

Universidad Nacional de Córdoba  
Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Ciencias Biológicas



**Estructura de la comunidad de insectos bentónicos del Río  
Anisacate, La Bolsa, Córdoba, Argentina.**

**Tesinista:** Cristian Javier Hernández Lahme

**Director:** Dr. Andrés M. Visintin

**Co-director:** Dr. Arnaldo Mangeaud

Cátedra de Entomología - Centro de Investigaciones Entomológicas de Córdoba

Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales - U.N.C.

Marzo 2017

# INDICE

i.	Lista de figuras.....	2
ii.	Lista de tablas.....	3
1.	Resumen.....	4
2.	Introducción.....	5
3.	Hipótesis.....	7
4.	Objetivos.....	8
	4.1 Objetivo general.....	8
	4.2 Objetivos específicos.....	8
5.	Materiales y Métodos.....	8
	5.1 Área de estudio.....	8
	5.2 Registro de variables ambientales y colectas entomológicas.....	9
	5.3 Trabajo de laboratorio.....	12
	5.4 Análisis de datos.....	12
	5.5 Relación entre los patrones de distribución y diversidad de la entomofauna acuática y las variables ambientales.....	12
6.	Resultados.....	13
	6.1 Variables ambientales.....	13
	6.2 Riqueza.....	15
	6.3 Abundancia.....	16
	6.4 Diversidad.....	20
	6.5 Dominancia.....	20
	6.6 Relación entre los patrones de distribución y diversidad de la entomofauna acuática.....	20
7.	Discusión.....	23
8.	Conclusiones.....	26
9.	Agradecimientos.....	27
10.	Bibliografía.....	27
11.	Anexos.....	33

## Lista de figuras

Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo en el Río Anisacate, departamento de Santa María, Córdoba, Argentina.

Figura 2. Lugar de muestreo, sitio 1

Figura 3. Lugar de muestreo, sitio 2.

Figura 4. Velocidad (m/seg) registrada durante los meses de muestreo para ambos sitios.

Figura 5. Profundidad (cm) registrada durante los meses de muestreo para ambos sitios.

Figura 6. Porcentaje de vegetación estimada por mes en cada sitio de muestreo.

Figura 7. Ordenamiento de los sitios según el ACP de acuerdo a las variables ambientales. Los puntos amarillos corresponden a las variables ambientales (SUS= Sustrato); los puntos azules indican los meses con sus respectivos sitios.

Figura 8. Ordenamiento de los sitios según el ACP de acuerdo a las variables ambientales. Los puntos verdes corresponden al sitio 1; los puntos amarillos pertenecen al sitio 2.

Figura 9. Porcentaje de ejemplares recolectados en cada uno de los sitio de muestreo.

Figura 10. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos recolectados en el sitio 1.

Figura 11. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos recolectados en el sitio 2.

Figura 12. Abundancia logarítmica de las familias estudiadas incluyendo ambos sitios.

Figura 13. Abundancia de familias y porcentaje de individuos para el sitio 1.

Figura 14. Abundancia de familias y porcentaje de individuos para el sitio 2.

Figura 15. Resultado del Análisis de Correspondencia (AC) en el ordenamiento de los sitios muestreados en la zona estudiada, según la abundancia de la comunidad de insectos bentónicos. Los puntos rojos indican los meses con sus respectivos sitios y los puntos azules las familias identificadas.

Figura 16. Ordenamiento de las estaciones muestreadas según la abundancia de la comunidad de insectos bentónicos. Los puntos azules pertenecen a la estación invierno, los puntos verdes a la primavera, los puntos rojos al verano y los puntos amarillos corresponden al otoño.

Figura 17. Análisis de Procrustes.

## Lista de tablas

Tabla I. Valores medios de las variables ambientales por cada mes de muestreo.

Tabla II. Autovalores ACP.

Tabla III. Lista taxonómica, abundancia absoluta, relativa y categorías de dominancia de insectos bentónicos en los dos sitios estudiados del río Anisacate, Córdoba, Argentina.

Tabla IV. Índices de Shannon por mes para cada sitio de muestreo.

Tabla V. Contribución a la Chi-cuadrado (AC).

## RESUMEN

Se estudió la estructura de la comunidad de insectos acuáticos en el río Anisacate dentro del bosque xerófilo serrano en el departamento de Santa María, Córdoba, Argentina. Para ello se realizaron muestreos mensuales durante un año en dos sitios del río en la localidad denominada "La Bolsa". La velocidad de corriente aproximada de 0,36 m/seg y 0,07 m/seg para el sitio 1 y 2 respectivamente, un sustrato con una granulometría variable y una profundidad media de 26,07 cm para el sitio 1 y 21,41 cm para el sitio 2. También se estimó el porcentaje de vegetación presente para cada sitio. Se colectaron 15.097 ejemplares en total distribuidos en 24 familias pertenecientes a 5 órdenes. En el sitio 1 se colectaron 21 familias y en el sitio 2 se colectaron 22 familias, con un método de colecta a través de una bomba de agua y filtros por medio de cuadratas. Uno de los taxones más diversos fue el orden Trichoptera representado por 8 familias. Los grupos menos diversos fueron los órdenes Odonata y Coleoptera. Los taxa más abundantes pertenecen a las familias Simuliidae y Baetidae con 5.185 y 4.586 ejemplares colectados respectivamente. El índice de Shannon-Wiener indica una diversidad baja-media para ambos sitios y el índice de uniformidad de Pielou revela que la comunidad de insectos es equitativa. Los análisis multivariados (ACP Y AC) muestran una cierta diferenciación entre los sitios estudiados en cuanto a las variables ambientales y una diferencia estacional de la estructura de la comunidad. Además se realizó un análisis Procrustes mostrando un ajuste del 68,6% entre los resultados obtenidos en ACP y AC, es decir que las variables ambientales explican en gran medida como se comporta la estructura de la comunidad de insectos acuáticos.

# **Estructura de la comunidad de insectos bentónicos del Río Anisacate, La Bolsa, Córdoba, Argentina.**

**Palabras clave:** insectos bentónicos, comunidad, estructura, Anisacate, Córdoba.

## **INTRODUCCIÓN**

Tres cuartas partes de la superficie terrestre están cubiertas de agua, y solo una fracción (el 2,5%) es agua dulce, de la cual el 70% se encuentra congelada en forma de hielo y nieve, un 0,001% está en forma de vapor en la atmósfera, un 0,001% forma parte de los seres vivos y el resto constituye las aguas superficiales (ríos, lagos y pantanos) y subterráneas que son las utilizadas por el hombre (Gleick, 1996). A pesar de que los sistemas dulceacuícolas ocupan una pequeña porción en el planeta, son de gran importancia para el ser humano ya que abastecen con agua de calidad y soportan la producción de una gran cantidad de alimento para ellos y otras especies animales. Por otro lado, los cuerpos de agua ofrecen otros servicios ecosistémicos como la regulación de las condiciones climáticas en los ambientes aledaños a ellos, energía eléctrica que se produce gracias al agua en movimiento dentro de presas hidroeléctricas, reservas de agua y la recarga de los acuíferos (Mittermeier et al., 2011). Además los ecosistemas dulceacuícolas sostienen una proporción importante de la biodiversidad global. En este sentido, estos ecosistemas ocupan apenas el 0,8% de la superficie planetaria, sin embargo albergan al menos 100.000 especies, lo que representa cerca del 6% de todas las especies descritas (Abell et al., 2008).

Es importante reconocer que la biodiversidad se encuentra en mayor riesgo en los sistemas de agua dulce que en otros ecosistemas (Strayer & Dudgeon, 2010). Por ejemplo, debido a que se está produciendo rápidamente un cambio global a medida que las poblaciones humanas amplían el uso y dominio de muchos hábitats en la biosfera, se observa pérdida de especies en comunidades locales y regionales en todo el mundo, principalmente en ecosistemas dulceacuícolas. Tal pérdida de biodiversidad es importante desde el punto de vista ambiental debido a que la disminución en la riqueza de especies puede alterar la estabilidad y sostenibilidad de procesos del ecosistema (Kinzig et al., 2002, Loreau et al., 2002, Naeem, 2002, Srivastava & Vellend 2005). Además, procesos ecológicos tales como producción primaria, descomposición de materia orgánica, y el reciclado de nutrientes dependen de comunidades bióticas específicas constituidas por muchas especies diferentes. Si algunas especies se extinguen localmente, su papel funcional en el ecosistema puede perderse (Covich et al., 2004a,

2004b). La presencia de especies confinadas a hábitats pequeños, también es alta en estos ecosistemas, y a pesar de la combinación de riqueza, alto endemismo y amenaza particular de la que son objeto, son pocos los esfuerzos de planificación de la conservación que se han centrado en los sistemas de agua dulce y sus especies dependientes (Revenga & Kura, 2003). Por lo tanto, los inventarios de especies son necesarios y valiosos para destacar las prioridades de investigación, proporcionar una visión global para comparar la diversidad taxonómica a nivel continental y para optimizar los esfuerzos de planificación de la conservación a pequeña y gran escala, con la mayor unidad de planificación de la cuenca hidrográfica o región (Abell et al., 2008).

Aunque la mayoría de estudios y trabajos están enfocados hacia los vertebrados, el 60% de las especies descritas para estos sistemas son insectos (Mittermeier et al., 2011). Estos son la forma de vida más amplia de nuestro planeta, pues ocurren en gran abundancia en prácticamente cualquier tipo de hábitat. No existe otro grupo de animales que muestre dicha diversidad de estructuras y hábitos (Pennak, 1978). Los hábitats acuáticos les ofrecen a los insectos una alta variedad de microambientes en los que han tenido un gran éxito en la explotación de los diferentes recursos, por lo que son de interés para su estudio (Merritt & Cummins, 1996; Rodríguez & Leon, 2003).

La riqueza de insectos acuáticos, en términos generales, varía a lo largo de gradientes geográficos y ambientales, lo cual tiene implicaciones importantes para la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas de agua dulce. Tal conocimiento no está aún bien documentado en muchas áreas geográficas, y es importante considerar en investigaciones futuras aspectos tales como estudios sobre los ecosistemas lóticos y lénticos para comprender los patrones de biodiversidad en general (Heino, 2009). Los insectos dominan las interacciones dentro de la comunidad de las aguas dulceacuáticas (Merritt et al., 2008; Torres-García, 2010), por lo que son usados como indicadores de disturbio y de diversidad. Dentro del primer tipo, los insectos acuáticos se destacan por ser buenos indicadores de los impactos de origen antrópico (Barbour et al., 1999; Rosenberg et al., 2001; Pérez-Munguía & Pineda-López, 2005). Esto se debe a que responden rápidamente a modificaciones en el ambiente, ya sea con su presencia o ausencia, o con su abundancia; además, muchos de sus taxa son hábitat-especialistas, encontrándose también que un mismo grupo puede tener taxa con un amplio intervalo de tolerancia a la perturbación ambiental. Otro factor importante es que el muestreo de estos organismos es costo-eficiente, estandarizado y ambientalmente benigno. Por otro lado, cuando se usan a los insectos como indicadores de diversidad, se observa una mayor riqueza de especies y una presencia importante de endemismos (en comparación con ambientes terrestres o el uso

exclusivo de vertebrados), los cuales son empleados para la inclusión y conservación de sistemas dulceacuícolas en áreas naturales protegidas (Sánchez-Fernández et al., 2004).

La estructura de estas comunidades lólicas, en general, está controlada por un gran número de factores que van desde su distribución biogeográfica, condiciones físicas (en especial corriente y sustrato), la calidad físico-química del agua, la disponibilidad de hábitat adecuado y de fuentes de alimentación, y la presencia de predadores, competidores y parásitos (Townsend, 1989; Poff, 1992; Death & Winterbourn, 1995; Ramírez & Pringle, 1998; Miserendino, 2001). En particular, los ríos son sistemas dinámicos cuyas comunidades responden espacial y temporalmente a la interacción entre los factores externos, determinados por la cuenca de drenaje, y factores internos, definidos por las características del cauce y su valle (Wantzen & Rueda-Delgado, 2009). Debido a esto se ha considerado al río como un elemento conector de la dinámica acuática y terrestre, en especial en sus zonas inundables (Junk & Wantzen, 2004). De acuerdo al tamaño y tipo de ambiente lótico en estudio, los factores internos y externos generan, a nivel espacial y temporal, un mosaico no continuo de condiciones bióticas y abióticas (Wantzen et al., 2006), lo que determina la distribución de sus poblaciones, en especial las relacionadas con el bentos (Allan & Castillo, 2007). Este hecho es más notorio en los arroyos neotropicales sometidos a una estacionalidad pluviométrica y efectos locales de lluvias puntuales de diferentes intensidades (Dudgeon, 2008). Estudios sobre las comunidades de invertebrados acuáticos considerando su distribución y ecología en ambientes lóticos de la provincia de Córdoba han sido realizados por diferentes autores (Gualdoni & Oberto, 1998; 2012; Principe et al., 2007; Gualdoni et al., 2011; Mangeaud, 1998). Sin embargo, en esta región aún permanecen sistemas fluviales cuya biota es desconocida. Particularmente, con respecto al río Anisacate no se conocen estudios relacionados a esta temática. Desde el punto de vista ecológico es importante conocer las características de los sistemas hidrológicos de nuestra provincia para poder proteger las especies que forman parte de éstos, como así también recursos tan importantes e indispensables como el bosque nativo y el agua.

Como hipótesis de trabajo se plantea que las comunidades de insectos bentónicos no son estables ni constantes, en cuanto a diversidad de taxa y a su abundancia, con gran variabilidad estacional y entre sitios. Se espera observar estas variaciones de acuerdo a las estaciones y a las variables ambientales.

**Objetivo general:**

Estudiar la estructura de la comunidad de insectos bentónicos del Río Anisacate (Córdoba, Argentina) y su relación con factores ambientales.

**Objetivos específicos:**

1. Conocer y estudiar la diversidad de la entomofauna que conforma la comunidad de insectos bentónicos del río Anisacate, provincia de Córdoba, Argentina.
2. Caracterizar la variación temporal de las variables analizadas.
3. Analizar la relación entre los patrones de distribución y diversidad de la entomofauna acuática y diferentes variables ambientales y físicas que determinan la estructura de la comunidad.

**MATERIALES Y METODOLOGÍA****Área de estudio**

El trabajo se realizó en el río Anisacate, próximo a la localidad de La Bolsa, departamento Santa María, provincia de Córdoba (Fig. 1). La geografía se caracteriza, hacia el oeste, por presentar un ambiente serrano, donde se encuentran el cordón montañoso de las Sierras Chicas y el cordón montañoso de las Altas Cumbres. El río Anisacate es de cuenca endorreica, formado por la unión de los ríos de La Suela y el San José, departamento de Punilla (Vásquez et al., 1979), donde este último en sus nacientes recibe el nombre de Condorito, el cual atraviesa la quebrada homónima. La orientación general del Río Anisacate es de oeste a este con laderas escarpadas y cubiertas de vegetación, la cual consta de bosque xerófilo de tipo matorral y arbolado semidesértico (Luti et al., 1979). Éste río pasa por distintas localidades, entre las que se encuentran Villa Serranita, La Bolsa y Anisacate, donde recibe un nuevo afluente, el arroyo de Alta Gracia (Río & Achával, 1904). La unión de los ríos Anisacate y Los Molinos dan origen al río Segundo o Xanaes que luego de ramificarse en varios brazos, vierte sus aguas en la Laguna Mar Chiquita (Vásquez et al., 1979).

El clima predominante en la superficie de la cuenca se puede clasificar como de tipo mediterráneo con variaciones puntuales dependientes de los aspectos geomorfológicos, en donde el relieve es el factor que rige las condiciones hídricas y su variación estacional. Por

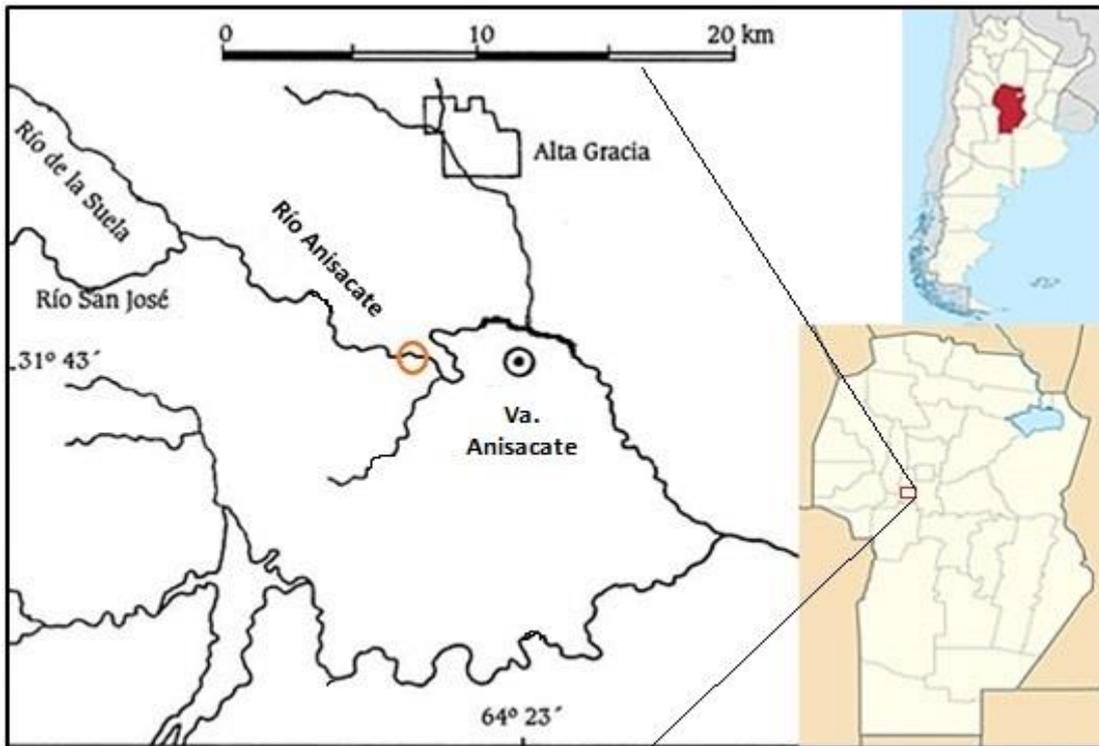


Figura 1. Ubicación del sitio de muestreo en el Río Anisacate, departamento de Santa María, Córdoba, Argentina.

influencia de las condiciones orográficas, se encuadra dentro del dominio semi-húmedo con tendencia al semi-seco, con invierno y sin verano térmico (Capitanelli, 1979). Las precipitaciones medias anuales son de aproximadamente 750 mm.

### Registro de variables ambientales y colectas entomológicas

Las muestras se tomaron en el río Anisacate a la altura del camping El Diquecito, ubicado entre las localidades de Villa Serranita y La Bolsa, en dos sitios distanciados 200 metros aproximadamente entre sí, a los que se denominó Sitio I ( $31^{\circ} 43' 46''$  S;  $64^{\circ} 26' 56''$  O) y Sitio II ( $31^{\circ} 43' 47''$  S;  $64^{\circ} 26' 49''$  O) (Figs. 2 y 3). Estos sitios corresponden a un ecosistema lótico con dos zonas principales: rápidos y remansos. El sustrato predominante es de tipo rocoso en los rápidos, y arena y limo en los remansos. En las zonas seleccionadas para llevar a cabo el muestreo se observó la presencia de macrófitas acuáticas y algas distribuidas de acuerdo al grado de luminosidad, sustrato y velocidad de la corriente.



*Figura 2. Lugar de muestreo, sitio 1.*



*Figura 3. Lugar de muestreo, sitio 2.*

Para llevar a cabo el estudio se realizaron muestreos mensuales durante un año empezando en el mes de octubre del año 2012 y finalizando en el mes de septiembre del año 2013. En cada uno de los sitios seleccionados se tomaron 5 muestras representadas cada una por cuadratas de 1m<sup>2</sup>. Cada cuadrata consistió en un marco de tubos de PVC con una grilla interna definiendo 25 puntos de intersección, donde se midieron las siguientes variables:

- 1 - Velocidad promedio de la corriente
- 2 - Profundidad del cuerpo de agua
- 3- Porcentaje de vegetación presente
- 4 – Longitud máxima promedio de sustrato

La velocidad de la corriente se calculó utilizando un flotador y cronometrando el tiempo por distancia recorrida del mismo. Para medir la profundidad en el sector del río estudiado se realizaron varias mediciones en el sitio correspondiente para luego obtener un valor promedio por sitio. Con respecto a la vegetación, se estimó visualmente qué porcentaje de la cuadrata estaba ocupada por macrófitas acuáticas y algas. En cuanto al sustrato, se tomaron las medidas longitudinales máximas del tipo de sustrato que coincidía con cada intersección de la grilla marcada en la cuadrata, para luego realizar un promedio, con su respectiva varianza, por cuadrata, y por sitio.

Para la colecta de los insectos bentónicos se utilizó una bomba Motorarg Modelo AQA 400 con una manguera acoplada que se aplicó lo más próximo posible al sustrato, de manera que tras removerlo, los organismos fueron capturados al succionar el agua, y posteriormente filtrados con una red de 500 micras aproximadamente. A continuación se colocaron en recipientes plásticos para ser fijados con formol al 3%, los cuales se rotularon indicando fecha, sitio y cuadrata correspondiente. Durante el mes de Enero no se tomaron muestras por cuestiones de disturbio antrópico en las zonas asignadas, mientras que tampoco se pudo tomar las muestras en el sitio 2 durante el mes de Septiembre debido a dificultades técnicas en el método de recolección ocasionado por el bajo nivel de agua, presentando así un total de 11 muestreos para el sitio 1 y 10 muestreos para el sitio 2.

## **Trabajo de laboratorio**

En el laboratorio las muestras fueron colocadas en Capsulas de Petri para su limpieza, lo que permitió lavar y separar los insectos con la ayuda de una lupa estereoscópica (Zeiss Stemi DV4). Luego fueron colocados en tubos de vidrios con alcohol etílico (80%) y rotulados para su posterior identificación y cuantificación. Se utilizó una lupa estereoscópica y claves específicas (Domínguez & Fernández, 2009) llegando al nivel taxonómico de familia.

## **Análisis de datos**

Las variables biológicas registradas en cada sitio fueron: riqueza de familias de insectos bentónicos, abundancia total, por Orden y por Familia, a partir de las que se obtuvo índices de diversidad de Shannon-Wiener ( $H'$ ), considerando que los valores  $H' \geq 2,70$ , comprenden alta diversidad y  $H'$  entre 1,50-2,70 corresponden a diversidad media (Margalef, 1998). La equitatividad se estimó mediante el Índice de Pielou ( $J'$ ) (Moreno, 2001), este índice mide la proporción de la diversidad con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor varía entre 0 y 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

Por otro lado, se determinaron categorías de dominancia (CD), para lo cual se empleó la clasificación utilizada por Cardoso et al. (2011), donde  $D\% = i/t \cdot 100$  ( $i$  = total de individuos de la misma familia y  $t$  = total de individuos colectados); de acuerdo a ello, las familias serán denominadas como eudominantes ( $CD > 10\%$ ), dominantes ( $5\% < CD \leq 10\%$ ), subdominantes ( $2\% < CD \leq 5\%$ ), eventuales ( $1\% < CD \leq 2\%$ ) o raras ( $CD \leq 1\%$ ).

## **Relación entre los patrones de distribución y diversidad de la entomofauna acuática y las variables ambientales**

Se estudiaron las asociaciones entre las fechas de muestreo por cada sitio y las comunidades de insectos, para lo cual se aplicaron técnicas multivariadas de ordenación. Se utilizó Análisis de Componentes Principales (ACP) para explorar la relación entre las fechas de muestreo y las variables ambientales registradas, mientras que para ver la relación entre los sitios, estaciones climáticas y las familias identificadas se empleó Análisis de Correspondencias (AC), este análisis define un espacio dentro de un sistema ortogonal de ejes que expresan de un modo conciso un gran número de aspectos diferentes de los datos en un solo diagrama (Krebs,

1989; Gauch, 1994). Finalmente para distinguir si las variables ambientales explican el comportamiento de las variables biológicas se realizó un análisis de Procrustes (AP). El AP describe un conjunto de herramientas matemáticas que permiten comparar dos configuraciones de puntos homólogos provenientes de dos variantes de la misma entidad, con el objetivo de determinar si representaciones alternativas de los mismos  $n$  puntos exhiben diferentes relaciones internas entre ellos (Mangeaud, 2004). Los análisis de datos se realizaron a través del software estadístico Infostat.

## RESULTADOS

### Variables ambientales

La velocidad de la corriente del río presentó una media de 0,36 m/seg para el sitio 1. Los valores más altos para este sitio se registraron en los meses de octubre y noviembre con una velocidad de 0,61 m/seg y 0,52 m/seg respectivamente. En cuanto al sitio 2 se obtuvo una velocidad media de 0,07 m/seg con su máximo valor en el mes de abril (0,23 m/seg) y valores casi nulos en los meses de julio a septiembre. De forma general, la velocidad fue siempre mayor en el sitio 1 donde el cauce permanecía con corriente durante todo el año; por el contrario, en el sitio 2 para la época invierno el cauce presentaba una velocidad casi nula (Fig. 4; tabla I). La

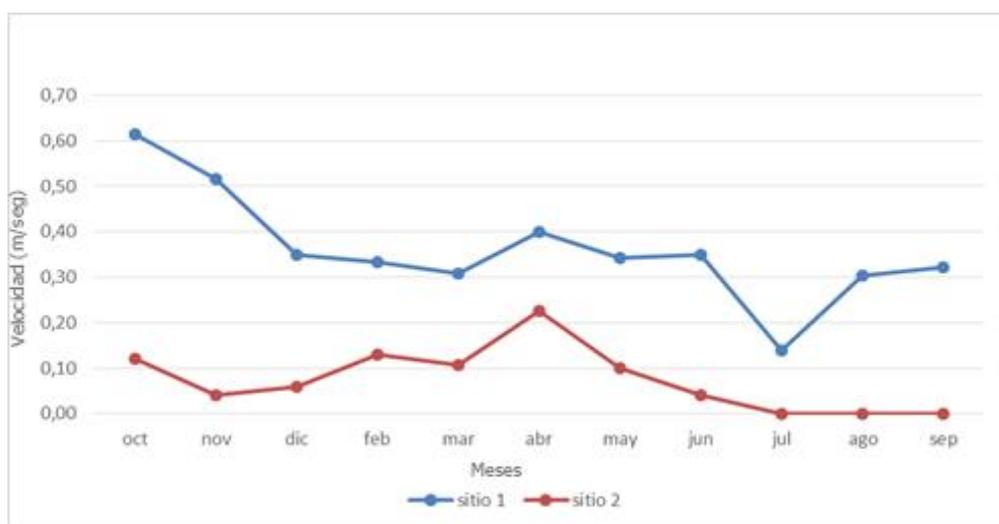


Figura 4. Velocidad (m/seg) registrada durante los meses de muestreo para ambos sitios.

profundidad media para el sitio 1 fue de 26,07 cm, presentando en los meses de febrero y marzo los valores más altos (35,8 cm y 32,8 cm respectivamente); en el mes de septiembre la

profundidad fue de 16,8 cm, siendo este valor el más bajo registrado para esta área. En el sitio 2 profundidad media fue de 21,41 cm; la profundidad máxima se registró en el mes de octubre (32,2 cm) y la profundidad mínima en el mes de septiembre del año posterior (9 cm, Fig. 5). Los porcentajes más altos de vegetación se presentaron en los meses de marzo y agosto para el sitio

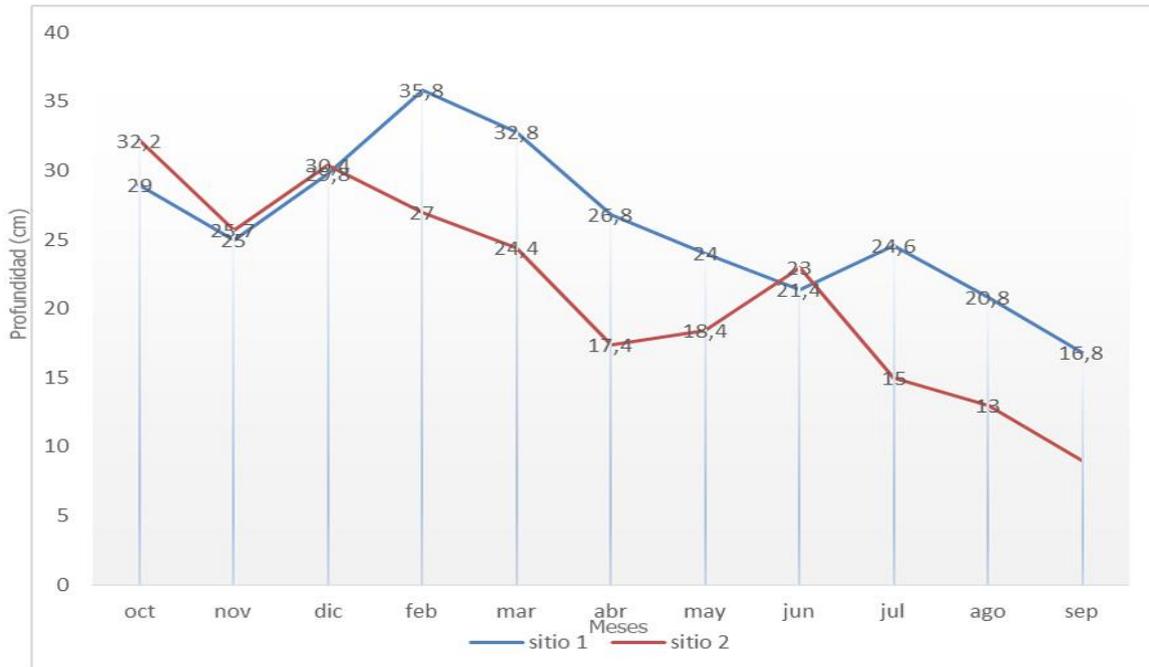


Figura 5. Profundidad (cm) registrada durante los meses de muestreo para ambos sitios.

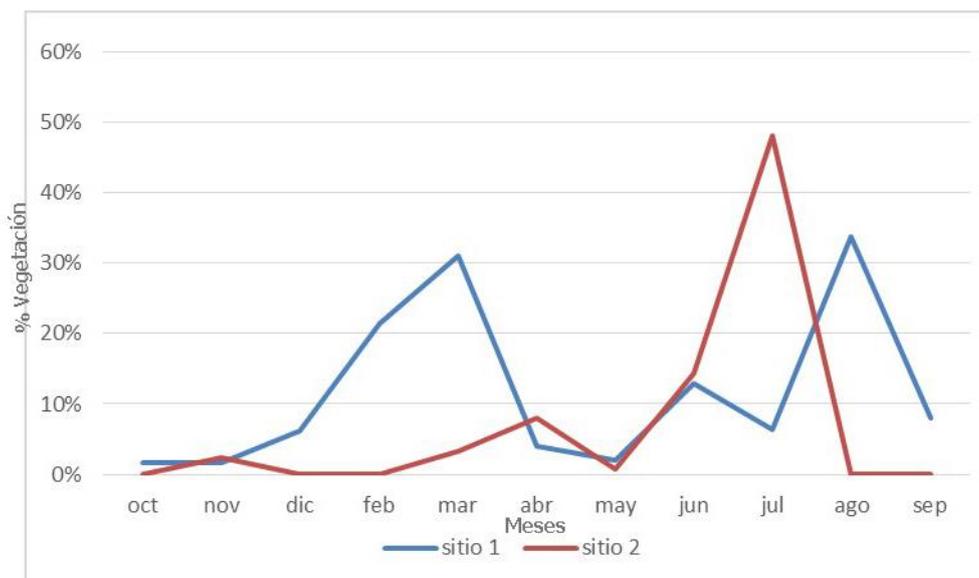


Figura 6. Porcentaje de vegetación estimada por mes en cada sitio de muestreo.

1 y julio para el sitio 2 (Fig. 6). Los valores medios de sustrato fueron 16,26 cm y 15,53 cm para el sitio 1 y sitio 2 respectivamente; la varianza promedio de sustrato fue mayor para el sitio 2 (324,11 cm) con respecto al sitio 1 (195,27 cm).

De acuerdo al ACP realizado, los dos primeros componentes principales explican un 67,9% de la varianza original (Fig. 7; tabla II). El primer eje tiende a separar las fechas de colecta de acuerdo a las características del sustrato, mientras que el segundo eje ordena las fechas de colecta en función de la velocidad de corriente, la profundidad y el porcentaje de vegetación.

La figura 8 representa una simplificación de la figura anterior donde se observa que la diferencia entre los sitios estaría explicada principalmente por las características del sustrato.

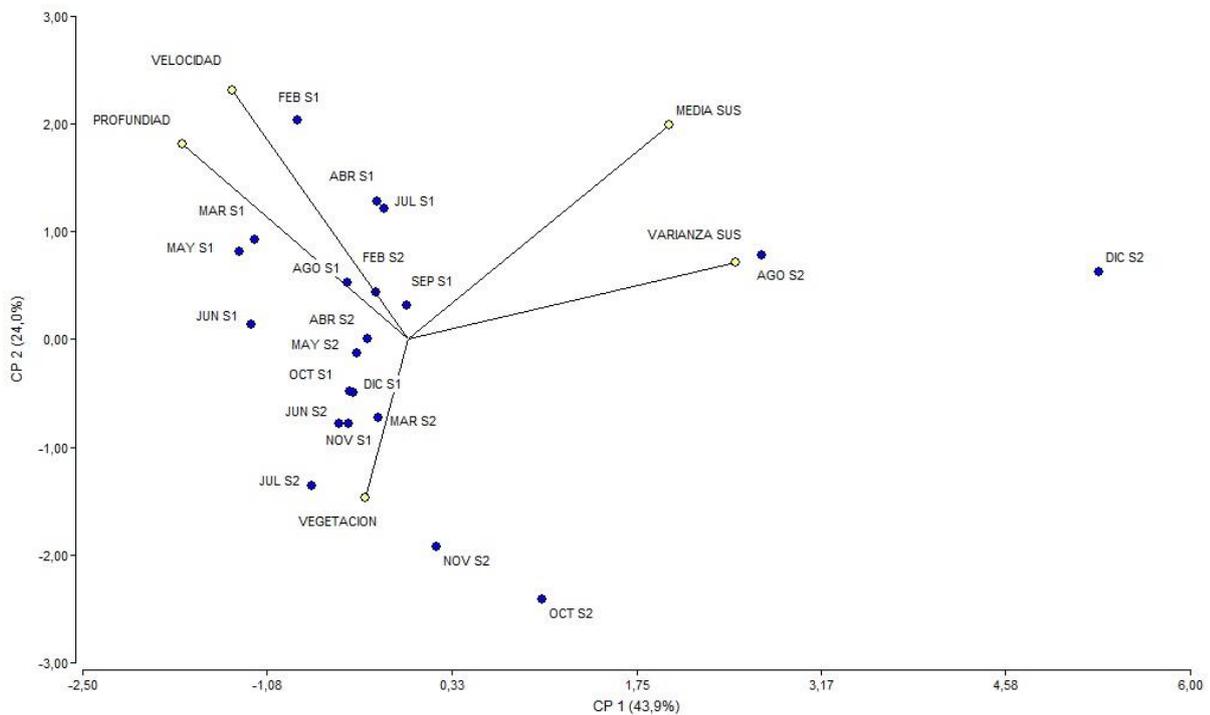


Figura 7. Ordenamiento de los sitios según el ACP de acuerdo a las variables ambientales. Los puntos amarillos corresponden a las variables ambientales (SUS= Sustrato); los puntos azules indican las colectas realizadas en los diferentes meses en cada sitio.

## Riqueza

Se colectaron 15.097 ejemplares en el total de los muestreos, distribuidos en 23 familias pertenecientes a 5 órdenes. En el sitio 1 se colectaron 21 familias de insectos mientras que en el sitio 2 se colectaron 22 familias (Tabla III).

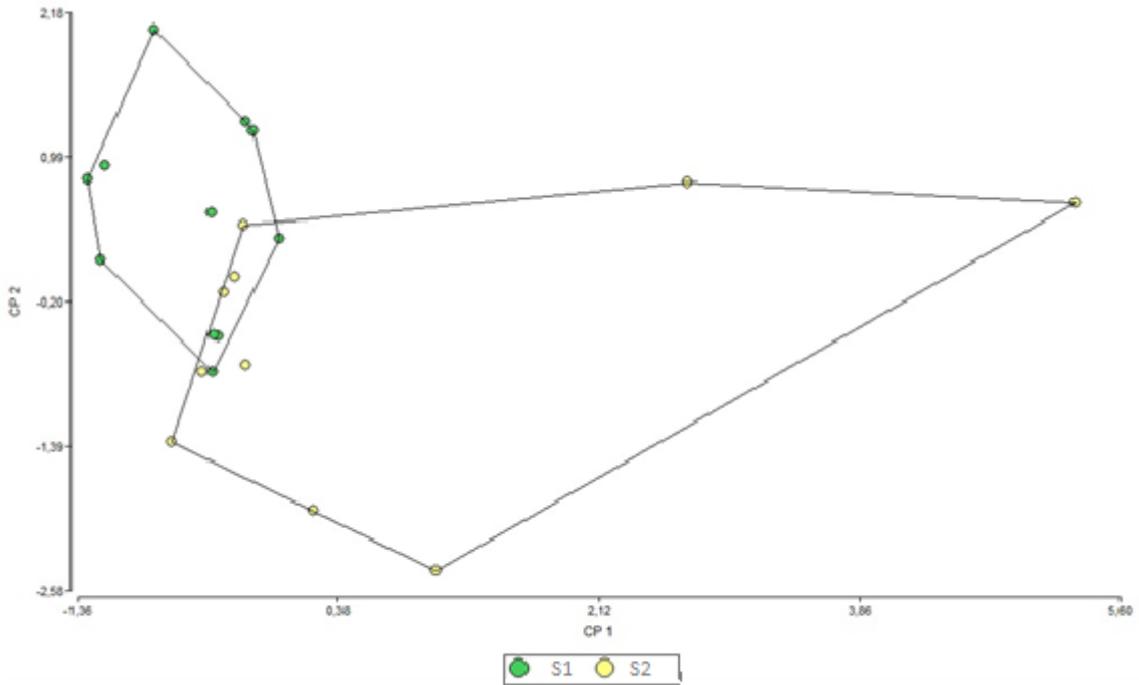


Figura 8. Ordenamiento de los sitios según el ACP de acuerdo a las variables ambientales. Los puntos verdes corresponden al sitio 1; los puntos amarillos pertenecen al sitio 2.

### Abundancia

Se recolectaron, durante el año de muestreo, un total de 12.048 individuos en el sitio 1 y 3.049 individuos en sitio 2 (Fig. 9). En el sitio 1 los Órdenes Diptera, Trichoptera y Ephemeroptera fueron los que presentaron mayor abundancia a lo largo de los meses de muestreo (7.136, 1.172 y 3.666 ejemplares respectivamente en el total de los meses

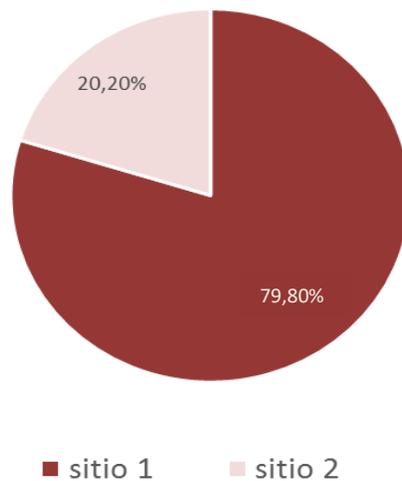


Figura 9. Porcentaje de ejemplares recolectados en cada uno de los sitio de muestreo.

muestreados, siendo constante su presencia a lo largo del año (Fig. 10). Diptera fue el Orden que registró la mayor abundancia total, particularmente en el mes de septiembre (4.706 ejemplares), mientras que diciembre fue el mes de menor abundancia de ese Orden (37 ejemplares). Ephemeroptera fue el Orden que presentó mayor estabilidad en el número de ejemplares durante el año, donde octubre fue el mes con mayor abundancia (536 ejemplares) y marzo con la menor (113 ejemplares). Trichoptera presentó el mayor número de ejemplares en

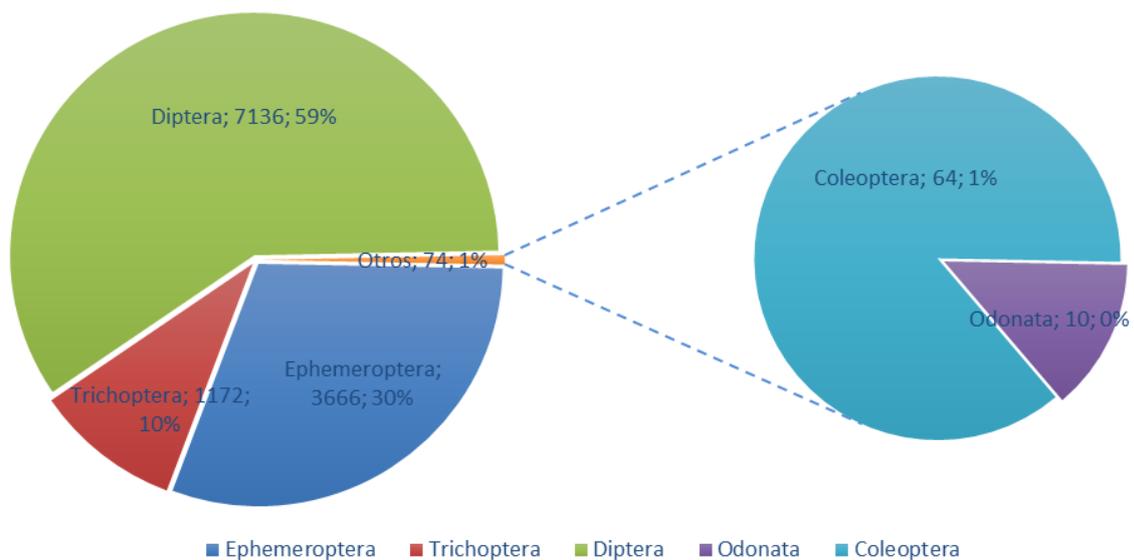


Figura 10. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos recolectados en el sitio 1.

el mes de mayo (451 ejemplares) mientras que en octubre se colectaron solo 3 individuos de este grupo. Los Órdenes Odonata y Coleoptera fueron los que presentaron menor cantidad de ejemplares a lo largo del año (11 individuos con mayor abundancia para Coleoptera en el mes de mayo y 1 ejemplar para los meses de octubre y diciembre como la menor abundancia; Odonata presentó 4 organismos en el mes de mayo como la mayor abundancia; en los meses de junio, agosto, octubre, noviembre y diciembre no se registraron individuos perteneciente a este orden).

En el sitio 2 Ephemeroptera fue el más abundante de todos los Órdenes con 1.816 ejemplares en el total de los meses de muestreo (Fig. 11). En octubre se contabilizaron 467 individuos de este Orden siendo la mayor abundancia registrada en este trabajo; el mes con

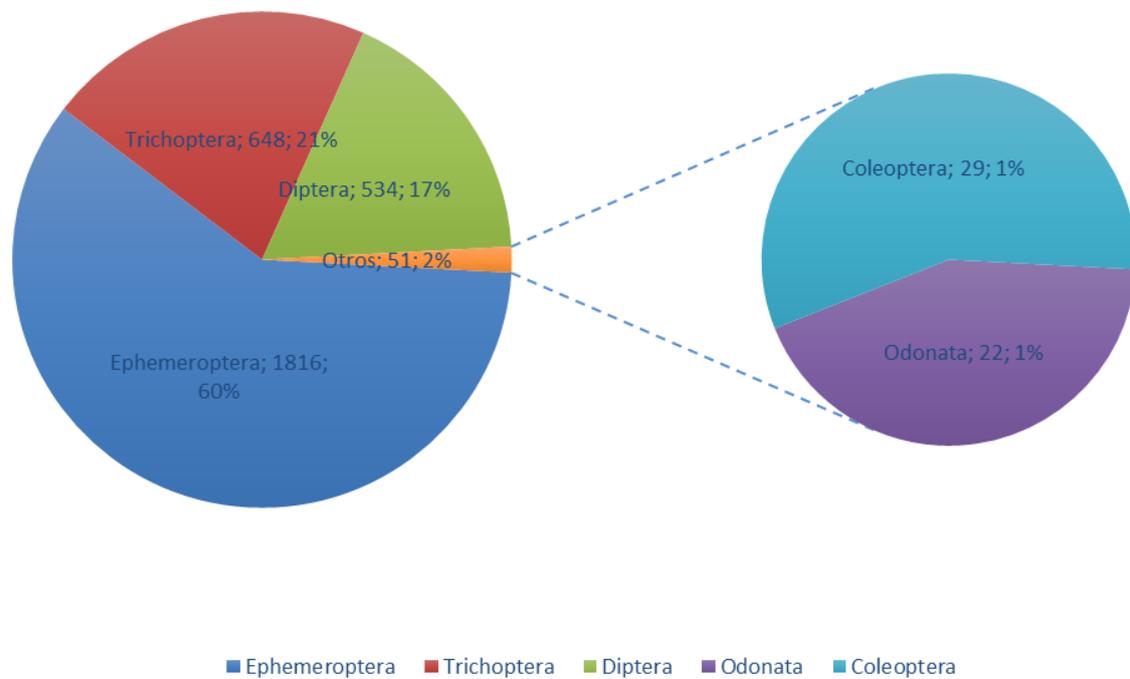


Figura 11. Abundancia de los órdenes de insectos acuáticos recolectados en el sitio 2.

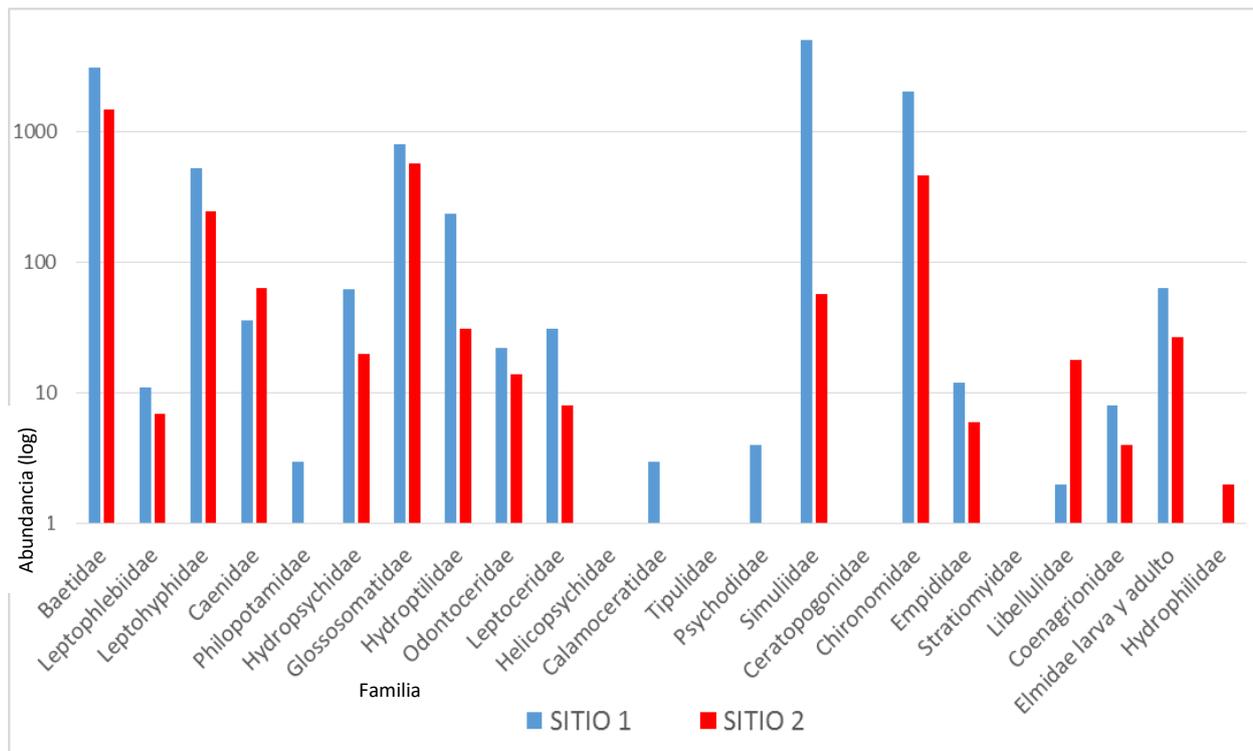


Figura 12. Abundancia logarítmica de las familias estudiadas incluyendo ambos sitios.

menor abundancia fue julio con 15 ejemplares. Trichoptera presentó una abundancia total de 648 ejemplares, en donde la mayor abundancia se registró en el mes de mayo con 349 individuos y la menor en el mes de octubre con 3 individuos. Con respecto a Diptera, se registraron 534 ejemplares en este sitio. La mayor abundancia para este Orden se detectó en el mes de mayo

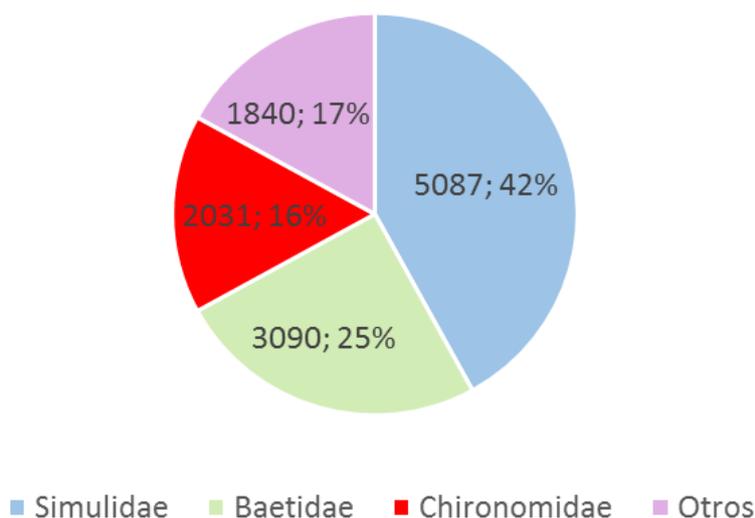


Figura 13. Abundancia de familias y porcentaje de individuos para el sitio 1

(140 ejemplares) y la menor en el mes de julio (16 ejemplares). Odonata y Coleoptera fueron los Órdenes menos abundantes con un total de 22 y 29 ejemplares respectivamente. Odonata fue poco abundante, registrándose en abril su mayor abundancia (7 ejemplares), sin detectarse la presencia de individuos de este Orden en los meses de julio, agosto y diciembre. Por último Coleoptera presentó su mayor abundancia en el mes de mayo (7 ejemplares) mientras que en diciembre no hubo ejemplares capturados.

Las Familias más abundantes durante todo el año de muestreo incluyendo ambos sitios fueron Simuliidae (5.145 individuos), Baetidae (4.586 individuos) y Chironomidae (2.498 individuos) (Fig. 12).

La abundancia anual registrada en el sitio 1 fue similar, para las mismas Familias, y en el mismo orden de abundancia (Simuliidae con 5.087 ejemplares (42%), Baetidae con 3.090 ejemplares (25%), y Chironomidae con 2.031 individuos (16%) (Fig. 13). Por su parte, las Familias más abundantes de las 22 recolectadas en el sitio 2 fueron Baetidae con 1.496 ejemplares (49%), Glossosomatidae con 572 ejemplares (18%) y Chironomidae con 467 individuos (15%) (Fig. 14).

## Diversidad

Los valores calculados para la diversidad de Shannon-Wiener fueron:  $H' = 1.538$  y  $H' =$

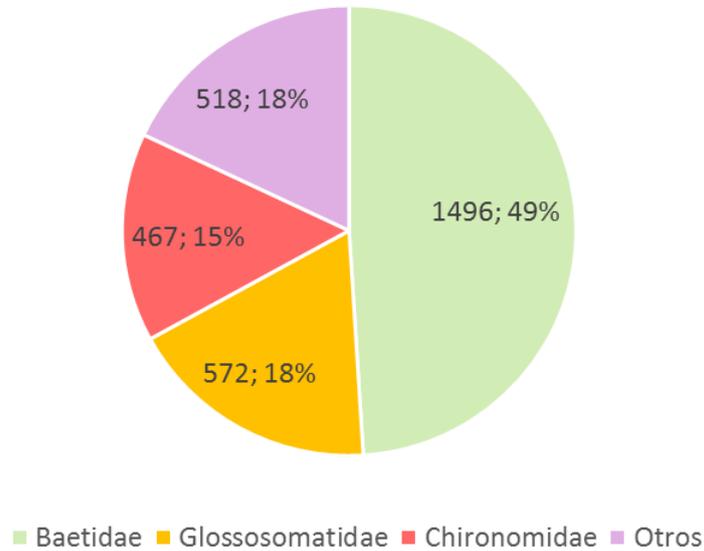


Figura 14. Abundancia de familias y porcentaje de individuos para el sitio 2.

1.559 para los sitios 1 y 2, respectivamente. A partir de los valores obtenidos se puede observar un valor medio-bajo. El mayor valor se obtuvo en el sitio 2, lo cual indica que este sitio es levemente es más diverso.

Los resultados de la diversidad, calculado por mes de estudio en el sitio 1, señalan a marzo y junio como los meses más diversos ( $H' = 1,691$  y  $H' = 1,633$  respectivamente). Mientras que en el sitio 2 los meses de febrero, abril y junio presentaron la mayor diversidad ( $H' = 1,743$ , 1,68 y 1,65 respectivamente) (Tabla IV).

Con respecto a la Uniformidad o equitatividad de Pielou se encontraron los siguientes valores:  $J' = 0,505$  para el sitio 1 y  $J' = 0,504$  para el Sitio 2.

## Dominancia

Las familias consideradas eudominantes para el total de las muestras incluyendo ambos sitios fueron Baetidae, Simuliidae y Chironomidae. Las familias Leptophlebiidae y Glossosomatidae fueron consideradas como dominantes, mientras que la familia Hydroptilidae fue la única eventual; el resto de las familias se consideraron como raras (Tabla III).

## Relación entre los patrones de distribución y diversidad de la entomofauna acuática

El AC indica que la variabilidad acumulada de la relación entre las variables biológicas y las fechas de colecta puede ser explicada por los dos primeros ejes en un 73,22%. El primer eje explicó el 50,04% de la variación total, mientras que el segundo eje explicó el 23,08% (Fig. 15; tabla V). A la derecha del gráfico se observa que las familias como Simuliidae, Ceratopogonidae, Hydroptilidae, Tipulidae y Chironomidae, entre otras, están asociadas a los meses que identifican a invierno (agosto, julio y septiembre). En la parte inferior se observa la asociación entre meses de Octubre, Noviembre y Diciembre, correspondiente a primavera, y las familias

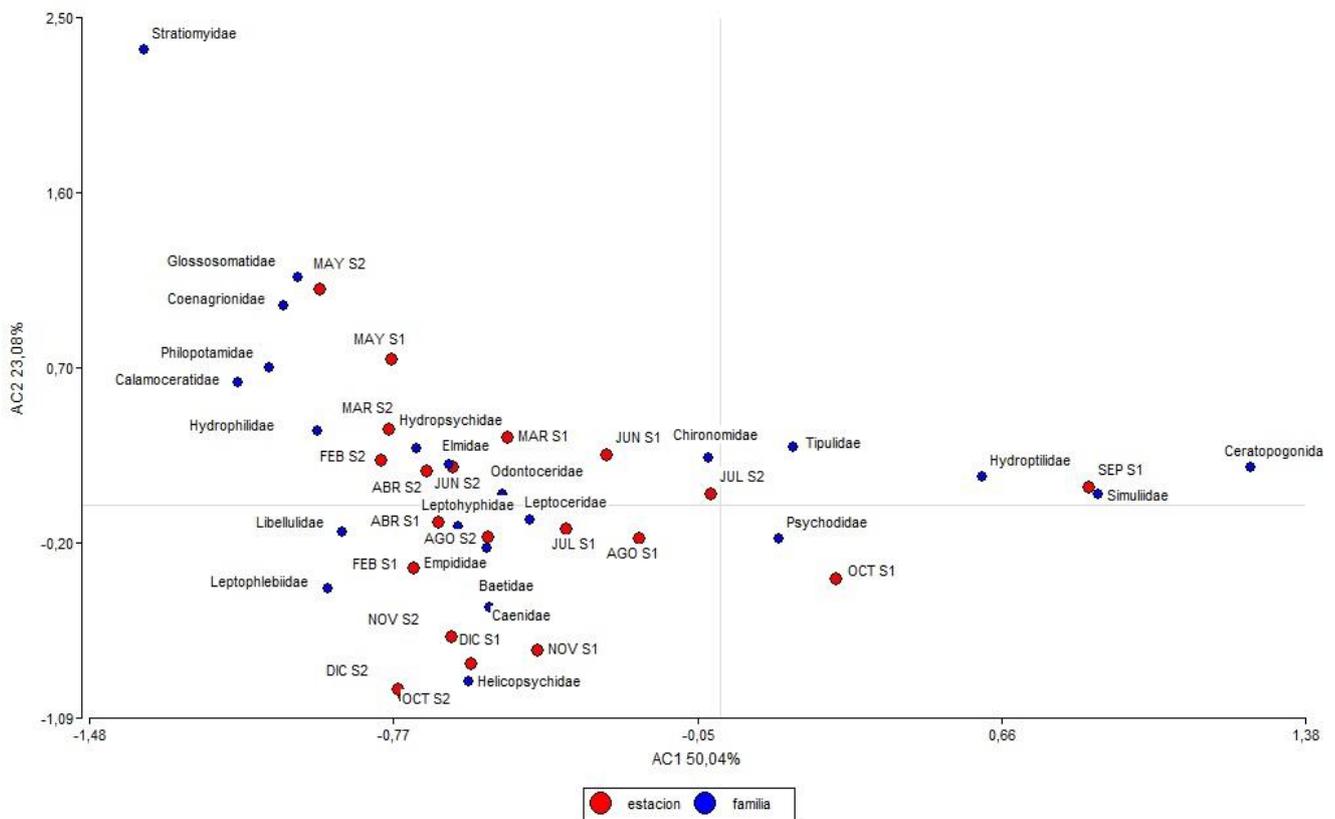


Figura 15. Resultado del Análisis de Correspondencia (AC) en el ordenamiento de los sitios muestreados en la zona estudiada, según la abundancia de la comunidad de insectos bentónicos. Los puntos rojos indican los meses con sus respectivos sitios y los puntos azules las familias identificadas.

como Helicopsychidae, Caenidae y Baetidae. La estación verano que abarca los meses de febrero y marzo se asocia a las familias como Libellulidae, Hidroptiliidae y Leptophebiidae. Para los meses de mayo, junio y abril (otoño) se observan familias como por ejemplo Glossomatidae y Coenagrionidae. También se observa que las familias como Elmidae y Hydropsychidae se encuentran entre los meses que corresponden tanto a otoño como verano.

La figura 16 representa una simplificación de la figura anterior donde se observa que la ordenación de los sitios estaría explicada por diferencias entre las distintas estaciones climáticas. Allí se observa cierto solapamiento entre verano y otoño, mientras que la estructura de la comunidad se diferencia claramente en primavera e invierno.

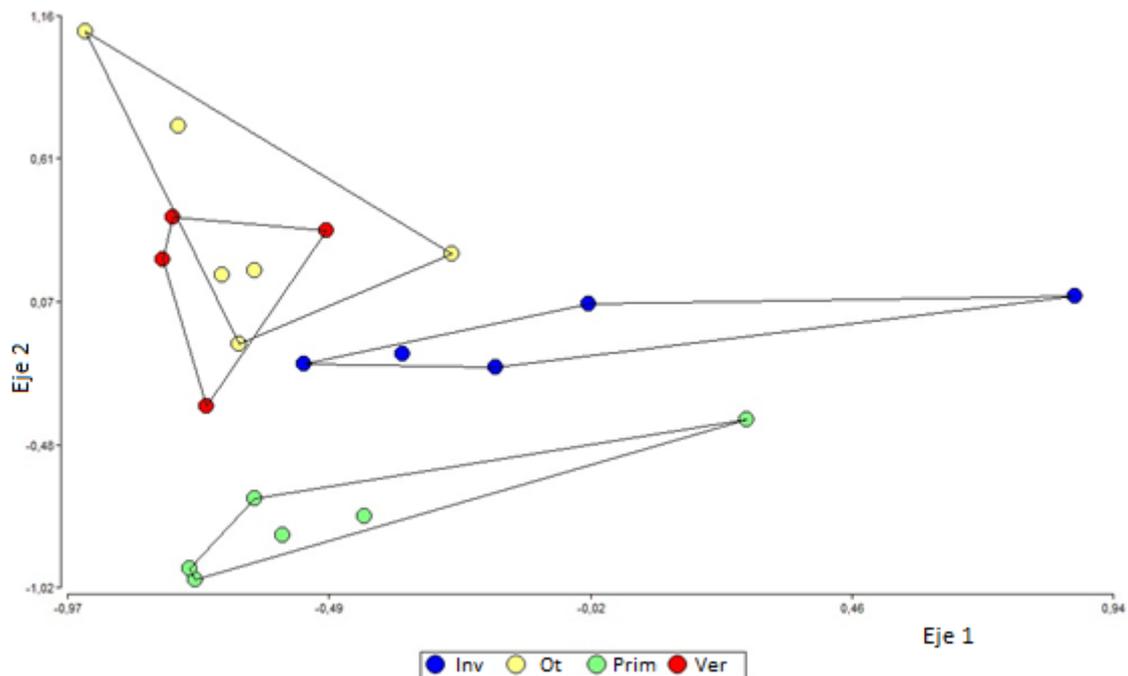
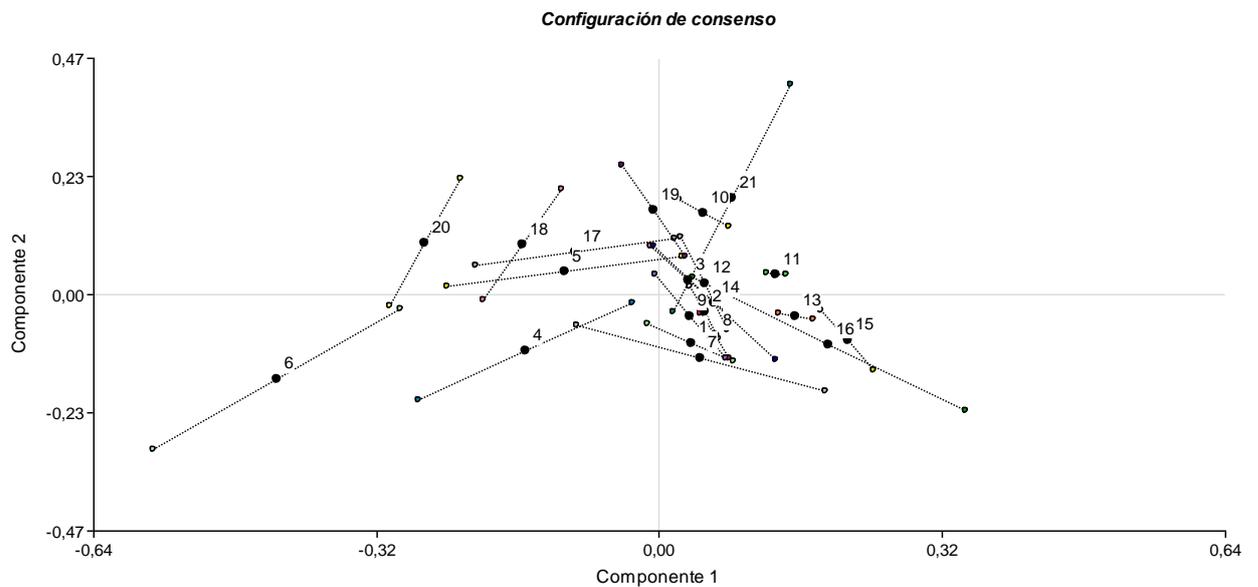


Figura 16 .Ordenamiento de las estaciones muestradas según la abundancia de la comunidad de insectos bentónicos. Los puntos azules pertenecen a la estación invierno, los puntos verdes a la primavera, los puntos rojos al verano y los puntos amarillos corresponden al otoño.

El análisis AP muestra un consenso del 68,6% entre los resultados obtenidos en AC y ACP (Fig. 17), es decir que las variables ambientales explican en gran medida cómo se comporta la estructura de la comunidad de insectos acuáticos en este ambiente.



*Figura 17. Análisis de Procrustes.*

## DISCUSIÓN

En los sitios estudiados no se han registrado nuevas taxas respecto de otros sistemas lóticos de la región central de Argentina (Corigliano et al., 1996; Gualdoni & Oberto, 1998; Gualdoni & Corigliano, 2002; Principe et al., 2007, 2010; Mangeaud, 1998). Estudios previos de la comunidad bentónica en otras cuencas de las sierras de Córdoba (Corigliano et al., 2004; Principe et al., 2007; Gualdoni et al., 2011), han superado la riqueza de insectos registrada en este trabajo.

Grupos cosmopolitas como Ephemeroptera (Baetidae) y las familias de Diptera, Simuliidae y Chironomidae, fueron los dominantes del bentos, en coincidencia con lo reportado para otros cursos de agua serranos de Córdoba como el río Chocancharava (Gualdoni & Corigliano, 1991; Corigliano et al., 1996; Corigliano et al., 2001). Además, por su sensibilidad a los contaminantes, tanto los efemerópteros como los simúlidos son considerados indicadores de aguas de buena calidad (Coscarón-Arias, 2009; Fernández & Domínguez, 2001), grupos que en este trabajo fueron eudominantes. Los hallazgos de este estudio coinciden con los documentados por Pino y Bernal (2009) en el río David, y Rodríguez et al. (2000) en la Quebrada El Salto, distrito de Las Palmas (Panamá), quienes encontraron que los efemerópteros fueron uno de los taxones más abundantes. Estudios a nivel local (Gualdoni & Oberto, 2012; Barroso et al. 2014) también registraron a los dípteros y efemerópteros como los taxones con mayor

abundancia y riqueza en el arroyo Achiras al sur de la provincia de Córdoba. Este hecho podría estar relacionado con los múltiples ciclos de reproducción en el año y su capacidad de colonización (Cortes et al. 1998; Guevara, 2011).

La abundancia total fue mayor en el sitio 1 (79,8%), debido posiblemente a que en esta área el cauce es más angosto y profundo en relación al sitio 2, lo que proporcionó agua durante todo el año facilitando, por lo tanto, la disponibilidad de otros recursos como alimento y refugio; además, la velocidad de la corriente en el sitio 1 fue mayor y permanente durante todo el año a diferencia del sitio 2 en el cual la corriente llegaba a ser casi nula en invierno.

El número de órdenes fue el mismo para ambos sitios, así mismo la riqueza de familias para cada uno de los sitios es muy semejante, pues solo varía en una familia, pero esto, a priori, sería esperable ya que los sitios están próximos entre sí y presentan algunas características ambientales similares como por ejemplo la profundidad durante la primavera y la vegetación durante el otoño. No obstante existen familias que no se comparten y solo se encuentran en uno u otro de los dos sitios de recolecta; este es el caso de las familias Hydrophilidae y Stratiomyidae encontradas solo en el sitio 2, mientras que la familia Ceratopogonidae fue detectada solo en el sitio 1. Bueno-Soria et al. (1981) señalan que se deben tener en cuenta las características del medio ambiente en cada sitio de muestreo, como son el tipo de sustrato ya que este es un factor muy importante en la distribución de los organismos, de esta manera se puede sugerir que la presencia o ausencia de grupos que fueron encontrados en uno u otro de los sitios de muestreo puede deberse a requerimientos que estos organismos obtienen de su hábitat, pues ambos sitios presentan características particulares como el tipo de sustrato y la velocidad de corriente, la cual va de la mano con la oxigenación del agua que es un parámetro muy importante para algunos organismos que dependen de ella.

Durante el mes de octubre en el sitio 1 se observa una caída de la abundancia de todas la familias a excepción de Baetidae y Leptohiphidae; este mes coincide con la velocidad máxima registrada de la corriente y una profundidad moderada para este sector del río. Pino & Bernal (2009) y Araúz et al. (2000), también han documentado una disminución de la abundancia de insectos acuáticos cuando aumentó el caudal del río David y río Chico en Chiriquí (Panamá), respectivamente. Igualmente Gualdoni & Oberto (2012) registraron menores valores densidad, riqueza y diversidad en los muestreos de verano (aguas altas) y los mayores en primavera temprana cuando aún no ha comenzado el período de lluvias en el arroyo Achiras (Córdoba, Argentina). El hecho de que las familias Baetidae y Leptohiphidae aumentaran su abundancia en el mes de octubre en contraste con el resto de las familias puede deberse a su preferencia y

adaptaciones morfológicas y de comportamiento en condiciones de corrientes rápidas. Buss y Salles (2007) afirman que los géneros como *Baetodes*, *Camelobaetidius* y *Americabaetis* pertenecientes a la familia Baetidae son abundantes en el sustrato roca, ya que poseen adaptaciones morfológicas para resistir la presión hidráulica y corrientes rápidas tales como presencia de tubérculos en el abdomen y reducción del filamento medio para el caso de *Baetodes*; uñas espatuladas para *Camelobaetidius* y patas robustas y uñas con numerosos denticulos para *Americabaetis*, *Varipes*, *Paracloedes*, *Nanomis* y *Gujjirolus*.

Para ambos sitios Chironomidae fue una de las familias más abundantes. Esto pudo deberse al hecho de que el río atraviesa zonas urbanizadas y de recreación para turistas como camping y hoteles. Estudios realizados por Medianero & Samaniego (2004) en el río Curundú, Panamá, hacen referencia al hecho de que las especies de Chironomidae habitan en aguas con un ligero a un gran estado de alteración.

Con respecto a la diversidad, el sitio 2 obtuvo un valor levemente más alto que el sitio 1, esto se debe que en el sitio 2 se encontró una familia más, pero esto no sería una diferencia tan importante que indique que se trata de ambientes muy disímiles; por otro lado el haber obtenido un valor levemente más alto en el sitio 2 puede corresponder a la abundancia de la familia Simuliidae del sitio 1, lo cual hace que la comunidad de este sitio sea menos equitativa, pues la abundancia de uno o más taxones hace que la equidad disminuya. Los valores de diversidad media obtenidos para ambos sitios pueden estar influenciados por factores como características físicas del río y falta de cobertura boscosa, además de efectos de las actividades humanas. En cuanto al índice de Pielou los dos sitios presentan valores intermedios indicando que la comunidad de insectos no es enteramente equitativa, esto queda evidenciado por el hecho de encontrar familias considerablemente más abundantes que otras.

Con respecto a los análisis multivariados, al comparar los sitios de estudio de acuerdo a las características ambientales se observó cierta diferencia entre ellos, tal cual lo evidencia el ACP. Esto podría deberse a las características ambientales del sitio 2 durante los meses secos del año en que el caudal se reduce notablemente, determinando que el sector muestreado permaneciera separado del cauce principal del río y por lo tanto se registraran valores más bajos de velocidad de la corriente y profundidad del cauce que el sitio 1.

El AC estaría indicando que no se presenta un efecto "sitio" en la estructura de la comunidad de los insectos, es decir que ambos sitios comparten características similares en cuanto a los taxones estudiados, mientras que sí se observa un efecto de las estaciones climáticas en la estructura de la comunidad, en otras palabras la comunidad de insectos varía

temporalmente durante el ciclo anual. El río Anisacate presenta un régimen hídrico freático-pluvial, con caudales menores y más estables durante el invierno y primavera, cuando las lluvias son escasas y el río depende principalmente del aporte freático. En este período se generan condiciones hidrológicas que favorecen la estabilidad de los biotipos, por lo cual los organismos tienen mayores posibilidades de asociarse con un microhábitat específico y aumentar sus densidades (Poff & Ward, 1989; Poff et al., 1997; Poff & Zimmerman, 2010) y riqueza taxonómica (Death & Winterbourn, 1995). Durante el verano y principios de otoño las precipitaciones frecuentes ocasionaron crecientes de corta duración que movilizaron el sustrato. Si bien los muestreos nunca se realizaron inmediatamente después de las lluvias, es probable que las disminuciones en los registros del bentos pueda ser atribuido a la acción de las derivas catastróficas que desprenden y desplazan la fauna bentónica aguas abajo, disminuyendo su abundancia local (Lancaster, 2008). De esta forma la estructura de la comunidad de insectos tiende a comportarse de acuerdo a las estaciones del año en relación al sustrato, vegetación, profundidad y velocidad de la corriente mediada por el régimen hidrológico.

## **CONCLUSIONES**

En el área de estudio se identificaron 23 familias pertenecientes a 5 órdenes. Las familias más abundantes en ambos sitios fueron Simuliidae, Baetidae, Chironomidae y Glossosomatidae. A nivel de orden, Díptera fue el orden que presentó mayor abundancia en el total de las muestras y Ephemeroptera uno de los órdenes más abundantes y estables durante los meses de muestreo.

La diversidad en el área de estudio presentó valores de  $H' = 1.538$  y  $H' = 1.559$  para el sitio 1 y 2 respectivamente. Se pudo determinar que la comunidad de insectos acuáticos en el área de estudio es poco diversa de acuerdo al número de familias encontradas.

Los sitios estudiados comparten características similares en cuanto a los taxones estudiados y no presentan grandes diferencias ambientales entre ellos, pero si se observa que la comunidad de insectos se comporta de acuerdo a un gradiente temporal en relación a las diferentes épocas del año.

Diversos trabajos sustentan que el estudio de las comunidades de insectos acuáticos, incluso a nivel taxonómico de orden, han resultado útiles en el análisis del ecosistema para elaborar planes de manejo, ya que estas comunidades se ven afectadas por diversos valores del medio físico (Hurtado et al., 2005). Así, se considera que estudios posteriores deberían incluir

otras variables no medidas, como por ejemplo la proporción de los distintos estratos de vegetación, relación vegetación natural-cultivos y orientación de las mismas, temperatura, oxígeno disuelto, entre otras.

Estudios de estas características basados en componentes biológicos, brindaría a los entes responsables información para implementar gestiones sostenibles que incluyan, no solo la evaluación y el control de los ecosistemas fluviales, sino también su conservación y restauración como parte del patrimonio natural de esta generación y de las venideras.

### **Agradecimientos**

Al director de este trabajo, Dr. Andrés M. Visintin, por la enorme paciencia que tuvo conmigo y el tiempo dedicado.

Al Co-director Dr. Arnaldo Mageaud por su colaboración en los análisis estadísticos y sus comentarios que ayudaron en gran medida a mejorar este trabajo.

A los revisores de esta tesina: Dr. María Teresa Defagó y Mgter. Liliana Buffa por su tiempo y dedicación en leer este trabajo.

A la Dra. Maria Bistoni y los Biólogos Alejo Bonifacio y María Laura Ballesteros por su ayuda en los viajes de campo y tomas de muestras.

A la cátedra de Entomología y profesores de dicha cátedra que me dieron el espacio para poder trabajar.

A mi familia y amigos por el apoyo para poder seguir adelante y alcanzar las metas.

### **BIBLIOGRAFÍA**

- Abell, R., M. L. Thieme, C. Revenga, M. Bryer, M. Kottelat, N. Bogutskaya, B. Coad, N. Mandrak, S. Contreras Balderas, W. Bussing, M. L. J. Stiassny, P. Skelton, G. R. Allen, P. Unmack, A. Naseka, R. Ng, N. Sindorf, J. Robertson, E. Armijo, J. V. Higgins, T. J. Heibel, E. Wikramanayake, D. Olson, H. L. López, R. E. Reis, J. G. Lundberg, M. H. Sabaj Pérez & P. Petry, 2008. Freshwater Ecoregions of the World: A New Map of Biogeographic Units for Freshwater Biodiversity Conservation. *BioScience* 58(5): 403-414.
- Allan, J. D. & M. M. Castillo, 2007. *Stream Ecology: Structure and Function of Running Waters*, Springer. 436 pp.

- Araúz, B., B. Amores & E. Medianero, 2000. Diversidad de Distribución de insectos acuáticos a lo largo del cauce del río Chico (provincia de Chiriquí, República de Panamá). *Scientia* 15(1): 27-45.
- Barbour, M. T., J. Gerritsen, B. D. Zinder & J. B. Stribling, 1999. Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish. Second Edition. EPA 841-B41-99-002. United States Environmental Protection Agency. Office of Water. Washington, D. C.
- Barroso, C. N., M. D. Barbero, A. M. Oberto & C. M. Gualdoni, 2014. El Bentos y su Fracción Derivante: Composición y estructura en un arroyo regulado (Achiras, Córdoba,). *Biología Acuática* 30: 27-45.
- Bueno-Soria, J., J. Butze López & C. Márquez Mayaudón, 1981. Consideraciones preliminares sobre la ecología de los insectos acuáticos del Río Lerma. *Anales del Instituto de Ciencias del Mar y Limnología*. Universidad Nacional Autónoma de México 8: 175-182.
- Buss, D. F. & F. F Salles, 2007. Using Baetidae species as biological indicators of environmental degradation in a Brazilian River Basin. *Environmental Monitoring Assessment* 130: 365-372.
- Capitanelli, R. G., 1979. Clima. *Geografía Física de la Provincia de Córdoba*. Vásquez, J. B., R. Miatello & M.E. Roqué (Dir). Ed. Boldt. Córdoba. 45-138.
- Cardoso, J. da C., M. Bicudo de Paula, A. Fernandes, E. Dos Santos, M. A. Barreto de Almeida, D. Fernandes da Fonseca & M. A. Mureb Sallum, 2011. Ecological aspects of mosquitoes (Diptera: Culicidae) in an Atlantic forest area on the north coast of Rio Grande do Sul State, Brazil. *Journal of Vector Ecology* 36(1): 175-186.
- Corigliano, M. C., Gualdoni, C. M., Oberto, A. M. & Raffaini, G. B., 1996. Macroinvertebrados acuáticos de Córdoba. En: Di Tada, I. E. & Bucher, E. H. (Eds.), *Biodiversidad de la Provincia de Córdoba: Fauna*. Córdoba, Editorial Universidad Nacional de Río Cuarto. p. 119-165.
- Corigliano, M. C., Gualdoni, C. M., Oberto, A. M. & G. B. Raffaini, 2001. Longitudinal distribution of the mayfly (Ephemeroptera) communities at Chocancharava river basin (Córdoba, Argentina). En: Domínguez, E. ed. *Trends in research in Ephemeroptera & Plecoptera*. New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. p. 89-96.
- Corigliano, M. C., Gualdoni, C. M. & B. Bosh, 2004. Atributos estructurales de ensambles de macroinvertebrados en arroyos de la Pedanía San Bartolomé. *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto* 24(1-2): 57-69.
- Coscarón-Arias, C. L., 2009. Diptera, Simuliidae. En: Domínguez, E. & Fernández, H. R. eds. *Macroinvertebrados sudamericanos: Sistemática y biología*. Tucumán, Fundación Miguel Lillo. p. 365-381.
- 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. *Hydrobiologia* 389: 51-61.
- Covich, A.P., M.C. Austen, F. Barlocher, E. Chauvet, B.J. Cardinale, C.L. Biles, P. Inchausti, O. Dangles, M. Solan, M.O. Gessner, B. Statzner & B. Moss. 2004a. The role of biodiversity in the functioning of freshwater and marine benthic ecosystems. *BioScience* 54: 767-775.

- Covich, A.P., K.C. Ewel, R.O. Hall, P.G. Giller, D. Merritt & W. Goedkoop, 2004b. Ecosystem services provided by freshwater benthos. Pp. 137-159. En D. Wall (Ed.), *Sustaining biodiversity and ecosystem services in soils and sediments*. Island Press, Washington, D.C., USA.
- Death, R. G. & M. J. Winterbourn, 1995. Diversity patterns in stream benthic invertebrate community: the influence of habitat stability. *Ecology* 5: 1446-1460.
- Domínguez, E. & H. R. Fernández (Eds.), 2009. *Macroinvertebrados Bentónicos Sudamericanos (Sistemática y Biología)*. Fundación Miguel Lillo. San Miguel de Tucumán. Argentina. 654 pp.
- Dudgeon, D., (Ed.), 2008. *Tropical Stream Ecology*. London: Academic Press (Aquatic Ecology Series). p. 316.
- Fernández, H. R. & Dominguez, E., 2001. Guía para la determinación de los artrópodos bentónicos sudamericanos. Tucumán, Universidad Nacional de Tucumán - Facultad de Ciencias Naturales e Instituto Miguel. Lillo. 282p.
- Gauch, H. G., 1994. *Multivariate analysis in community ecology*. Cambridge University Press. 298 pp.
- Gleick, P.H., 1996. Water resources. En: *Encyclopedia of Climate and Weather*, ed. S.H. Schneider, Oxford University Press, New York, vol. 2, pp. 817-823.
- Gualdoni, C. M. & M. C. Corigliano, 1991. El ajuste de un índice biótico para uso regional. *Revista de la Universidad Nacional de Río Cuarto* 11(1): 43-49.
- Gualdoni, C. M & A. M Oberto, 1998. Biological quality assesment of the lotic environment of Carcarañá River tributaries (Córdoba, Argentina). *Verhandlungen des International en Verein Limnologie* 26: 1219-1222.
- 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 Limnologica Brasiliensia* 14(1): 1-13.
- Gualdoni, C. M., C. A. Duarte & E. A. Medeot, 2011. Estado ecológico de dos arroyos serranos del sur de Córdoba, Argentina. *Ecología Austral* 21: 149-162.
- 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 Zoológica, Porto Alegre* 102(2): 177-186.
- Guevara Mora, M., 2011. Insectos acuáticos y calidad del agua en la cuenca y embalse del río Peñas Blancas, Costa Rica. *Revista Biología Tropical* 2: 635-654.
- Heino, J., 2009. Biodiversity of aquatic insects: spatial gradients and environmental correlates of assemblage-level measures at large scales. *Freshwater Reviews* 2: 1–29.
- Hurtado, S., F. García-Trejo & P. J. Gutierrez-Zurrita, 2005. Importancia Ecológica de los macroinvertebrados bentónicos de la subcuenca del Río San Juan, Querétaro, México. *Folia Entomológica Mexicana*, 44: 271-286.
- Junk, W. J. & K. M. Wantzen, 2004. The flood pulse concept: New aspects, approaches, and applications an update. En: Welcomme, R. & T. Petr (Eds.), *Proceedings of the 2nd Large River Symposium (LARS)*, Pnom Penh, Cambodia. Bangkok. RAP Publication: 117–149.

- Kinzig, A. P., S. W. Pacala & D. Tilman, 2002. The functional consequences of biodiversity: empirical progress and theoretical extensions. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
- Krebs, C. J., 1989. Ecological methodology. Harper & Row. New York, EEUU. 470 pp.
- Lancaster, J., 2008. Movement and dispersion of insects of stream channels: What role does flow play? En: Lancaster, J. & R. A. Briers eds. Aquatic Insects: Challenges to Populations. Wallingford, CABI. p. 139-157.
- Loreau, M., S. Naeem & P. Inchausti, 2002. Biodiversity and ecosystem functioning: Synthesis and Perspectives. Oxford (United Kingdom): Oxford Ecotropicos 19(2):109-127 2006 Covich 126 University Press.
- Luti, R., M. A. Bertrán de Solís, M. F. Galera, N. Muller de Ferreira, M. Berzal, M. Nores, M. A. Herrera & J. C. Barrera, 1979. Vegetación. En: Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Vázquez, Miatello & Roqué (Eds.), Editorial Boldt, Córdoba. 297-368.
- Mangeaud, A., 1998. Macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad del agua en la cuenca del Suquía, Tesis Doctoral, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina.
- Mangeaud, A., 2004. La aplicación de técnicas de ordenación multivariadas en la Entomología. Revista de la Sociedad Entomológica Argentina 63:1-10.
- Margalef, R., 1998. Ecología. Editorial Omega. 968p.
- Medianero, E. & M. Samaniego, 2004. Comunidad de insectos acuáticos asociados a condiciones de contaminación en el río Curundú, Panamá. Folia Entomológica Mexicana 43(3): 279-294.
- Merritt, R. W. & K. W. Cummins, 1996. Ecology and distribution of aquatic insects. En: Merritt, R. W. & K. W. Cummins (Eds.), An Introduction of the Aquatic Insects of North America, (3a Ed.), Kendall/Hunt Publishing Company, Iowa, p. 74-86.
- Merritt, R. W., K. W. Cummins & M. B. Berg, 2008. An introduction of aquatic insect of North America. Fourth edition. Kendall/Hunt Publishing Company. USA.
- Miserendino, M. L., 2001. Macroinvertebrates assemblages in Andean Patagonian rivers and streams: environmental relationships. Hydrobiologia 444: 147-158.
- Mittermeier, R. A., T. A. Farrel, I. J. Harrison, A. J. Upgren, T. M. Brooks, T. Contreras-Macbeath, R. Sneider, F. Oberfeld, A. A. Rosenberg, F. Boltz, C. Gascon & O. Langrand, 2011. Agua dulce: la esencia de la vida. Cemexylcp. China. 300pp.
- Moreno, C. E., 2001. Métodos para Medir la Biodiversidad. Volumen I. Manuales y Tesis. Sociedad Entomológica Aragonesa. Zaragoza, España. 84 pp.
- Naeem, S., 2002. Ecosystem consequences of biodiversity loss: the evolution of a paradigm. Ecology 83: 1537-1552.
- Pennak, R. W., 1978. Fresh-water invertebrates of the United States. John Wiley & Sons, New York.
- Pérez-Munguía, R. M. & R. Pineda López, 2005. Diseño de un Índice de Integridad para Ríos y Arroyos del Centro de México, usando las Asociaciones de Macroinvertebrados. Entomología Mexicana, 4: 241-245.

- Pino, R. & J. Bernal, 2009. Diversidad, distribución de la comunidad de insectos acuáticos y calidad del agua de la parte alta y media del río David, provincia de Chiriquí, República de Panamá. *Revista Gestión y Ambiente* 12(3): 73-84.
- Poff, N. L., 1992. What disturbance can be predictable: a perspective on the definition of disturbance in streams. *Journal of the North American Benthological Society* 11(1): 86-92.
- Poff, L. N. & J. V. Ward, 1989. Implications of streamflow variability and predictability for lotic communities structure: a regional analysis of streamflow patterns. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 45: 1805-1818.
- Poff, N. L., J. D. Allan, M. B. Bain, J. R. Karr, K. L. Prestegard, 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.
- Poff, N. L. & J. K. H. Zimmerman, 2010. Ecological responses to altered flow regimes: a literature review to inform environmental flows science and management. *Freshwater Biology* 55: 194-20.
- 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? *Limnológica* 37: 323-336.
- Principe, R. E., Gualdoni, C. M., Oberto, A. M., Raffaini, G. B. & M. C. Corigliano, 2010. Spatial-temporal patterns of functional feeding groups in mountain streams of Córdoba, Argentina. *Ecología Austral* 20:257-268.
- Ramírez, A. & C. Pringle, 1998. Structure and production of benthic insect assemblage in a neotropical stream. *Journal North American Benthological Society* 17(4): 443-463.
- Revenge C. & Y. Kura, 2003. Status and trends of biodiversity of inland water ecosystem. Technical Series number 11. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal, Quebec, Canada.
- Rio, M. E. & L. Achával, 1904. Geografía de la Provincia de Córdoba. Vol. I y II. Publicación Oficial. Cia. Sudamericana de Billetes de Banco, Bs. As. 386 pp.
- Rodríguez, V., M. Barrera & Y. Delgado., 2000. Insectos Acuáticos de la quebrada El Salto, en el distrito de Las Palmas, provincia de Veraguas, República de Panamá. *Scientia* 15(2): 33-44.
- Rodríguez, V. & H. León, 2003. Insectos acuáticos asociados al río Tribique, en el Distrito de Soná, provincia de Veraguas. *Tecnociencia* 5: 51-64.
- Rosenberg, D. M., I. J. Davies, D. G. Cobb & A. P. Wiens, 2001. Protocols for measuring biodiversity: Benthic Macroinvertebrates in Fresh Water. Department of Fisheries and Oceans. Freshwater Institute. Winnipeg, Manitoba. RT3 2N6.
- Sánchez-Fernández, D., P. Abellán, J. Velasco & A. Millán. 2004. Áreas prioritarias de conservación en la cuenca del río Segura utilizando los coleópteros acuáticos como indicadores. *Limnetica*, 23(3-4): 209-228.
- Srivastava, D. S. & M. Vellend, 2005. Biodiversity – ecosystem function research: is it relevant to conservation?. *Annual Review of Ecology and Systematics* 36: 267-294.

- Strayer, D.L. & D. Dudgeon, 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges. *Journal of the North American Benthological Society* 29(1): 344–358
- Torres-García, U., 2010. Monitoreo de Macroinvertebrados Acuáticos en ríos con impacto al caudal, dos casos: río Chiquito, Morelia y río Lerma, La Piedad, Michoacán. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. México. Tesis de Licenciatura.
- Townsend, C. R., 1989. The patch dynamic of stream community ecology. *Journal of the North American Benthological Society* 1: 36-50.
- Vásquez, J. B., A. López Robles, D. F. Sosa & M. P. Sáez, 1979. Cap. IV. Aguas. En: Geografía Física de la Provincia de Córdoba. Vásquez, J. B, R. A. Miatello & M. E. Roque. (Eds.), Boldt, Bs. As. 139-221.
- Wantzen, K. M., M. F. P. Sá, A. Siqueira & C. Nunez da Cunha, 2006. Stream-valley systems of the Brazilian Cerrado: impact assesment and conservation scheme. *Aquatic Conservation* 16: 713-732.
- Wantzen, K. M & G. Rueda-Delgado, 2009. Técnicas de muestreo de macroinvertebrados bentónicos. En: E. Domínguez & H. R. Fernández (Eds.), *Macroinvertebrados bentónicos sudamericanos: sistemática y biología* (pp. 17-45). Tucumán: Fundación Miguel Lillo.

## ANEXOS

## TABLAS

Tabla I. Valores medios de las variables ambientales por cada mes de muestreo.

Meses	Profundidad (cm)		Velocidad m/seg		Vegetacion %		Sustrato (media)		Sustrato (varianza)	
	sitio 1	sitio 2	sitio 1	sitio 2	sitio 1	sitio 2	sitio 1	sitio 2	sitio 1	sitio 2
Octubre	29	32,2	0,61	0,12	2%	0%	13,79	15,24	147,38	353,40
Noviembre	25	25,7	0,52	0,04	2%	2%	15,40	9,82	174,37	142,84
Diciembre	29,8	30,4	0,35	0,06	6%	0%	13,29	30,94	133,04	949,28
Febrero	35,8	27	0,334	0,13	21%	0%	17,92	15,58	257,92	271,69
Marzo	32,8	24,4	0,31	0,11	31%	3%	13,00	12,02	175,11	212,99
Abril	26,8	17,4	0,40	0,23	4%	8%	20,03	15,25	251,79	195,92
Mayo	24	18,4	0,34	0,10	2%	1%	16,95	13,80	161,34	190,55
Junio	21,4	23	0,35	0,04	13%	14%	15,56	10,46	174,13	187,23
Julio	24,6	15	0,14	0,00	6%	48%	18,82	6,30	268,89	189,54
Agosto	20,8	13	0,30	0,00	34%	0%	16,07	26,92	174,10	547,69
Septiembre	16,8	9	0,32	0,00	8%	0%	17,98	-	232,06	-

Tabla II. Autovalores ACP.

Lambda	Valor	%	% Acumulado
1	2,12	42	42
2	1,32	26	69
3	0,88	18	86
4	0,61	12	99
5	0,07	01	100

Tabla III. Lista taxonómica, abundancia absoluta, relativa y categoría de dominancia de insectos bentónicos en los dos sitios estudiados del río Anisacate, Córdoba, Argentina. EUD (Eudominante); DOM (Dominante); EVE (Eventual); RAR (Raras).

Orden	Familia	Sitio 1	Sitio 2	Abundancia Total	Abundancia rel. (%)	Categ. Domin.
Ephemeroptera	Baetidae	3090	1496	4586	30,38	EUD
	Leptophlebiidae	11	7	18	0,12	RAR
	Leptohyphidae	529	249	778	5,15	DOM
	Caenidae	36	64	100	0,66	RAR
Trichoptera	Philopotamidae	3	1	4	0,03	RAR
	Hydropsychidae	63	20	83	0,55	RAR
	Glossosomatidae	811	572	1383	9,16	DOM
	Hydroptilidae	238	31	269	1,78	EVE
	Odontoceridae	22	14	36	0,24	RAR
	Leptoceridae	31	8	39	0,26	RAR

	Helicopsychidae	1	1	2	0,01	RAR
	Calamoceratidae	3	1	4	0,03	RAR
Diptera	Tipulidae	1	1	2	0,01	RAR
	Psychodidae	4	1	5	0,03	RAR
	Simuliidae	5087	58	5145	34,08	EUD
	Ceratopogonidae	1	0	1	0,01	RAR
	Chironomidae	2031	467	2498	16,55	EUD
	Empididae	12	6	18	0,12	RAR
	Stratiomyidae	0	1	1	0,01	RAR
Odonata	Libellulidae	2	18	20	0,13	RAR
	Coenagrionidae	8	4	12	0,08	RAR
Coleoptera	Elmidae larva y adulto	64	27	91	0,60	RAR
	Hydrophilidae	0	2	2	0,01	RAR
Total		12048	3049	15097	99,99	

Tabla IV. Índices de Shannon por mes para cada sitio de muestreo.

	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE
H' S1	1,032	0,9936	0,9634	1,526	1,691	1,432	1,571	1,633	1,388	1,597	0,946
H' S2	0,4788	1,65	0,6077	1,743	1,583	1,68	1,444	1,659	1,366	1,401	-

Tabla V. Contribución a la Chi-cuadrado (AC).

Ejes	Autovalor	Inercias	Chi-cuadrado	%	% Acumulado
1	0,70	0,48	1482,65	50,04	50,04
2	0,47	0,22	683,95	23,08	73,12