencia la biodiversidad (Medina *et al.*, 1997; Cortes *et al.*, 1998; Príncipe, 2007; Cibils, 2010; Barroso, 2013). Las condiciones de calidad de los ríos se pueden evaluar utilizando invertebrados acuáticos como indicadores, especialmente Chironomidae (Rosemberg & Resh, 1993; Lencioni & Rossaro, 2005), pero es necesario una mejor comprensión de las preferencias ecológicas de los taxones (McGeoch & Chown, 1998; Tickner *et al.*, 2000). Este conocimiento permitirá la ejecución de estrategias de conservación y restauración de los ecosistemas lóticos en la región central de Argentina.



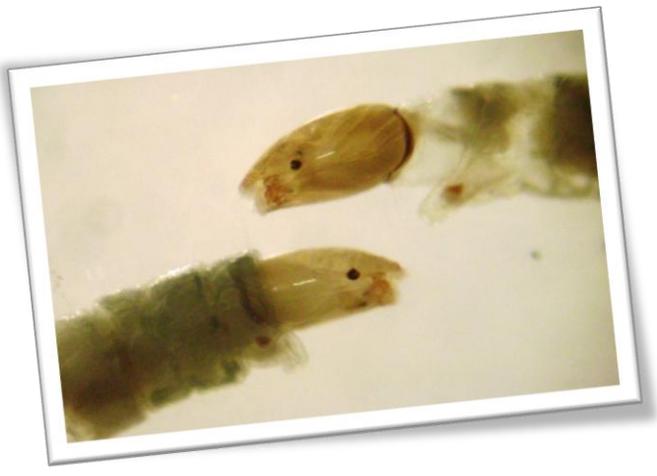
## ***Conclusión***



## 7. CONCLUSIONES

- ✚ En este trabajo se describe una técnica para el cultivo de larvas de Chironomidae, que también podría ser útil para criar otros macroinvertebrados fluviales, aunque se deberá seguir realizando ajustes metodológicos.
- ✚ Con la metodología implementada se criaron 240 individuos logrando un porcentaje de emergencia del 38%.
- ✚ En el tramo estudiado del arroyo Achiras, se registraron los mismos taxones que en otros sistemas lóticos de la región central de Argentina, casi todos están calificados como cosmopolitas y euritópicos.
- ✚ El ensamble de quironómidos encontrado es similar al descrito para la zona tropical-subtropical, con dominancia de taxones euritéricos cálidos y menor porcentaje de taxones estenotéricos fríos.
- ✚ Las especies bentónicas más abundantes del arroyo Achiras fueron *Tanytarsus* sp., *Corynoneura* sp. *Thienemannimyia* sp. y en deriva fueron *Corynoneura* sp. y *Cricotopus* sp 2. Son géneros euritópicos ya que se encuentra en una variedad de hábitats acuáticos.
- ✚ En el bentos, la mayor riqueza específica y densidad de hallaron en el periodo de aguas bajas. En la deriva, la mayor densidad de deriva, fueron registradas en otoño, cuando la velocidad de corriente registró los valores más altos.
- ✚ La mayor riqueza taxonómica y diversidad bentónica fueron halladas en rabión. Estos hábitats son unidades geomorfológicas más complejas y estables, con mayor heterogeneidad, que ofrecen numerosos nichos para la colonización de las larvas.
- ✚ La granulometría del sustrato y la velocidad de la corriente serían los factores que afectarían la distribución de los quironómidos.
- ✚ Para los quironómidos bentónicos y derivantes, la distribución y dominancia de las especies varían entre las diferentes estaciones del año, tanto en corredera como en rabión.

- ✚ El porcentaje de quironómidos fue mayor en la fracción derivante que en la bentónica, lo cual podría deberse a la escasa capacidad de natación que poseen.
- ✚ La distribución espacio-temporal de la fracción derivante fue semejante a la bentónica, por lo cual la deriva se interpretaría como un fenómeno denso-dependiente del bentos.
- ✚ En la deriva se registraron taxa no encontradas en el bentos local, lo que estaría indicando que algunos elementos derivantes provendrían de hábitats remotos de aguas arriba.
- ✚ *Podonomus* sp. fue la única especie de la subfamilia Podonominae y fue registrada por debajo de los 1000 msnm. En este sentido, este trabajo constituye un aporte al conocimiento de su distribución altitudinal.
- ✚ La participación numérica de las distintas subfamilias de Chironomidae varió entre los hábitats y estaciones del año, en relación a los requerimientos autoecológicos de cada una de las especies.



# ***Bibliografía***



## **8. BIBLIOGRAFÍA**

- ALLAN, J. D. 1987. Macroinvertebrate drift in a Rocky Mountain stream. *Hydrobiol.*, 144:261-268.
- ALLAN, J. D. 1995. *Stream ecology: structure and function of running waters*. Chapman & Hall. London. 388 pp.
- AMORIM, R. M.; A. L. HENRIQUES-OLIVEIRA & J. L. NESSIMIAN. 2004. Distribuição espacial e temporal das larvas de Chironomidae (Insecta: Diptera) na seção ritral do rio Cascatinha, Nova Friburgo, Rio de Janeiro, Brasil. *Lundiana* 5(2):119-127 pp.
- ARANA, M. D. & C. A. BIANCO. 2011. Características ambientales del centro de la Argentina, pp: 8-18. En *Helechos y licofitas del centro de la Argentina*. E-book Editorial UNRC. ISBN 978-950-665-561-7.
- ARMITAGE, P.; P. S. CRANSTON & L. C. V. PINDER. 1995. *The Chironomidae: The biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall, London, New York.
- ASHE, P.; D. A. MURRAY & F. REISS. 1987. The zoogeographical distribution of Chironomidae (Insecta: Diptera). *Ann. of Limn.* 23 (1): 27-60 pp.
- BADRI, A.; J. GIUDICELLI & G. PREVOT, 1987. Effets d'une crue sur la communauté d'invertébrés benthiques d'une rivière méditerranéenne, Le Rdat (Maroc). *Acta Ecol.*, 8(4):481-500 pp. (D). (Dd).
- BAEK, M. J.; T. J. YOON; J. M. HWANG; H. J. KANG; S. J. LEE; K. CHO & Y. J. BAE. 2011. Four-year successive rearing of *Glyptotendipes tokunagai* Sasa (Diptera: Chironomidae) under laboratory condition. *Entomological Research*. 41 (6): 276 pp.
- BARBERO, M. D. 2009. Patrones estructurales de la deriva y del bentos de macroinvertebrados en un arroyo serrano. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC.
- BARROSO, C. N. 2013. Efecto de una presa sobre la estructura de la comunidad bentónica de un ambiente lótico. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC.
- BECHARA, J. A. 1993. El papel de los peces en el control de la estructura de las comunidades bénticas de ecosistemas lóticos. En: Boltovskoy, H. & H. Lopez (Eds.), *Conferencias de Limnología*. La Plata.
- BERG, H. B. 1995. Larval food and feeding behaviour. In: Armitage, P. D.; Cranston, P. S. & Pinder, L. C. V. (Ed.). *The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges*. London, Chapman & Hall. 136-168 pp.

- BIEVER, K. D. 1965. A rearing technique for the colonization of chironomid midges. *Ann. Ent. Soc. Am.* 58 (2): 135-136 pp.
- BOCCOLINI, M. F.; A. M. OBERTO & M. C. CORIGLIANO. 2005. Calidad ambiental en un río urbano de llanura. *Biol. Acuát.* 22: 59-69 pp.
- BOLTON, M. J. 1992. Chironomidae (Diptera) of Cedar Bog, Champaign County, Ohio. *Ohio J. Sci.* 92 (5): 147-152 pp.
- BRITTAIN, J. E & T. J. EIKELAND. 1988. Invertebrate drift - A review. *Hydrobiol.* 166: 77-93 pp.
- BRUNDIN, L. 1966. Transantartic relationships and their significance as evidenced by chironomid midges with a monograph of the subfamilies Podonominae and Aphroteniinae and the austral Heptagytiae. *Kungliga Svenska Vetenskapsakademien Handlingar* 11: 1-472 pp.
- CASADELLÀ, T. P. 2007. Ecología de les comunitats de quironomids en rius mediterranis de referencia. Departament d'Ecologia, Facultat de Biologia, Universitat de Barcelona. Tesis doctoral.
- CAVIGLIA, M. L. 2002. Hidrología Ambiental: Relación entre geología-calidad del agua superficial/subterránea y grado de antropización de la cuenca del arroyo Achiras-del Gato, Provincia de Córdoba, Argentina. Tesis de Licenciatura, Dpto. de Geología. U.N.R.C.
- CELLOT, B. 1989 Macroinvertebrate movements in a large European river. *Freshwater Biology* 22: 45-55 pp.
- CHASE, M. W. & J. L. REVEAL. 2009. A phylogenetic classification of the land plants to accompany APG III. *Bot. J. Linn. Soc.* 161: 122-127 pp.
- CIBILS MARTINA, L. 2010. Efecto de una presa sobre algas epilíticas de un arroyo serrano. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC.
- COFFMAN, W. P. & L. C. FERRINGTON Jr. 1984. Chironomidae. In: Merritt, R. W. & K. W. Cummins (eds.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Second Edition. Kendall & Hunt Publishing Company, Dubuque, Iowa. 551-652 pp.
- COFFMAN, W. P. & L. C. FERRINGTON, Jr. 1996. Chironomidae. In: R. W. Merritt and K. W. Cummins (eds.), *An Introduction to the Aquatic Insects of North America*. Third edition. Kendal/Hunt, Dubuque, Iowa, USA. 862 pp.
- CORBI J. J. & S. TRIVINHO-STRIXINO. 2006. Ciclo de vida de duas espécies de *Goeldichironomus* (Diptera, Chironomidae). *Rev. Bras. Entomol.* 50: 72-75 pp.

- CORIGLIANO, M. C. 1989. Partición de recursos en el tramo anastomosado de un río de llanura. *Rev. UNRC* 9: 6-73 pp.
- CORIGLIANO, M. C.; C. M. GUALDONI & A. M. OBERTO. 1987. Deriva de macroinvertebrados en un tramo anastomosado de un río de llanura. *Rev. U.N.R.C.* 7 (1): 89-98 pp.
- CORIGLIANO, M. C.; C. M. GUALDONI; A. M. OBERTO & G. B. RAFFAINI. 1998. Atributos estructurales de la deriva de invertebrados en el río Chocancharava, Córdoba, Argentina. *Ecol Aust.*, 8: 5-12 pp.
- CORIGLIANO, M. C.; C. M. GUALDONI; A. M. OBERTO & G. B. RAFFAINI. 1996. Macroinvertebrados acuáticos de Córdoba, Argentina. En: Di Tada, I. E. & E. H. Bucher (eds.), *Biodiversidad de la Provincia de Córdoba*, Universidad Nacional de Río Cuarto y Centro de Zoología Aplicada, Córdoba. Fauna Vol. 1. 119-165 pp.
- CORKUM, L. D., 1978. The influence of density and behavioural type on the active entry of two mayfly species (Ephemeroptera) into the water column. *Can. J. Zool.* 56: 1201-1206 pp.
- CORTES, R. M. 1992. Seasonal pattern of benthic communities along the longitudinal axis of river systems and the influence of abiotic factors on the spatial structure of those communities. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 126: 85-103 pp.
- CORTES, R. M. V.; M. T. FERREIRA; S. V. OLIVEIRA & F. GODINHO. 1998. Contrasting impact of small dams on the Macroinvertebrates of two Iberian mountain rivers. *Hydrobiol.* 389: 51-61 pp.
- COSCARÓN-ARIAS, C. L. 2009. Diptera, Simuliidae. In: Dominguez, E. & Fernández, H. R. eds. *Macroinvertebrados sudamericanos: Sistemática y biología*. Fundación M. Lillo. Tucumán, Argentina. 365-381 pp.
- CRANSTON, P. S & J. MARTIN. 2012. Family Chironomidae. In: Evenhuis, N.L. (ed.), *Catalog of the Diptera of the Australasian and Oceanian Regions (Online version)*. Available at: <http://hbs.bishopmuseum.org/aocat/hybotidae.html>. Last accessed: [24 May 2012].
- CRANSTON, P. S. 1995. Biogeography. In: Armitage, P.; P. S. Cranston & L. C. Pinder (eds.). *The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges*, Chapman & Hall, London. 62-84 pp.
- CRANSTON, P. S.; D. R. OLIVER & O. A. SÆTHER. 1983. 9- The larvae of Orthocladiinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses. In: Wiederholm, T. (Ed.). *Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1: Larvae*. *Entomologica Scandinavica. Supplement N° 19*: 149-291 pp.

- CREDLAND, P. F. 1973. A new method for establishing a permanent laboratory culture of *Chironomus riparius* Meigen (Diptera: Chironomidae). *Freshwater Biol.*, 3: 45-51 pp.
- CRISCI, J. V. & M. F. LÓPEZ ARMENGOL. 1983. Introducción a la teoría y práctica de la taxonomía numérica. OEA, Monografía XX. Washington D.C., 131 pp.
- CUDA, J. P.; B. R. COON; Y. M. DAO & T. D. CENTER. 2002. Biology and Laboratory Rearing of *Cricotopus lebetis* (Diptera: Chironomidae), a Natural Enemy of the Aquatic Weed *Hydrilla* (Hydrocharitaceae). *Annals of the Entom. Soc. of Amer.* 95 (5): 587-596 pp.
- CUMMINS, K. W. & G. H. LAUFF. 1969. The influence of substrate particle size on the microdistribution of stream macrobenthos. *Hydrobiol.* 34: 145-181 pp.
- CUMMINS, K. W. & M. J. KLUG. 1979. Feeding ecology on stream invertebrates. *Ann. Ver. Ecol. Syst.* 10: 147-172 pp.
- DANCE, K. W. & H. B. N. HYNES. 1979. A continuous study of drift in adjacent intermittent and permanent streams. *Archiv für Hydrobiol.* 87 (3): 253-261 pp.
- DEGIOVANNI, S. & M. BLARASIN. 2005. Hidrología superficial y morfodinámica de sistemas fluviales. En: Blarasin, M.; S. Degiovanni; A. Cabrera & M. Villegas (Eds.), *Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba: una perspectiva geoambiental*. Primera Edición. U.N.R.C. Río Cuarto.
- DEGIOVANNI, S. 2005. Análisis de problemas geoambientales vinculados a los recursos hídricos en la cuenca del arroyo Achiras-del Gato: 181-222. En: Blarasin, M.; S. Degiovanni; A. Cabrera & M. Villegas (Eds.), *Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba: una perspectiva geoambiental*. Primera Edición. U.N.R.C. Río Cuarto.
- DI RIENZO, J. A.; F. CASANOVES; M. G. BALZARINI; L. GONZALES; M. TABLADA & C. W. ROBLEDO. 2010. Infostat, software Estadística, v. 2011. Grupo InfoStat, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.
- DI.P.A.S. 2001. Estudio ambiental preliminar para el proyecto de la presa sobre el Arroyo Achiras, Córdoba. Departamento de recursos hídricos. Córdoba
- DIMOND, J. B. 1967. Evidence that drift of stream benthos is density related. *Ecology*, 48 (5): 855- 857 pp.
- DOFFO, N.; S. DEGIOVANNI & D. ORIGLIA. 2005. Análisis de las causas y procesos involucrados en el deterioro de las obras hidráulicas situadas en la Cuenca media de los arroyos del Gato y Las Lajas, Córdoba. En: Blarasin, M.; S. Degiovanni; A. Cabrera & M. Villegas (Eds.), *Aguas superficiales y subterráneas en el sur de Córdoba: una perspectiva geoambiental*. Primera Edición. Río Cuarto: U.N.R.C.

- DOHET, A.; D. DOLISY, L. HOFFMANN & M. DUFRÊNE. 2002. Identification of bioindicator species among Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a survey of streams belonging to the rhithral classification in the Grand Duchy of Luxembourg. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 28, 381 -386.
- DONATO, M.; J. MASSAFERRO & S. J. BROOKS. 2008. Chironomid (Chironomidae: Diptera) checklist from Nahuel Huapi National Park, Patagonia, Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67 (1-2): 163-170 pp.
- DUFRÊNE, M. & P. LEGENDRE. 1997. Species Assemblages and Indicator Species: The Need for a Flexible Asymmetrical Approach. *Ecol. Monog.* 67 (3): 345-366 pp.
- ELLIOTT, J. M. 1967. The life histories and drifting of the Plecoptera and Ephemeroptera in a Dartmoor stream. *J. Anim. Ecol.* 36: 343-362 pp.
- ELLIOTT, J. M. 1968. The life histories and drifting of Trichoptera in a Dartmoor stream. 1. *Anim. Ecol.* 37: 615-626 pp.
- ELLIOTT, J. M. 1970. Methods of sampling invertebrate drift in running water. *Annis. Limnol.* 6: 133-159 pp.
- EPLER, J. H. 2001. Identification manual for the larval Chironomidae (Diptera) of North and South Carolina. North Carolina Department of Environmental and Natural Resources. Division of Water Quality, North Carolina. 526 pp.
- FERNÁNDEZ, H. R. & E. DOMÍNGUEZ. 2001. Guía para la Determinación de los Artrópodos Bentónicos Sudamericanos, Editorial Universitaria de Tucumán, Serie: Investigaciones de la UNT, Tucumán, Argentina, 167- 193 pp.
- FERRINGTON, Jr., L. C. 1984. Drift dynamics of Chironomidae larvae: I. Preliminary results and discussion of importance of mesh size and level of taxonomic identification in resolving Chironomidae diel drift patterns. *Hydrobiol.* 114: 215-227 pp.
- FFRENCH, P. W. 2011. Relaciones longitud corporal-biomasa en el bentos de un arroyo serrano. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC. 75 pp.
- FITTKAU, E. J. & S. S. ROBACK. 1983. The larvae of Tanypodinae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region – Keys and diagnoses. – In: WIEDERHOLM, T. (ed.). Chironomidae of the Holarctic Region: keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Ent. Scand. Suppl.* 19: 1-457 pp.
- FITTKAU, E. J. 1986. Conocimiento actual sobre la colonización de la región tropical sudamericana por insectos acuáticos y su historia evolutiva, con especial referencia a los quironómidos. *Anales del Museo de Historia Natural de Valparaíso (Chile)* 17: 97-103 pp.

- FLECKER, A. S. 1992. Fish predation and the evolution of invertebrate drift periodicity: evidence from Neotropical streams. *Ecology* 73: 438-448 pp.
- FONSECA, A. L. & O. ROCHA. 2004. Laboratory cultures of the native species *Chironomus xanthus* Rempel, 1939 (Diptera-Chironomidae). *Acta Limnol. Bras.*, 16 (2): 153-161 pp.
- FREEMAN, P. 1959. A study of the New Zealand Chironomidae (Diptera, Nematocera). *Bull. Br. Mus. (Nat. Hist.) Entomol.* 7: 393-437 pp.
- FREEMAN, P. 1961. The Chironomidae (Diptera) of Australia. *Aust. J. Zool.* 9: 611-737 pp.
- GARCÍA, P. E. & D. AÑÓN SUÁREZ. 2007. Community structure and phenology of chironomids (Insecta: Chironomidae) in a Patagonian Andean stream. *Limnologica* 37: 109-117 pp.
- GHETTI, P. F.; P. TETE; C. M. GUALDONI & R. INNOCENZI. 1991. The drift over one year of Gammaridae populations in a small stream in Central Italy. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 24: 2015-2019 pp.
- GHETTI, P. F. 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione. Prov. Aut. di Trento. Trento, 111 pp.
- GUALDONI, C. M. & A. M. OBERTO. 1998. Biological quality assessment in lotic environments of río Carcarañá (Córdoba, Argentina). *Verhandlungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie* 26:1219-1222 pp.
- GUALDONI, C. M. & A. M. OBERTO. 2012. Estructura de la comunidad de macroinvertebrados del arroyo Achiras (Córdoba, Argentina): análisis previo a la construcción de una presa. *Iheringia, Série Zoologia, Porto Alegre*, 102 (2): 177-186 pp.
- GUALDONI, C. M. & M. C. CORIGLIANO. 2002. Distribución del bentos y la deriva de macroinvertebrados en tramos fluviales con diferentes condiciones de estrés ambiental. *Acta limnol. Bras.*, 14 (1): 1-13 pp.
- GUALDONI, C. M. & M. C. CORIGLIANO. 2005. Distribución longitudinal del bentos y la deriva fluvial en relación con factores abióticos. *Rev. UNRC.* 25(1): 65-72 pp.
- GUALDONI, C. M. & M. C. CORIGLIANO. 1999. Deriva de insectos y su relación estructural con el bentos. *IDESIA.* 17: 57-71pp.
- GUALDONI, C. M. 1997. Caracterización de las comunidades bentónicas y su fracción derivante en la cuenca del río Chocancharava (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 17 (1): 37-47 pp.
- GUALDONI, C. M. 1998. Importancia del fenómeno de deriva en la distribución longitudinal de las comunidades bentónicas. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales. U.N. R.C. Tesis doctoral. Inédita.

- GUALDONI, C. M.; A. M. OBERTO & G. B. RAFFAINI. 1994. La aplicación de índices bióticos en la subcuenca del río Chocancharava (Cuarto) (Córdoba, Argentina). *Rev. UNRC*, 14: 39-52 pp.
- GUALDONI, C. M.; A. M. OBERTO; G. R. RAFFAINI & M. C. CORIGLIANO. 1991. Fluctuaciones espacio-temporales de la deriva en un río de llanura. *Biol. Acuát.* 15 (2): 224-225 pp.
- GUALDONI, C. M.; M. F. BOCCOLINI; A. M. OBERTO; R. E. PRINCIPE; G. B. RAFFAINI & M. C. CORIGLIANO. 2009. Potential habitats versus functional habitats in a lowland braided river (Córdoba, Argentina). *Ann. Limnol. - Int. J. Lim.* 45: 1-10 pp.
- GUALDONI, C. M.; P. W. FFRENCH & A. M. OBERTO. (En prensa). Relaciones longitud-biomasa en el bentos de un arroyo serrano del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral*.
- HABASHY, M. M. 2005. Culture of chironomid larvae (Insecta- Diptera- Chironomidae) under different feeding systems. *Egyptian journal of aquatic research*. Vol. 31 no. 2: 403-418 pp.
- HALL, J. R.; G. E. LIKENS; S. B. FIANCE & G. HENDREY. 1980. Experimental acidification of a stream in the Hubbard brook experimental forest. *Ecol.* 61 (4): 976-989 pp.
- HILDEBRAND, S. G. 1974. The relation of drift to benthos density and food level in an artificial stream. *Limnol. and Oceanog.* 19:951-957 pp .
- HILL, M. O. 1979. TWINSPAN. A Fortran program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes, Cornell University, Ithaca, New York.
- ILLIES J. & L. BOTOSANEANU. 1963. Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische and Angewandte Limnologie*, Stuttgart, Germany. 12: 1- 57 pp.
- IRVINE, J. R. & P. R. HENRIQUES, 1984. A preliminary investigation on effects of fluctuating flows on invertebrates of the Hawea River, a large regulated river in New Zealand. *N. Z. J. Mar Fhreswater Res.*, 18:283-290 pp.
- JACKSON, J. K. & B. W. SWEENEY. 1995. Egg and Larval Development Times for 35 Species of Tropical Stream Insects from Costa Rica. *Journal of the North American Benthological Society*. 14 (1): 115-130 pp.
- KOESTSIER, P. & C. F. BRYAN. 1995. Effects of abiotic factors on macroinvertebrate drift in the 10wer Mississippi river, Lousiana. *Am. Midl. Nat.* 134: 63-74 pp.

- KOETSIER, P. & C. F. BRYAN. 1996. Is macroinvertebrate drift a density-dependence mechanism of the benthos in the lower Mississippi river? *J. Freshw. Ecol.* 11 (1): 1-9 pp.
- KOETSIER, P.; G. W. MINSHALL & C. T. ROBINSON. 1996. Benthos and macroinvertebrate drift in six streams differing in alkalinity. *Hydrobiologia*, 317:41-49 pp.
- LEHMKUHL, D. M. & N. H. ANDERSON, 1972. Microdistribution and density as factors affecting the downstream drift of mayflies. *Ecol.* 53: 661- 667 pp.
- LENCIONI, V. & B. ROSSARO. 2005. Microdistribution of chironomids (Diptera: Chironomidae) in Alpine streams: an autoecological perspective. *Hydrobiol.* 533: 61–76 pp.
- LINDEGAARD, C. & K. P. BRODERSEN. 1995. Distribution of Chironomidae (Diptera) in the River Continuum. In: Cranston, P. S. (Ed.). *Chironomids: from genes to ecosystems*. CSIRO Publications, Melbourne. 257–271 pp.
- LODS-CROZET, B.; V. LENCIONI; J. S. ÓLAFSSON; D. L. SNOOK; G. VELLE; J. E. BRITAIN; E. CASTELLA & B. ROSSARO. 2001. Chironomid (Diptera: Chironomidae) communities in six European glacierfed streams. *Freshw. Biol.* 46: 1791-1809 pp.
- LUTI, R., M. A. B. SOLIS; F.M. GALERA; N. M. FERREYRA; M. BREZAL; M. NORES; M. A. HERRERA & J.C. BARRERA. 1979. Vegetación. In: J. B. Vazquez, R.A. Miatello & M.E. Roqué (dirs.). *Geografía física de la provincia de Córdoba*. Boldt, Buenos Aires, 297-368 pp.
- MACKEY, A. P. 1977. Growth and development of larval Chironomidae. - *Oikos* 28: 270-275 pp.
- MAIER, K. J.; P. KOSALWAT & A.W. KNIGHT. 1990. Culture of *Chironomus decorus* (Diptera: Chironomidae) and the effect of temperature on its life history. *Environm. Entomol.* 19: 1681- 1688 pp.
- MALMQUIST, H. L.; T. ANTONSSON; G. GUDBERGSSON; S. SKÜLASON; S. S. SNORRASON. 2000. Biodiversity of macroinvertebrates on rocky substrate in the surf zone of Iceland lakes. *Verh. Int. Verein. Limnol.* 27: 121 127 pp.
- MARCHESE, M. & A. C. PAGGI. 2004. Diversidad de Oligochaeta (Annelida) y Chironomidae (Diptera) del Litoral Fluvial Argentino. En: Aceñolaza, F. C. (ed.), *Temas de la Biodiversidad del Litoral fluvial argentino*, INSUGEO, Tucumán, Argentina, Miscelánea 2: 217-224 pp.

- MARQUEZ, J. A. 2011. Efecto de la forestación con pináceas sobre la comunidad de macroinvertebrados bentónicos en cuencas de pastizales de las sierras de Córdoba. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC.
- MARZIALI, L.; M. GOZZINI; B. ROSSARO & V. LENCIONI. 2009. Drift patterns of Chironomidae (Insecta, Diptera) in an arctic stream (Svalbard Islands): an experimental approach. *Studi. Trent. Sci. Nat.*, 84: 87-96 pp.
- MARZIALI, L.; V. LENCIONI & B. ROSSARO. 2006. Chironomid species as indicators of freshwater habitat quality. – *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 29: 1553–1555 pp.
- MASAFERRO, J.; A. C. PAGGI & A. RODRÍGUEZ-CAPÍTULO. 1991. Estudio poblacional de los quironómidos (Insecta Diptera) de la laguna de Lobos, Provincia de Buenos Aires, Argentina. *Graellsia* 47: 129-137 pp.
- McALEECE, N. 1997. Biodiversity professional beta 1. Versión 1.0. The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. Accesible en internet: <http://www.nhm.ac.uk/zoology/bdpro>.
- McCUNE, B. & J. B. GRACE. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software, Oregon, U.S.A.
- McCUNE, B. & M. J. MEFFORD. 1999. *Multivariate Analysis of Ecological Data*. Version 4.25. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon, U.S.A.
- McGEOCH, M. A. & S. L. CHOWN. 1998. Scaling up the value of bioindicators. – *Trends Ecol. Evol.* 13: 46–47 pp.
- MEDINA, A. I. & A. C. PAGGI. 2004. Composición y abundancia de Chironomidae (Díptera) en un río serrano de zona semiárida (San Luis, Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 63 (3-4): 107-118 pp.
- MEDINA, A. I.; E. A. VALLANIA; E. S. TRIPOLE & P. A. GAREFS. 1997. Estructura y función del zoobentos de ríos serranos (San Luis). *Ecología Austral*, 7:28-34.
- MEDINA, A. I.; E. E. SCHEIBLER & A. C. PAGGI. 2008. Distribución de Chironomidae (Díptera) en dos sistemas fluviales rítronicos (Andino-serrano) de Argentina. *Rev. Soc. Entomol. Arg.* 67 (1-2): 69-79 pp.
- MENDES, H. F. 2002. Rearing Tanypodinae, Telmatogetoninae and Orthoclaadiinae in Brazil- an empirical approach. *Chironomus News letter*, Camberra; 15: 29-32 pp.
- MENZIE, C. A., 1981. Production ecology of *Cricotopus sylvestris* (Fabricius) (Diptera: Chironomidae) in a shallow estuarine cove. – *Limnol. Oceanog.* 26: 467-481 pp.
- MERRITT, R. W. & K. W. CUMMINS. 1996. *An Introduction to the Aquatic Insects of North America* (Third Edition). Kendall/ Hunt Publishing, Iowa, USA.

- MILNER, A. M. 1994. System recovery. In: Calow, P. & Petts, G. E. (eds.) *The Rivers Handbook*. Blackwell Scientific, Oxford. v.2, 523 pp.
- MINSHALL, G. W. & P. V. WINGER, 1968. The effect of reduction in stream flow on invertebrate drift. *Ecol.* 49: 580-582 pp.
- MORRONE, J. J. 2006. Biogeographic areas and transition zones of Latin America and the Caribbean Islands based on panbiogeographic and cladistic analyses of the entomofauna. *Ann. Rev. Entomol.* 51: 467-494 pp.
- NESSIMIAN, J. L. & A. M. SANSEVERINO. 1998. Trophic functional categorization of the chironomid larvae (Diptera: Chironomidae) in first-order stream at the mountain region of Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.*, 26: 2115-2119 pp.
- NESSIMIAN, J. L.; A. M. SANSEVERINO & A. OLIVEIRA. 1999. Relações tróficas de larvas de Chironomidae (Díptera) e sua importância na rede alimentar em um brejo de dunas no Estado do Rio de Janeiro. *Revta. Brasil. Entomol.*, 43: 47-53 pp.
- NEVEU, A. 1974. La dérive des stades aquatiques de quelques familles de dipteres torrenticoles. *Ann. Hydrobiol.* 5 (1): 15-42 pp.
- OBI, A. & J. V. CONNER. 1986. Spring and summer macroinvertebrate drift in the Lower Mississippi River, Louisiana. *Hydrobiol.* 139: 167-175 pp.
- OGGERO A. J. & M. D. ARANA. 2012. Inventario de la Biodiversidad de Plantas Vasculares del sur de la zona serrana de Córdoba, Argentina. *Hoehnea* 39 (2): 169- 197 pp.
- OLIVER, D. R. 1971. Life history of the Chironomidae. *Annu. Rev. Entomol.* 16: 211-230
- ORPELLA, G. 2008. Estructura y diversidad del ensamble bentónico del arroyo Achiras en tramos de ritron. Trabajo Final de Lic. en Ciencias Biológicas. UNRC.
- PAGGI, A. C. & A. RODRIGUES CAPÍTULO. 2002. Chironomids composition from drift and bottom samples in a regulated north-patagonian river (Rio Limay, Argentina). *Ver. Int. Verein. Limnol.* 28: 1229–1235 pp.
- PAGGI, A. C. 1998. Chironomidae. In: Morrone, J. J. & S. Coscarón (eds.), *Biodiversidad de Artrópodos Argentinos: Una perspectiva biotaxonomica*, Ediciones Sur, La Plata, Argentina, 327-337 pp.
- PAGGI, A. C. 1999. Los Chironomidae como indicadores de calidad de ambientes dulceacuícolas. *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 58 (1-2): 202-207 pp.
- PAGGI, A. C. 2003. Los Chironomidae (Díptera) y su empleo como bioindicadores. *Biol. Acuát.* 21: 50-57 pp.

- PAGGI, A. C. 2009. Capitulo 13- Díptera: Chironomidae. In: Domínguez E. & H. R. Fernández (eds.). 2009. Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos. Sistemática y biología. Fundación Miguel Lillo. Tucumán, Argentina. 656 pp.
- PAINE Jr, G. P. & A. R. GAUFIN. 1956. Aquatic diptera as indicator of pollution in a midwestern stream. *Ohio J. Sci.* 56: 291-304 pp.
- PEARSON, W. D. & R. H. KRAMER. 1972. Drift and production of two aquatic insects in a mountain stream. *Ecological Monographs*, 42 (3): 365-385 pp.
- PERRY, S. A. & W. P. PERRY. 1986. Effects of experimental flow regulation on invertebrate drift and stranding in the Flathead and Kootenai Rivers, Montana, USA. *Hydrobiol.* 134: 171-182 pp.
- PINDER, L. C. V. & F. REISS. 1983. 10- The larvae of Chironominae (Diptera: Chironomidae) of the Holarctic region- Keys and diagnoses. In: Wiederholm, T. (Ed.). *Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1: Larvae.* *Entomologica Scandinavica. Supplement N° 19:* 293-435 pp.
- PINDER, L. C. V. 1983. 1- The larvae of Chironomidae (Diptera) of the Holarctic region- Introduction. In: Wiederholm, T. (Ed.). *Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1: Larvae.* *Entomologica Scandinavica. Supplement N° 19:* 7-10.
- PINDER, L. C. V. 1986. Biology of Freshwater Chironomidae. *Annu. Rev. Entomol.*, 31, 1–23.
- PINDER, L. C. V., 1995: The habitats of Chironomidae larvae. In: ARMITAGE, P.; P. S. CRANSTON & L. C. V. PINDER (eds.). *The Chironomidae. The biology and ecology of non-biting midges.* Chapman and Hall, London. 107–133 pp.
- POFF, L. N. & J. V. WARD. 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic communities structure: a regional analysis of streamflow patterns. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 1805-1818 pp.
- POFF, L. N. & J. V. WARD. 1991. Drift responses of benthic invertebrates to experimental stream flow variation in a hidrologically stable stream. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 48: 1926-1936 pp.
- POFF, N. L. & J. K. H. ZIMMERMAN. 2010. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform environmental flows science and management. *Fresh. Biol.* 55: 194-20 pp.
- POFF, N. L.; J. D. ALLAN; M. B. BAIN; J. R. KARR; K. L. PRESTEGAARD; B. D. RICHTER; R. E. SPARKS & J. C. STROMBERG. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* 47: 769-784 pp.

- POI DE NEIFF A. & J. J. NEIFF. 2006. Riqueza de especies y similaridad de los invertebrados que viven en plantas flotantes de la planicie de inundación del río Paraná (Argentina). *Interciencia* 31: 220-225 pp.
- PRÍNCIPE R. E.; C. M. GUALDONI; A. M. OBERTO; G. B. RAFFAINI & M. C. CORIGLIANO. 2010. Spatial-temporal patterns of functional feeding groups in mountain streams of Córdoba, Argentina. *Ecol Aust.* 20: 257-268 pp.
- PRINCIPE, R. E. & M. C. CORIGLIANO. 2006. Benthic, drifting and marginal macroinvertebrate assemblages in a lowland river: temporal and spatial variations and size structure. *Hydrobiol.* 553: 303–317 pp.
- PRÍNCIPE, R. E. 2008. Efectos ecológicos de azudes sobre el bentos de arroyos serranos. Departamento de Ciencias Naturales. Facultad de Ciencias Exactas Físico-Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Rio Cuarto. Tesis doctoral. Inédito.
- PRINCIPE, R. E., G. B. RAFFAINI, C. M. GUALDONI, A. M. OBERTO & M. C. CORIGLIANO. 2007. Do hydraulic units define macroinvertebrate assemblages in mountain streams of central Argentina? – *Limnologica*, 37: 323-336 pp.
- PRINCIPE, R. E.; M. F. BOCCOLINI & M. C. CORIGLIANO. 2008. Structure and Spatial-Temporal Dynamics of Chironomidae Fauna (Diptera) in Upland and Lowland Fluvial Habitats of the Chocancharava River Basin (Argentina). *Internat. Rev. Hydrobiol.* 93 (3) 342–357 pp.
- RADER, R. B. 1997. A functional classification of the drift: traits that influence invertebrate availability to salmonids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 54: 1211-1234 pp.
- RAE, J. G. 2004. The colonization response of lotic chironomid larvae to substrate size and heterogeneity. *Hydrobiologia* 524: 115-124 pp.
- RAMÍREZ, A. & C. M. PRINGLE. 1998. Invertebrate drift and benthic community dynamics in a lowland neotropical stream, Costa Rica. *Hydrobiol.* 386: 19-26 pp.
- RAUDEZ REYES, S. 2003. Importancia de la familia Chironomidae en el Río San Juan y Cuatro de sus Tributarios. CIRA- UNAN.
- ROBACK, S. S. 1974. Insects (Arthropoda: Insecta). In: C. W. Hart, Jr. and S. L. H. Fuller (eds.), *Pollution Ecology of Freshwater Invertebrates*. Academic Press, NY, NY. pp. 313-376 pp.
- RODRÍGUEZ-BARRIOS, J.; R. OSPINA-TORRES; J. D. GUTIÉRREZ & H. OVALLE. 2007. Densidad y biomasa de macroinvertebrados acuáticos derivantes en una quebrada tropical de montaña (Bogotá, Colombia). *Calda.* 29 (2): 397-412 pp.
- ROSEMBERG, D. M. & V. H. RESH. (eds.). 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, New York. 488 pp.

- SANSEVERINO, A. & J. L. NESSIMIAN. 1998. Habitat preferences of Chironomidae larvae in an upland stream of Atlantic Forest, Rio de Janeiro State, Brazil. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 26: 2141-4144 pp.
- SANSEVERINO, A. M. & J. L. NESSIMIAN. 2001. Hábitats de larvas de Chironomidae (Insecta, Diptera) em riachos de Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro. *Acta Limnologica Brasiliensia* 13: 29–38 pp.
- SCHEIBLER, E. E.; V. POZO & A. C. PAGGI. 2008. Distribución espacio-temporal de larvas de Chironomidae (Diptera) en un arroyo andino (Uspallata, Mendoza, Argentina). *Rev. Soc. Entomol. Argent.* 67 (3-4): 45-58 pp.
- SCHMID, P. E. 1993. Random patch dynamics of larval Chironomidae (Diptera) in the bed sediments of a gravel stream. *Fresh. Biol.* 30: 239- 255 pp.
- SIBLEY, P. K.; D. A. BENOIT & G. T. ANKLEY. 1998. Life cycle and behavioural assessments of the influence of substrate particle size on *Chironomus tentans* (Diptera: Chironomidae) in laboratory assays. *Hydrobiol.* 361: 1–9 pp.
- SIMPSON, K. W. & R. W. BODE. 1980. Common larvae of Chironomidae (Diptera) from New York state streams and rivers with particular reference to the fauna of artificial substrates. *N.Y. St. Mus. Bull.* 439: 1-105 pp.
- STRIXINO, G. & S. TRIVINHO-STRIXINO. 1985. A temperatura e o desenvolvimento larval de *Chironomus sancticaroli* (Diptera: Chironomidae). *Rev. Bras. Zool.* 3: 177-180 pp.
- STRIXINO, S. 1973. A Largura da Cabeça na Determinação das Fases Larvais de Chironomidae na Represa do Lobo. Thesis. Universidade Federal de São Carlos. Brazil. 167 pp.
- TEJERINA, E. & C. MOLINERI. 2007. Comunidades de Chironomidae (Diptera) en arroyos de montaña del NOA: comparación entre Yungas y Monte. *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina* 66 (3-4): 169- 177 pp.
- TICKNER, D., P. D. ARMITAGE, M. A. BICKERTON & K. A. HALL. 2000. Assessing stream quality using information on mesohabitat distribution and character. – *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst.* 10: 170–196 pp.
- TILLEY L. J. 1989. Diel drift of Chironomidae larvae in a pristine Idaho mountain stream. *Hydrobiologia* 174: 133-149 pp.
- TOKESHI, M. 1995. Production ecology. In: Armitage, P.D.; P.S. Cranston & L.C.V. Pinder (eds). *The Chironomidae: Biology and ecology of non-biting midges*. Chapman & Hall. London. 269-296 pp.
- TOKUNAGA, M. 1964. Diptera: Chironomidae. *Insects Micronesia.* 12: 485-628 pp.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1982. Ciclo de vida de *Chironomus sancticaroli* Strixino & Strixino (Díptera: Chironomidae). *Revta brás. Ent.* 26 (2): 183-189
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1989. Observações sobre a biologia da reprodução de um quironomídeo da região neotropical (Diptera, Chironomidae). *Rev. Bras. Entomol.*, 33:207-216 pp.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1991. Estrutura da comunidade de insetos aquáticos associados à *Pontederia lanceolata* Nuttal. *Rev. Bras. Biol.* 53: 103-111 pp.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1995. Larvas de Chironomidae (Diptera) do estado de São Paulo- Guia de Identificação e diagnose dos gêneros. Universidad Federal de São Carlos. Programa de Pos- Graduação em ecologia e recursos naturais, São Paulo, Brazil. 229 pp.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. & G. STRIXINO. 1999. Insectos dípteros quironomídeos. In Ismael D, Valenti WC, Matsumura-Tundisi T, Rocha O (Eds.) *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil.* 141-148 pp.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. 1980. Estudos sobre a fecundidade de *Chironomus sancticaroli* sp. N. (Díptera: Chironomidae). *Inst. Biociências USP. Tese de Doutorado.* 157 pp.
- TRIVINHO-STRIXINO, S. 2011. Larvas de Chironomidae. Guia de identificação. São Carlos, Depto Hidrobiologia/Lab. Entomologia Aquática/UFSCar. 71p.
- TRIVINHO-STRIXINO, S.; F.A. GESSNER. & L. CORREIA. 1998. Macroinvertebrados associados a macrófitas aquáticas das lagõas marginais da Estação Ecológica de Jataí (Luiz Antônio. SP). *Anais do VIII Seminário Regional de Ecologia.* 3: 1189-1198 pp.
- VISCHI, N. B.; A. J. OGGERO & M. D. ARANA. 2001. Reserva florística “Las Guindas”. Estudio previo a su establecimiento. *Rev. UNRC* 19 (1-2): 37-55 pp.
- VISCHI, N. B.; A. J. OGGERO; A. L. CORREA & S. SUÁREZ. 1999. Comunidades vegetales del Bosque serrano y su asociación con factores edáficos (Sierra de Comechingones-Córdoba). *Bol. Soc. Argent. Bot.* 34: 107-112 pp.
- VOS, J. H.; M. A. G. OOIJEVAAR; J. F. POSTMA & W. ADMIRAAL. 2000. Interaction between food availability and food quality during growth of early instar chironomid larvae. *J. N. Am. Benthol. Soc.*, 19(1):158–168 pp.
- WALKER, I. R. 1987. Chironomidae (Diptera) in palaeoecology. *Quaternary Science Reviews.* 6: 29-40 pp.
- WATERS, T. F. 1961. Standing crop and drift of stream bottom organisms. *Ecol.* 42: 532-537 pp.

**DISTRIBUCION Y ABUNDANCIA DE LA FAUNA DE CHIRONOMIDAE (DIPTERA)  
EN UN ARROYO SERRANO (CÓRDOBA, ARGENTINA).**

---

- WATERS, T. F. 1965. Interpretation of invertebrate drift in stream. *Ecol.* 46 (3): 327- 334 pp.
- WATERS, T. F. 1966. Production rate, population density and drift of stream insects. *Ecology*, 47 (4): 595-604 pp..
- WATERS, T. F. 1972. The drift of stream insects. *Ann. Rev. Ent.* 17: 253-272 pp.
- WIEDERHOLM, T. (ed.). 1983. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1. Larvae. *Ent. Scand. Suppl.* 19:1-457 pp.
- WILLIAMS, D. & HYNES, H. B. 1976. The recolonization mechanisms of stream benthos. *Oikos*, 27: 265- 272 pp.
- ZILLI, F. L.; L. MONTALTO; A. C. PAGGI & M. R. MARCHESE. 2008. Biometry and life cycle of *Chironomus calligraphus* Goeldi 1905 (Diptera, Chironomidae) in laboratory conditions. *Interciencia*, 33 (10): 767-770 pp.
- ZILLI, F.; M. MARCHESE & A. C. PAGGI. 2009. Life Cycle of *Goeldichironomus holoprasinus* Goeldi (Diptera: Chironomidae) in Laboratory. *Neotrop. Entomol.* 38 (4): 472-476 pp.



CHIRONOMIDAE

